

MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO

18



MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
Instalación y Montaje de Equipo Electromecánico

ISBN: 978-607-626-027-2

D.R. © Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174•4000

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Impreso y hecho en México
Distribución gratuita. Prohibida su venta.
Queda prohibido su uso para fines distintos al desarrollo social.
Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra,
sin fines de lucro y citando la fuente

CONTENIDO

Presentación	IX
Objetivo general	XI
Antecedentes	XIII
1. Instrumentos de gestión	1
1.1. Marco jurídico	2
1.2. Marco normativo	2
2. Subestaciones	5
2.1. Generalidades de instalación	5
2.1.1. Letreros de advertencia	5
2.1.2. Medio de desconexión general	7
2.1.3. Resguardos de locales y espacios	7
2.1.4. Instalación de alumbrado	7
2.1.5. Pisos, barreras y escaleras	8
2.1.6. Accesos y salidas	9
2.1.7. Protección contra incendio	9
2.1.8. Dispositivo general de protección contra sobrecorriente	11
2.1.9. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos	11
2.1.10. Consideraciones ambientales	11
2.1.11. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico	12
2.2. Subestación tipo poste	14
2.2.1. Procedimiento de instalación	14
2.2.2. Inspección Final	23
3. Instalación de tableros	25
3.1. Centros de control de motores	25
3.1.1. Generalidades de instalación	25
3.1.2. Procedimiento de instalación	26
3.1.3. Inspección Final	30
3.2. Tableros blindados	32
3.2.1. Procedimiento de instalación	32
3.3. Tableros de alumbrado y distribución	36
3.3.1. Procedimiento de instalación	36
3.4. Tablero de Control de Pozos Hidroneumático	44
3.5. Tablero de Control de Pozos Electrohidráulico.	50
3.6. Instalación	50
4. Motores	53
4.1. Generalidades de instalación	53
4.2. Ubicación de los motores	54

4.2.1. Ventilación y mantenimiento	54
4.2.2. Motores abiertos	54
4.2.3. Exposición a la acumulación de polvo	54
4.2.4. Terminales	55
4.2.5. Disposición de las fases	55
4.2.6. Ubicación del centro de control de motores	55
4.2.7. Motores estacionarios	57
4.3. Motores verticales: interiores y exteriores	58
4.3.1. Procedimiento de instalación	58
4.4. Motores horizontales: interiores y exteriores	60
4.4.1. Procedimiento de instalación	60
4.5. Motores sumergibles	63
4.5.1. Procedimiento de instalación	63
4.6. Motores para tratamiento de aguas residuales acoplados a reductores de engranes o cadena de transmisión	65
4.6.1. Procedimiento de instalación	65
5. Instalación de conductores y canalización	69
5.1. Conductores	69
5.1.1. Conductores de sistemas diferentes.	69
5.1.2. Instalaciones subterráneas	71
5.1.3. Aseguramiento y soportes	74
5.1.4. Instalación de canalizaciones	74
5.1.5. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales	75
5.1.6. Requisitos para instalaciones de más de 600 volts	76
5.2. Tuberías conduit	77
5.2.1. Procedimiento de instalación	77
5.3. Trincheras	81
5.3.1. Procedimiento de instalación	81
5.3.2. Inspección final	83
5.4. Registros	83
5.4.1. Procedimiento de instalación	83
5.5. Charolas	85
5.5.1. Usos permitidos	85
5.5.2. Usos no permitidos	85
5.5.3. Procedimiento de instalación	86
5.6. Electroducto	101
5.6.1. Usos permitidos	101
5.6.2. Usos no permitidos	103
5.6.3. Procedimiento de instalación	103

6. Sistemas de tierras	131
6.1. Conexión del equipo de puesta a tierra y unión	131
6.1.1. Métodos permitidos	131
6.1.2. Métodos no permitidos	131
6.1.3. Superficies	132
6.1.4. Sistemas de corriente alterna que deben ser puestos a tierra	132
6.1.5. Conductor que debe ser puesto a tierra - Sistemas de corriente alterna	134
6.1.6. Puente de unión principal y puente de unión del sistema	134
6.2. Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo	139
6.2.1. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos)	139
6.2.2. Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos	140
6.3. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1 000 volts	141
6.3.1. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra	141
6.3.2. Puesta a tierra de equipos	143
6.3.3. Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra	149
6.3.4. Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos	149
6.4. Colocación	149
6.4.1. Electrodo de tierra	149
6.4.2. Cable de interconexión de electrodos	150
6.4.3. Conectores	150
6.5. Procedimiento de medición de resistencia a tierra	152
6.6. Procedimiento de medición de resistencia a tierra del 62 por ciento	152
7. Instalación de alumbrado	155
7.1. Soportes de las luminarias	155
7.1.1. Medio de soporte	155
7.2. Puesta a tierra	155
7.2.1. Métodos de puesta a tierra	156
7.3. Alambrado de luminarias	156
7.3.1. Aislamiento de los conductores	156
7.3.2. Conductores y balastos del alimentador y del circuito derivado	157
7.4. Equipo auxiliar	157
7.4.1. Temperatura	157
7.4.2. Separación e instalación	158
7.4.3. Cableado	158
8. Equipos auxiliares	161
8.1. Interruptores de nivel (electronivel y pera)	161
8.1.1. Procedimiento de instalación	161
8.1.2. Colocación	161

8.2. Botoneras exteriores	163
8.2.1. Procedimiento de instalación	163
8.2.2. Colocación	163
8.3. Plantas generadoras con motor de combustión interna de diésel	164
8.3.1. Requisitos generales	164
8.3.2. Procedimientos de instalación	167
8.4. Bancos de baterías	169
8.4.1. Generalidades	169
8.5. Cargador del banco de baterías	172
8.5.1. Procedimiento de instalación	172
9. Válvulas	175
9.1. Válvulas de compuerta	175
9.1.1. Procedimiento de instalación	176
9.2. Válvulas de mariposa	180
9.2.1. Introducción	180
9.2.2. Procedimiento de instalación	180
9.3. Válvulas de no retorno (válvula check tipo columpio)	182
9.3.1. Procedimiento de instalación	182
9.4. Válvulas de admisión y expulsión de aire	185
9.4.1. Procedimiento de instalación	185
10. Bombas para extracción y distribución de agua potable	189
10.1. Bombas centrífugas verticales	189
10.1.1. Descripción general	189
10.1.2. Tubería y conexiones	191
10.1.3. Parte Eléctrica	205
10.2. Bombas centrífugas verticales tipo bote o barril	206
10.2.1. Descripción general	206
10.2.2. Procedimiento de instalación	206
10.3. Bombas reciprocantes de potencia tipo pistón	210
10.3.1. Descripción general	210
10.3.2. Procedimiento de instalación	210
10.4. Bombas tipo ariete	214
10.4.1. Descripción general	214
10.4.2. Procedimiento de instalación	214
10.4.3. Inspección e identificación de partes	214
11. Bombas para aguas residuales	217
11.1. Bombas rotatorias tipo tornillo	217
11.1.1. Descripción general.	217
11.1.2. Procedimiento de instalación	217
11.2. Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo seco	221

11.2.1. Descripción general	221
11.2.2. Procedimiento de instalación	221
11.3. Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo húmedo	224
11.3.1. Descripción general	224
11.3.2. Procedimiento de instalación	224
11.4. Bombas sumergibles para aguas residuales	226
11.4.1. Descripción general	226
11.4.2. Procedimiento de instalación	227
11.5. Bombas centrífugas verticales tipo flujo mixto y propela para aguas residuales	232
11.5.1. Bomba de flujo mixto	232
11.5.2. Bomba tipo propela	232
12. Instalación de piezas especiales de acero y fierro fundido	235
12.1. Compuertas deslizantes	235
12.1.1. Procedimiento de instalación	235
12.1.2. Instalación de compuerta a muros	237
12.1.3. Instalación de compuerta a canales	237
12.2. Compuertas deslizantes tipo radial	238
12.2.1. Procedimiento de instalación	238
12.3. Carretes, extremidades y codos de fierro fundido	239
12.3.1. Procedimiento de instalación	239
12.4. Juntas tipo Gibault y tipo Dresser	241
12.4.1. Procedimiento de instalación	241
12.5. Rejillas	242
12.5.1. Procedimiento de instalación	242
12.6. Múltiples y bridas	244
12.6.1. Procedimiento de instalación	244
12.6.2. Procedimiento de soldadura	245
12.7. Pintura	257
13. Grúas	259
13.1. Grúas y montacargas	259
13.1.1. Métodos de alambrado.	259
13.1.2. Instalación de los conductores de contacto	259
13.1.3. Medio de desconexión	261
13.1.4. Control	261
13.1.5. Puesta a tierra	262
13.2. Grúa viajera manual	262
13.2.1. Descripción general del equipo	262
13.2.2. Procedimiento de instalación	262
13.3. Grúa viajera eléctrica	264
13.3.1. Descripción general del equipo	264
13.3.2. Procedimiento de instalación	264

14. Seguridad en el manejo del equipo electromecánico	267
14.1. Prácticas	267
14.2. Equipo básico de protección	268
14.3. Primeros auxilios	271
14.3.1. La corriente mortal	271
14.3.2. Que hacer en caso de shock eléctrico	273
14.4. Señalizaciones	277
14.4.1. Carteles de acceso	277
14.4.2. Señalización de evacuación y socorro	278
14.4.3. Señalización contra incendios	278
14.4.4. Señalización de riesgos	279
14.4.5. Carteles informativos	279
Conclusiones	285
Anexo	
A. Problemas	287
B. Listado de normas para selección de equipo y materiales electromecánicos	293
C. Glosario	295
D. Notas aclaratorias	311
E. Bibliografía	313
Índice de ilustraciones	315
Índice de tablas	319
Índice alfabético	321

PRESENTACIÓN

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a la población, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo.

Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, mientras más nos acercamos a la cobertura universal, la tarea se vuelve más compleja.

Por ello, para responder a las nuevas necesidades hídricas, la administración del Presidente de la República, Enrique Peña Nieto, está impulsando una transformación integral del sector, y como parte fundamental de esta estrategia, el fortalecimiento de los organismos operadores y prestadores de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

En este sentido, publicamos este manual: como una guía técnica especializada, que contiene los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados.

Estamos seguros de que será de gran apoyo para orientar el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, disminuir los costos de operación, impulsar el intercambio de volúmenes de agua de primer uso por agua tratada en los procesos que así lo permitan, y realizar en general, un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente.

El Gobierno de la República tiene el firme compromiso de sentar las bases de una cultura de la gestión integral del agua. Nuestros retos son grandes, pero más grande debe ser nuestra capacidad transformadora para contribuir desde el sector hídrico a **Mover a México**.

Director General de la Comisión Nacional del Agua



OBJETIVO GENERAL

El *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS)* está dirigido a quienes diseñan, construyen, operan y administran los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento del país; busca ser una referencia sobre los criterios, procedimientos, normas, índices, parámetros y casos de éxito que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su carácter de entidad normativa federal en materia de agua, considera recomendable utilizar, a efecto de homologarlos, para que el desarrollo, operación y administración de los sistemas se encaminen a elevar y mantener la eficiencia y la calidad de los servicios a la población.

Este trabajo favorece y orienta la toma de decisiones por parte de autoridades, profesionales, administradores y técnicos de los organismos operadores de agua de la República Mexicana y la labor de los centros de enseñanza.



ANTECEDENTES

Para cumplir con su objetivo, el Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS) está estructurado en cinco módulos, los cuales están organizados de acuerdo a funciones específicas dentro del organismo operador. El Módulo tres *Proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento* incluye 32 libros de diseño para los distintos elementos que intervienen en el proceso de producción y distribución de agua potable, así como de la captación, desalojo y tratamiento de aguas residuales. Específicamente, dentro de este módulo el MAPAS ofrece cuatro libros enfocados al diseño, selección e instalación de los equipos electromecánicos, los cuales son:

- LIBRO 15. CÁLCULO, ESTUDIO Y DISEÑO DE INSTALACIONES MECÁNICAS
- LIBRO 16. CÁLCULO, ESTUDIO Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
- LIBRO 17. SELECCIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES ELECTROMECÁNICOS
- LIBRO 18. INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO

Por su parte el módulo cuatro *Operación y mantenimiento* cuenta con 14 libros que presentan procedimientos y recomendaciones para la operación y mantenimiento de redes de agua potable, alcantarillado y sistemas de tratamiento. Dentro de estos dos libros están enfocados al mantenimiento y optimización de los elementos y materiales electromecánicos, estos son:

- LIBRO 41. EFICIENCIA ENERGÉTICA, USO EFICIENTE Y AHORRO DE LA ENERGÍA
- LIBRO 43. PRUEBAS, PUESTA EN SERVICIO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO Y MATERIALES ELECTROMECÁNICOS

Estos seis libros se interrelacionan y se complementan entre sí y con los 49 libros restantes del manual, por lo que para una correcta interpretación de la información contenida en estos, se debe considerar de forma integral el contenido de los seis libros.

De forma particular, este libro ofrece a los organismos operadores las recomendaciones básicas para la correcta instalación de equipos mecánicos y eléctricos que intervienen dentro de cualquier instalación electromecánica del sector. La información de este documento fue tomada directamente de

la normatividad vigente, los manuales técnicos de diferentes equipos y materiales, así como recomendaciones de personal operativo que se dedica a la instalación de estos equipos.

Este libro contiene 14 capítulos, la primera parte aborda los fundamentos legal y jurídica de permite a los organismos operadores y a la CONAGUA realizar sus actividades. La segunda parte está enfocada a la instalación de equipos y materiales eléctricos, la tercera parte presenta procedimientos y recomendaciones para las instalaciones de equipos y elementos mecánicos; la última parte del libro se desarrolla para presentar las medidas mínimas de protección y seguridad que se deben atender por parte del personal que realiza las labores. El libro se complementa con una serie de anexos que enriquecen la información contenida.

Aunque el libro contiene amplia información con respecto al tema eléctrico y mecánico es necesario tener nociones básicas de electricidad, bombas, válvulas y motores, con el fin de poder comprender ciertos conceptos, además se recomienda siempre leer y comprender los manuales del fabricante para realizar los procedimientos de instalación y operación adecuados esto con el fin de evitar problemas al momento de necesitar hacer válida cualquier garantía. En el caso de necesitar información más especializada sería conveniente referirse a libros más específicos, en función al tema o información proporcionada directamente por el proveedor de componentes eléctricos.

Palabras clave:

Subestación eléctrica, tableros, motores, canalizaciones, sistemas de tierras, válvulas, bombas horizontales bombas verticales, compuertas, múltiples, bridas, rejillas, grúas, protección, seguridad.

NOTA IMPORTANTE:

Considere que los lineamientos y recomendaciones indicadas en este libro, obedecen a la experiencia de los especialistas en el sector hídrico. En ningún caso se pretende sustituir a las normas oficiales, internacionales, ni la aplicación de la mejor práctica de la ingeniería por lo que debe considerarse como una guía para la instalación de equipos

1

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

En la actualidad en nuestro país enfrentamos grandes problemas energéticos, por lo que es conveniente que para resolverlos, se pueda contar con lineamientos que permitan a los organismos operadores ser más eficientes en la instalación y montaje de equipo electromecánico. Así como también implementar recomendaciones nacionales e internacionales en la correcta instalación de equipos mecánicos y eléctricos que intervienen dentro de cualquiera instalación como: tableros, motores, conductores, canalizadores, válvulas o piezas, bombas de extracción y distribución de agua potable o de aguas residuales.

Todo lo anterior debe estar estrictamente relacionado con el conocimiento por parte del personal operativo del organismo, del sistema hidráulico al cual está ligado; los niveles de eficiencia, dispositivos y accesorios necesarios para su funcionamiento, de lo contrario llevarán a una baja eficiencia sin obtener ahorros sustantivos en su operación. Aunado a ello debemos también considerar, que el uso adecuado de la energía hará más eficiente la oferta del servicio de abastecimiento de agua potable a la población, así como mejorar la operación de plantas de aguas residuales, que favorezcan el uso racional de los recursos ambientales.

El personal responsable del organismo operador deberá ser personal calificado, cuyos conocimientos y facultades especiales para intervenir en la proyección, cálculo, construcción, operación o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica.

Deberán a su vez, tomar en consideración el marco jurídico y normativo existente para justificar los criterios en la selección de equipo y material electromecánico requerido. El método utilizado para la determinación de la eficiencia electromecánica está fundamentado en Normas Oficiales Mexicanas, en tanto que para la predicción, causas de ineficiencia y otras recomendaciones, se basan en las Normas ANSI/HI, en publicaciones y experiencias.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), órgano Administrativo, normativo, técnico, consultivo y desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para llevar a cabo las atribuciones que le han sido conferidas, y para apoyar lo anterior, trabaja en conjunto con diversas instancias en el ámbito federal, estatal y municipal; asociaciones de usuarios y empresas; instituciones del sector privado y social así como organizaciones internacionales. Por lo que tiene la misión y visión de:

Misión

Preservar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes para su administración sustentable y garantizar la seguridad hídrica con la responsabilidad de los órdenes de gobierno y la sociedad en general.

Visión

Ser una institución de excelencia en la preservación, administración de las aguas nacionales y la seguridad hídrica de la población.

Basado en lo anterior la CONAGUA busca apoyar a los responsables de los organismos operadores en la mejor toma de decisión en la instalación y montaje de equipo electromecánico, basados en instrumentos de gestión tanto en un marco jurídico, como en un marco normativo, de tal manera que ante cualquier eventualidad, pueda tenerse la certeza de que se procedió con base a la legislación y normatividad nacional, y reforzada por estándares internacionales.

1.1. MARCO JURÍDICO

A continuación se presenta el Marco Legal a fin de considerar las normas jurídicas que se establecen, iniciando en la Constitución Política y apoyándose en las diferentes leyes de carácter general con sus respectivos reglamentos para su aplicación, en materia de proyectos de agua, lo que debe hacerse, por lo que fundamentan el presente libro.

- Constitución política
- Ley de Aguas Nacionales
- Reforma energética en México
- Ley de Energía Geotérmica

- Ley de la Industria Eléctrica
- Ley de los órganos reguladores y coordinados en materia energética
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
- Ley orgánica de la Administración Pública Federal
- Ley de la Comisión Reguladora de Energía
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Trasmisión Energética
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
- Ley del Sistema de Horario en los Estados Unidos Mexicanos
- Ley General del Cambio Climático
- Ley federal Sobre Meteorología y Normalización
- Ley de Planeación
- Reglamento de Ley de Aguas Nacionales
- Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
- Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en Materia de Aportaciones
- Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Trasmisión Energética
- Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
- Reglamento de la Ley federal Sobre Meteorología y Normalización
- Otras leyes secundarias

1.2. MARCO NORMATIVO

A continuación se presenta el Marco Normativo que contiene los programas, normas y reglas específicas para realizar y atender proyectos de

agua, obedeciendo lo señalado en el marco jurídico.

La ingeniería de selección de instalaciones mecánicas deberá estar de acuerdo a las partes aplicables de la siguiente normatividad, estándares y reglamentos vigentes:

- Plan Nacional de Desarrollo
- Plan Nacional Hídrico
- Programa Nacional de Normalización
- Normas Oficiales Mexicanas
- Normas Mexicanas
- Normas Internacionales
- Normas extranjeras
- Sistema General de Unidades de Medida

Nota Importante:

Para la correcta utilización de este libro es necesario consultar las siguientes normas:

NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NMX	Normas Mexicanas
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	International Electrotechnical Commission
NEC	National Electric Code
ANSI/HI	Hydraulic Institute
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NEC	National Electric Code



2

SUBESTACIONES

2.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN¹

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.

La Ilustración 2.1 muestra un ejemplo de subestación.

¹ Fuentes : NOM-001-SEDE; CFE-K0000-13 y CFE-DCCIAMBT

2.1.1. LETREROS DE ADVERTENCIA

2.1.1.1. 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 envoltentes 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

Ilustración 2.1 Subestación eléctrica convencional



- En todas las charolas portacables que contengan conductores de alta tensión, colocando avisos de advertencia cuando menos cada 3.00 metros

2.1.1.2. 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.

2.1.1.3. 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.

2.1.1.4. 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

2.1.1.5. Tablero con envolvente y blindaje metálico

Cuando se instale un tablero con envolvente metálica, 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

2.1.2. 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

2.1.3. 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.

2.1.3.1. 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 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

2.1.4. 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.

2.1.4.1. 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.

2.1.4.2. 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.

2.1.4.3. 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.

2.1.4.4. 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*.

2.1.4.5. Alumbrado de emergencia

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

2.1.5. PISOS, BARRERAS Y ESCALERAS

2.1.5.1. 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.

2.1.5.2. 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).

2.1.5.3. 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.

2.1.6. 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".

2.1.7. 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.

2.1.7.1. 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.

2.1.7.2. 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.

2.1.7.3. 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

2.1.7.4. 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

2.1.8. 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.

2.1.9. 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.

2.1.10. 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.

2.1.11. 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.

2.1.11.1. 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.

2.1.11.2. 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.

2.1.11.3. 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.

2.1.11.4. 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

2.1.11.5. 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.

2.1.11.6. 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.

2.2. SUBESTACIÓN TIPO POSTE²

Este documento establece las acciones mínimas para realizar la instalación de subestaciones tipo poste que permitan lograr una operación eficiente y segura para equipos trifásicos de hasta 33 kV que se utilizan en el sector agua (ver Ilustración 2.2).

2.2.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación de la subestación rural hacer una inspección visual del equipo.

2.2.1.1. Inspección Visual

Transformador

Revisar que todos los accesorios del transformador en general no presenten daños visibles, verificar los siguientes puntos:

- a) Revisar que no haya fugas o manchas de aceite en las uniones del tanque y accesorios
- b) Revisar que las boquillas de alta y baja tensión no tengan roturas, grietas o despostilladuras visibles
- c) Revisar que los conectores de las boquillas del transformador estén completos

Equipo de protección

Revisar cuidadosamente que los siguientes accesorios no presenten roturas, grietas o despostilladuras visibles en la porcelana y que sus aditamentos metálicos no estén flojos:

- a) En apartarrayos
- b) En cortacircuitos fusibles

Postería

Revisar que cada uno de los postes se encuentre alineado.

2.2.1.2. Colocación

Transformador

La colocación de la subestación rural es de acuerdo a los siguientes arreglos:

Todo el equipo eléctrico, excepto las cuchillas, deben tener protección contra sobretensión (apartarrayos) en cada una de sus fases de conexión al equipo, tanto el lado de la fuente como en el lado carga.

Todos los transformadores deben tener protección contra sobrecorriente mediante eslabones fusible.

Preferentemente utilice Transformadores Auto-protectados.

Ilustración 2.2 Subestación rural tipo poste



2 Fuentes: CFE-DCCIAMBT.

Los transformadores ligeros (hasta un peso de 250 kilos) se sujetan al poste con un soporte CV1 en la parte superior y como separador se usa un tornillo de 16x63 cm. Para sujetar transformadores pesados (peso mayor de 250 kgs) se utilizan dos soportes CV1.

Todas las conexiones de los bornes secundarios de las fases y neutro del transformador a la línea de baja tensión deben ser con cable de cobre con aislamiento termoplástico para instalaciones de hasta 600 V para 75° C.

La conexión del neutro al tanque del transformador y de ahí a la bajante debe ser con cable semiduro desnudo calibre 4 AWG.

Transformador en poste:

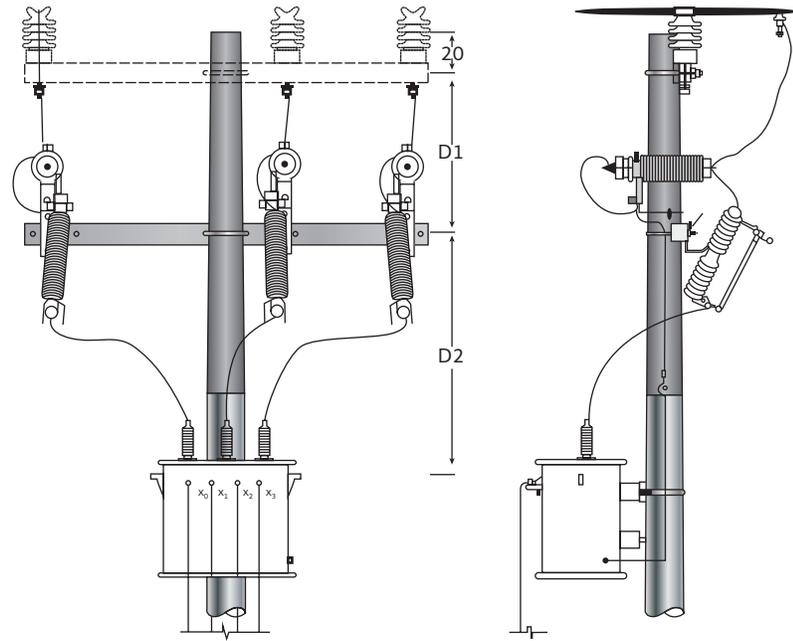
- a) Manejar siempre el transformador con sus protecciones para transporte y con montacargas, algún tipo de grúa, rodillos o con poleas y cables
- b) Levantar siempre el transformador de sus ganchos ubicados en los costados del tanque
- c) Orientar el transformador
- d) Si el transformador es ligero y se instala en un solo poste:

- Elevar el transformador hasta la altura de instalación, evitar apoyarse en algún accesorio para no dañarlo
 - Dejar bien apretadas las tuercas del herraje de sujeción del transformador
- e) Si el transformador no tiene soportes de fijación en poste y se instala en plataformas o parrillas:
- Elevar el transformador, sin apoyarse en algún accesorio para no dañarlo, centrarlo en la plataforma y apoyarlo de manera confiable en los largueros de la misma. No emplear esta plataforma en zonas de actividad sísmica a menos que el equipo se sujete al poste con cable para retenida

En la Ilustración 2.3 se muestra el arreglo de subestación rural tipo poste (un poste); en la Ilustración 2.4 se muestra el arreglo de subestación rural tipo poste (dos postes).

En la Ilustración 2.5 se muestra el arreglo de subestación rural tipo pedestal (un poste); en la Ilustración 2.6 y Ilustración 2.7 se muestra el arreglo en planta de subestación rural tipo pedestal (cuatro postes).

Ilustración 2.3 Transformador trifásico en un sistema 3F-4H



KV	Distancia	
	D1	D2
13	80	120
23	90	130
33	100	140

Acotaciones en centímetros

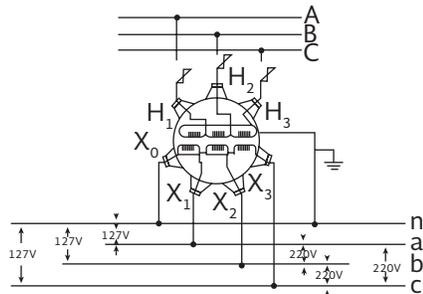
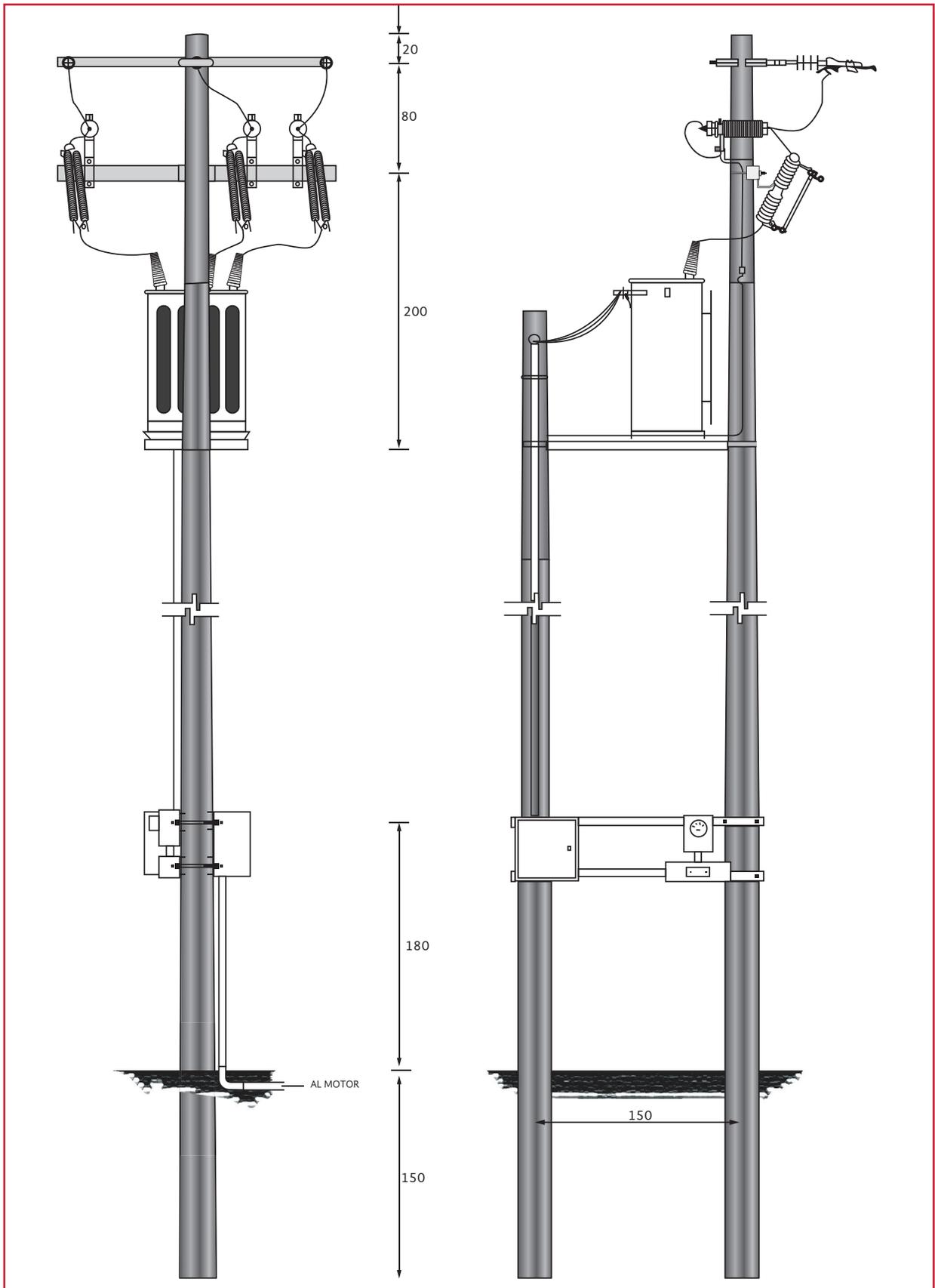


Diagrama de conexiones

Fuente: CFE DCCIAMBT

Ilustración 2.4 Subestación tipo poste, (dos postes)



Fuente: CFE DCCIAMBT

Ilustración 2.5 Subestación rural tipo pedestal

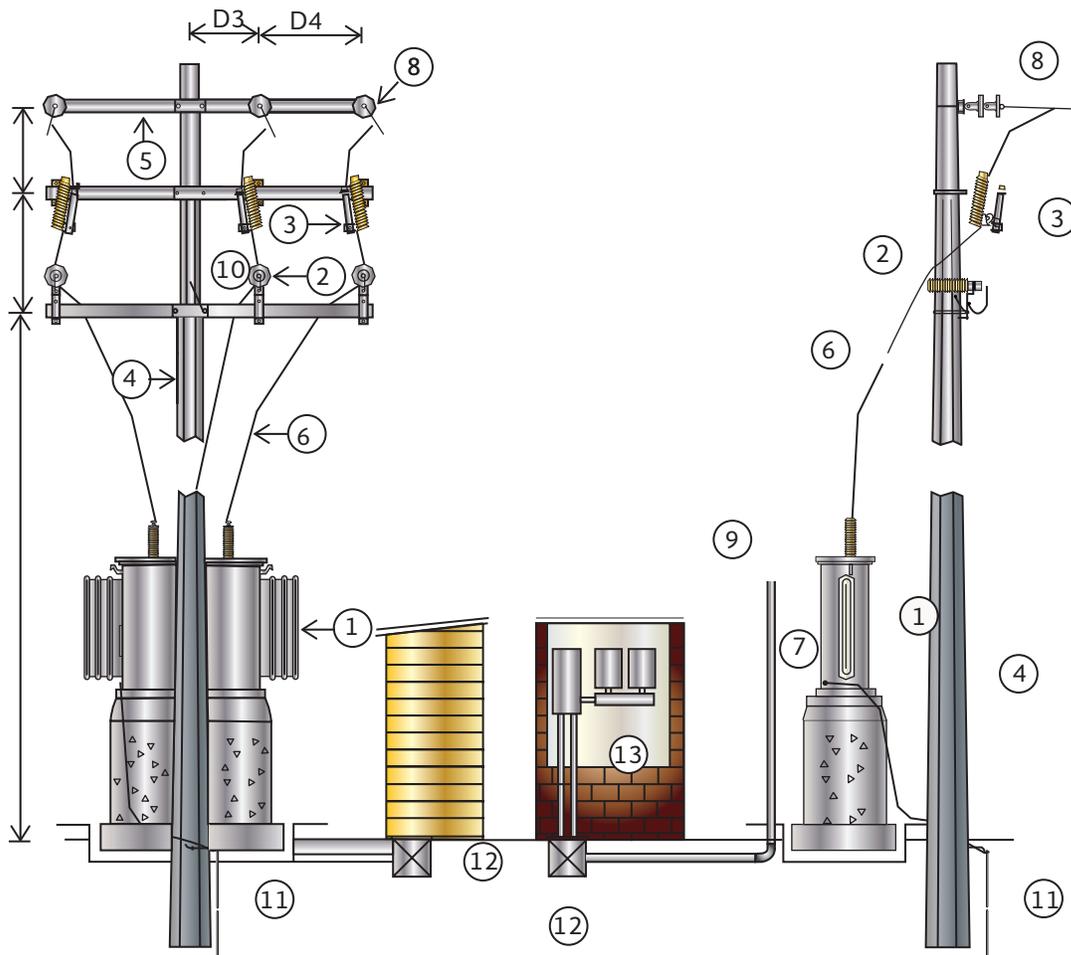
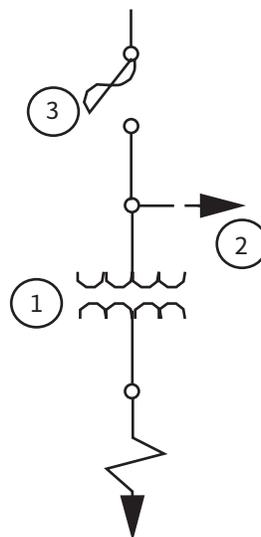


Diagrama unifilar

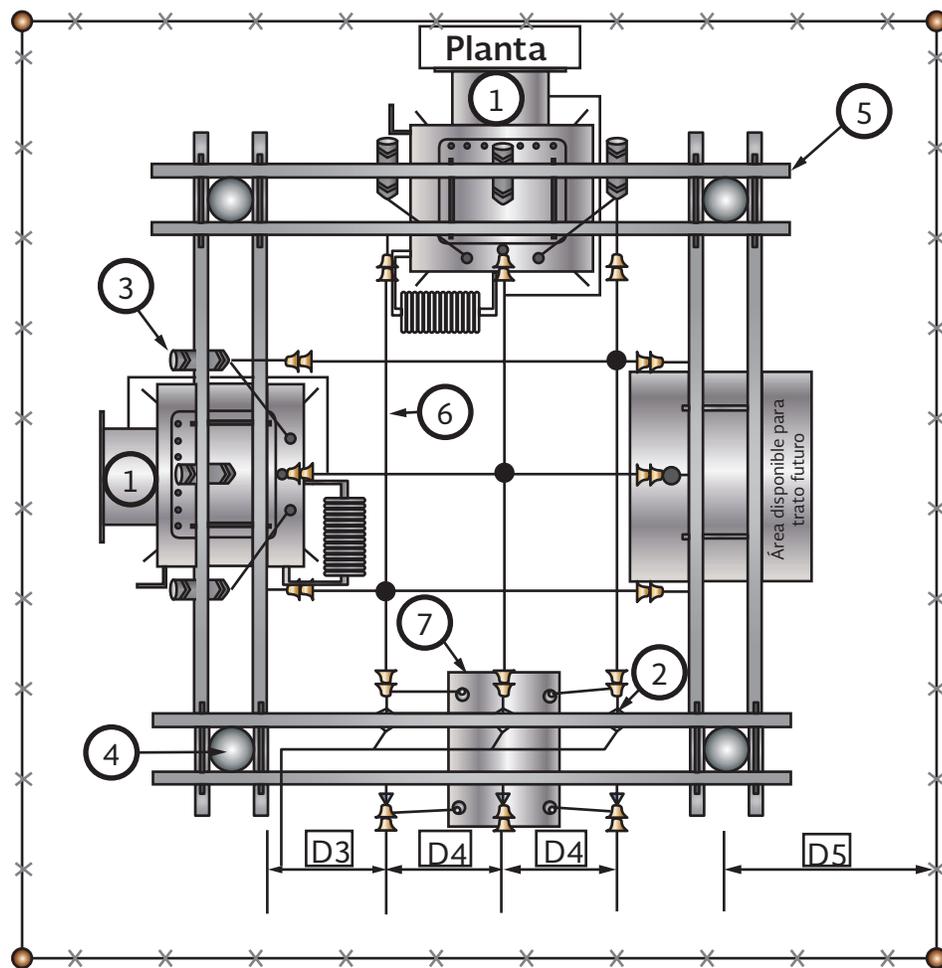


Lista de equipos y materiales

- 1.- Transformador.
- 2.- Apartarrayos
- 3.- Fusible de corto circuito.
- 4.- Poste.
- 5.- Cruceta.
- 6.- Cable desnudo.
- 7.- Cable aislado.
- 8.- Aislador.
- 9.- Mufa.
- 10.- Bajante de tierra.
- 11.- Electrodo de tierra.
- 12.- Registro.
- 13.- Equipo de medición.

Distancia mínima cm					
kV	D1	D2	D3	D4	D5
4.16	80	120	15	18	95
13	80	120	16	31	110
23	90	130	26	38	150
33	100	140	33	46	150

Ilustración 2.6 Subestación rural tipo pedestal, planta (cuatro postes)

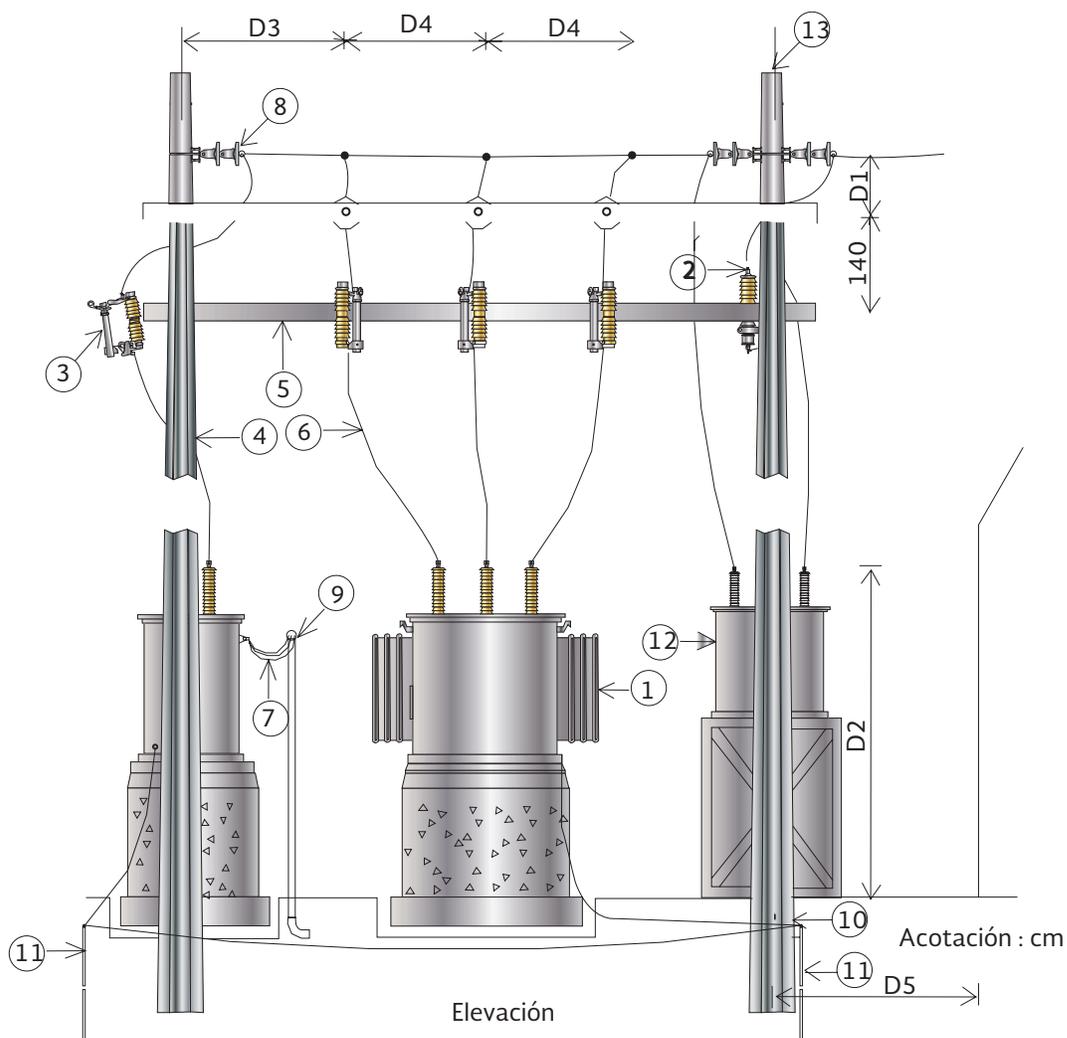


Distancia mínima cm					
kV	D1	D2	D3	D4	D5
4.16	80	250	15	18	95
13	80	270	16	31	110
23	90	280	26	38	150
33	100	290	33	46	150

Nota:
Estas distancias podrán ser adecuadas pero en ningún caso menores a las indicadas

- Lista de equipos y materiales
- 1.- Transformador
 - 2.- Apartarrayos
 - 3.- Cortacircuito fusible
 - 4.- Poste
 - 5.- Cruceta
 - 6.- Cable desnudo (AT)
 - 7.- Equipo de medición

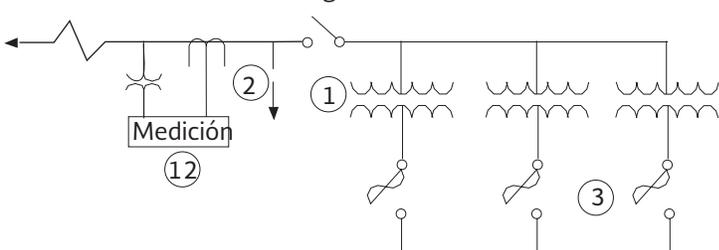
Ilustración 2.7 Subestación rural tipo pedestal elevación (cuatro postes)



Lista de equipo y materiales

- 1.- Transformador.
- 2.- Apartarrayos.
- 3.- Fusible de cortocircuito.
- 4.- Poste.
- 5.- Cruceta.
- 6.- Cable desnudo.
- 7.- Cable aislado.
- 8.- Aislador.
- 9.- Mufa.
- 10.- Bajante de tierra.
- 11.- Electrodo de tierra.
- 12.- Equipo de medición.
- 13.- Pararrayos.

Diagrama unifilar



Cortacircuitos fusibles de distribución

- Los cortacircuitos fusibles de protección para la línea de media tensión o equipo deben quedar orientados en dirección al liniero que los operara con pértiga
- Las conexiones eléctricas de las líneas al cortacircuito y de este al equipo o línea que alimente deben ser con conductor de cobre. Los cortacircuitos fusibles para equipo, se instalan en un nivel inferior y en una cruceta independiente a la cruce-ta de la línea
- Debido a que el diseño de los cortacircui-tos varía con el fabricante, es necesario verificar y ajustar los herrajes de acuerdo a sus instructivos
- Los cortacircuitos fusible se instalan en la cruceta en el punto donde se ubican las perforaciones para los aisladores
- Colocar los cortacircuitos fusible en la cru-ceta, de tal manera que queden en el ex-tremo opuesto de donde está instalado el transformador, para facilitar su operación

Apartarrayos

Los apartarrayos utilizados en instalaciones aé-reas de distribución por lo regular son de óxidos metálicos. La selección del apartarrayo está en función de la tensión de la línea y del apartarra-yo de acuerdo al tipo de sistema, hacer la insta-lación de acuerdo a lo siguiente:

1. Los apartarrayos se deben instalar en posición horizontal, el conductor flexi-ble de la terminal para conexión a tierra del apartarrayo, se debe conectar a una

de las tuercas de sujeción del herraje de soporte, éste mismo punto se debe usar para interconectar los apartarrayos con alambre de cobre N°4 AWG

2. Todas las conexiones mecánicas deben estar firmemente apretadas para asegu-rar la rigidez de la instalación
3. La conexión de la línea al equipo o cor-tacircuito fusible hacerla normalmente con alambre de cobre desnudo 4 AWG. Este puede quedar de paso y con con-ección firme en caso de que el equipo por alimentar requiera de conductor mayor al 4 AWG, el puente de la línea al equipo hacerlo de una sola pieza y la conexión al apartarrayo hacerla con una derivación del puente. Tal derivación hacerla con alambre de cobre calibre 4 AWG y co-nector a compresión
4. La conexión a la fase del apartarrayo debe ser continua de paso al cortacircuito o equipo, dejando una pequeña curva para que no quede rígida esta interconexión

2.2.1.3. Conexiones

Hacer las conexiones en alta tensión de acuerdo a lo siguiente:

1. Verificar que la acometida en alta tensión esté sin potencial y aterrizar las tres fases
2. Conectar cada fase de la acometida aérea a su correspondiente cortacircuito fusi-ble y a las terminales de línea del apar-tarrayos. Formar en cada conexión una pequeña curva para no dejar mecánica-

mente rígidas las interconexiones

3. Conectar el extremo inferior de cada cortacircuito fusible a cada una de las boquillas de alta tensión del transformador. Formar en cada conexión una pequeña curva para no dejar mecánicamente rígidas las interconexiones
4. Aplicar a los conectores y tornillería en general el par recomendado por el fabricante

2.2.1.4. Conexión a Tierra

La seguridad del personal y del equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución por lo que la conexión del neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas.

La bajante para tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos para tierra y equipos de la estructura.

1. Bajante a tierra:
 - a) La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25 ohms en tiempo de secas, cuando el terreno está húmedo debe tener un máximo de 10 ohms
 - b) Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de calibre 4 AWG mínimo
 - c) Nunca se deben utilizar conductores ACSR o ACC

- d) La bajante para tierras en nuevas instalaciones se debe instalar en el interior del poste, para el caso de instalaciones existentes se podrá instalar por el exterior utilizando protector TS

2. Transformador:

- a) El tanque de los transformadores, seccionadores, reguladores y soportes deben estar aterrizados en la base de la estructura
- b) Conectar el tanque a tierra por medio del conector mecánico que se encuentra en un costado. Conectar el cable a la bajante de tierra o a las varillas de tierra, dependiendo del arreglo de la subestación

3. Apartarrayos:

- a) El conductor flexible de la terminal para conexión a tierra del apartarrayo se debe conectar a una de las tuercas de sujeción del herraje de soporte, este mismo se debe usar para interconectar los apartarrayos con alambre de cobre calibre 4 AWG
- b) La bajante a tierra conectarla en el extremo superior a la abrazadera U entre la cruceta y la arandela de presión, y el extremo inferior conectarlo en derivación al sistema de tierra principal

En la Tabla 2.2 se muestran las distancias mínimas a partes vivas descubiertas.

Tabla 2.2 Distancias mínimas a partes vivas descubiertas

Tensión nominal entre fases (Volts)	Altura mínima (metros)	Distancia horizontal mínima (metros)	Distancia mínima de resguardo a partes vivas (metros)
Hasta 600	2.6	1.0	0.05
Más de 600 y hasta 6 600	2.7	1.0	0.10
13 800	2.7	1.07	0.15
23 000	2.8	1.14	0.23
34 500	3.9	1.2	0.30

Fuente: NOM-001-SEDE

2.2.2. INSPECCIÓN FINAL

Después de instalar la subestación rural, realizar la siguiente:

Verificación

1. Transformador:
 - a) Revisar nuevamente que los radiadores (si los lleva) no presentan golpes o abolladuras
 - b) Revisar que no existan manchas de aceite en las uniones de los accesorios con el tanque del transformador o con otros accesorios
 - c) Revisar que el cambiador de derivaciones externo esté en la posición correcta y con el sistema de bloqueo mecánico activado
2. Fusibles de cortacircuitos:
 - a) Revisar que los fusible del cortacircuitos se encuentren colocados y conectados
 - b) Comprobar el cierre y apertura de las cuchillas empleando pértiga. Obser-

var que en el cierre se establezca una buena conexión entre los contactos y que en la apertura, ninguna de las cuchillas quede en una posición intermedia

3. Apartarrayos:

- a) Verificar la conexión de cada apartarrayos con su respectiva fase y su conexión a tierra

Pruebas al equipo conectado

Antes de la puesta en operación, se recomienda realizar las siguientes pruebas al transformador:

1. Con el transformador conectado, probar la resistencia de aislamiento de las fases a tierra
2. Probar en alta tensión con una tensión de prueba de 2 500 Volts de corriente directa
3. Probar en baja tensión con una tensión de prueba de 500 Volts de corriente directa



3

INSTALACIÓN DE TABLEROS

3.1. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES³

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.

³ Fuente: NOM-001-SEDE.

Ilustración 3.1 Centro de control de tablero de motores



3.1.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN

3.1.1.1. 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.

3.1.1.2. 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.

3.1.1.3. 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 disposicio-

nes de volumen para esas cajas (ver Tabla 3.2 y Tabla 3.3).

3.1.2. 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

3.1.2.1. 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 ba-

- rras, 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

En la Ilustración 3.2 se muestra un centro de control de motores.

3.1.2.2. Conexión a Tierra

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

3.1.2.3. 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

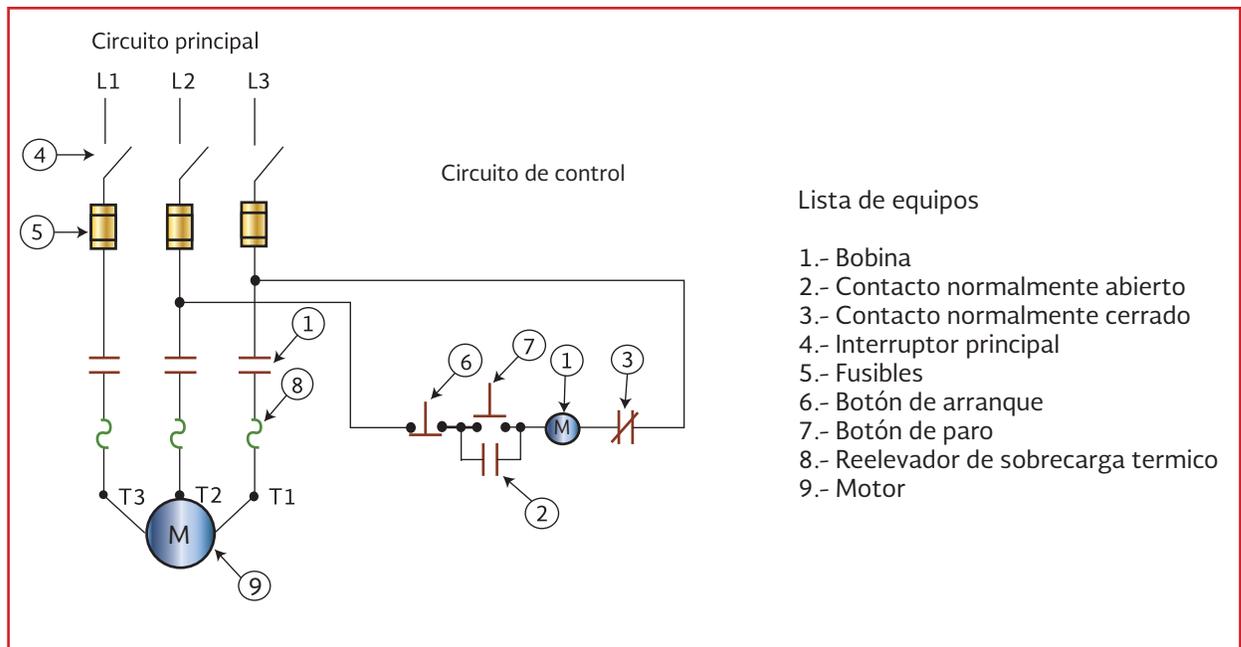
En la Ilustración 3.3 se muestra el diagrama de conexiones de arranque a tensión plena.

En la Ilustración 3.4 se muestra el diagrama de conexiones de arranque a tensión reducida con autotransformador; en la Ilustración 3.5 se muestra el diagrama unifilar de medición de un centro de control de motores.

Ilustración 3.2 Centro de control de motores

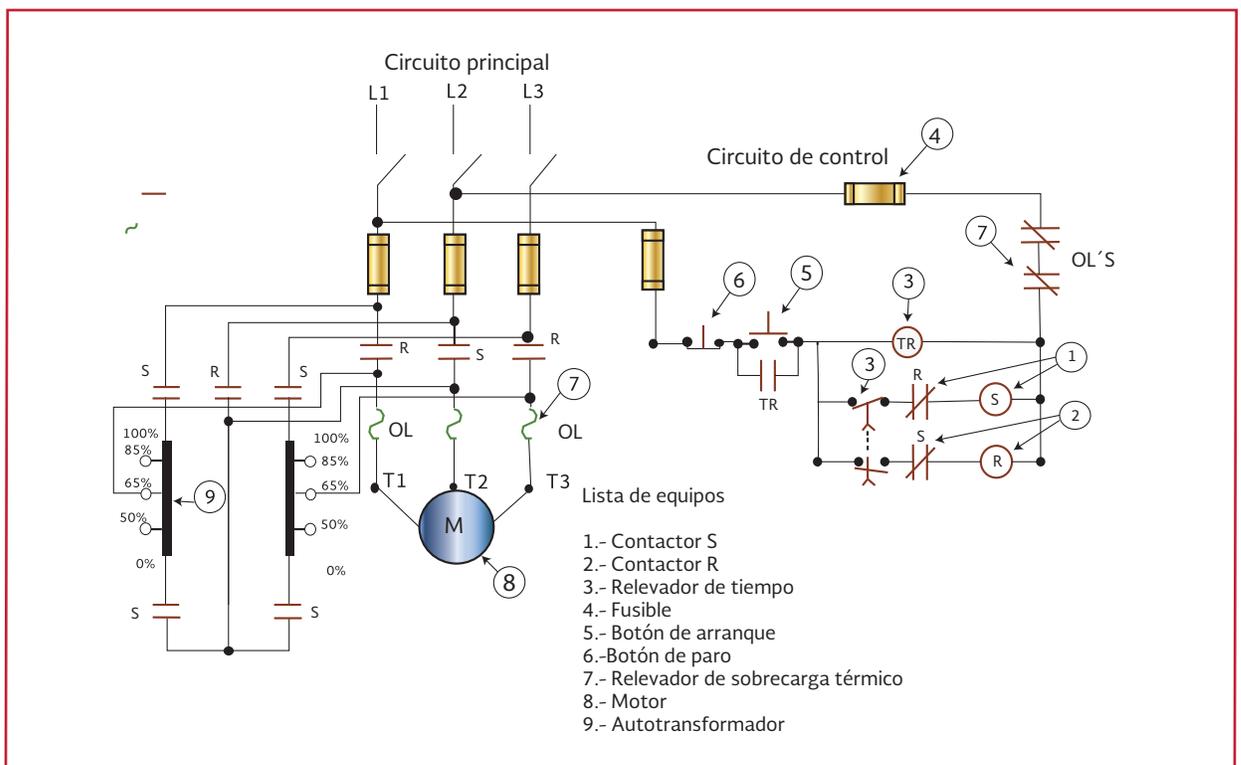


Ilustración 3.3 Arranque a tensión plena



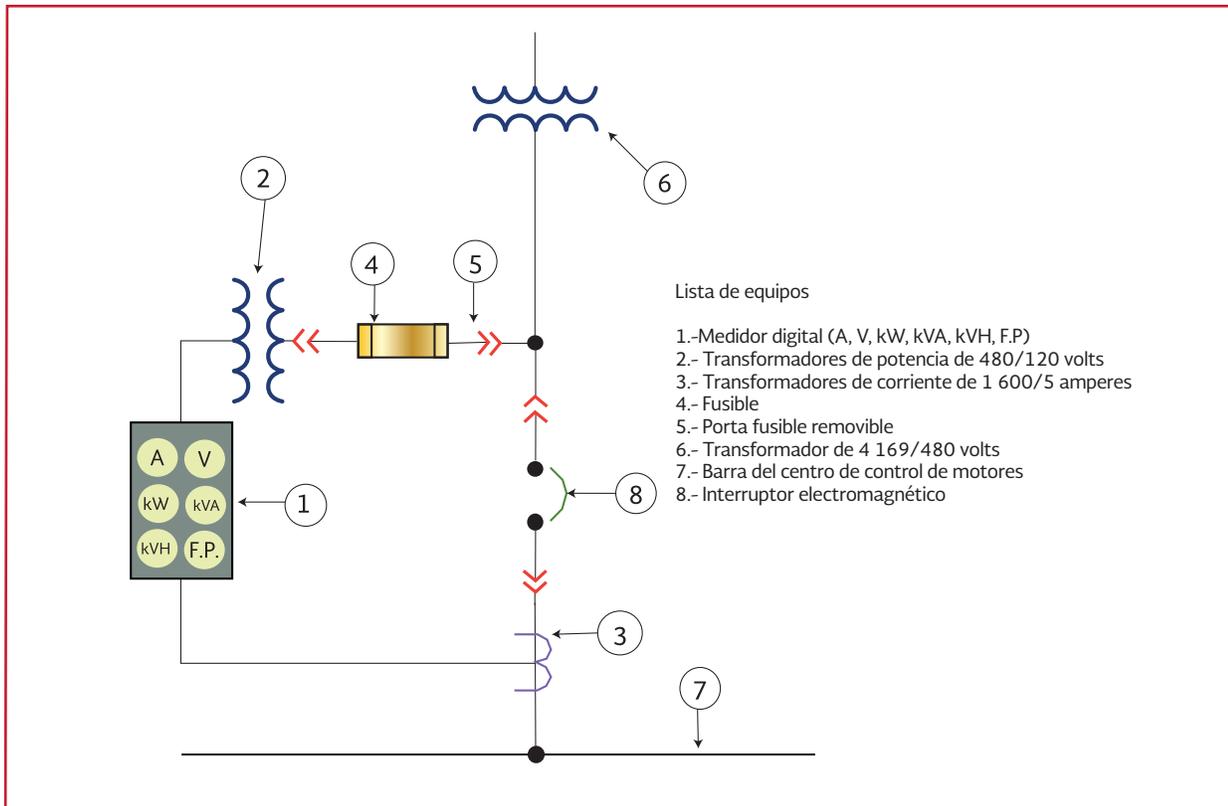
Fuente: Simbología NEMA ICS-19 y NMX-J-136

Ilustración 3.4 Arranque a tensión reducida con autotransformador con transición cerrada



Fuente: Simbología NEMA ICS-19 y NMX-J-136

Ilustración 3.5 Equipo de medición en baja tensión



Fuente: Simbología NEMA ICS-19 y NMX-J-136

3.1.3. 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

3.2. TABLEROS BLINDADOS

3.2.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación del tablero blindado, hacer una inspección visual del equipo y bases.

3.2.1.1. Inspección Visual

Tablero blindado

1. Verificar que el tablero blindado y sus accesorios son los especificados para la instalación deseada (revisar la placa de datos)
2. Tener planos de control y alambrado del tablero blindado
3. Revisar que el gabinete del tablero blindado se encuentre en buenas condiciones en su pintura, acabado y ensamble
4. Revisar que las barras de fase y tierra y su aislamiento (si existe) que van en el interior de los gabinetes, estén completas y que tengan la tornillería completa para sus conexiones
5. Revisar que los medios de sujeción (tornillos, remaches o soldadura) que unen armazones, cubiertas y otras partes estructurales tengan continuidad eléctrica
6. Revisar que los accesorios de soporte de barras, no presenten daños o tengan alguna conexión mecánica floja.
7. 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) Dispositivos de interrupción
 - b) Transformadores de corriente y potencial

- c) Instrumentos de medición y dispositivos de protección y control

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 tablero blindado

3.2.1.2. Colocación

Gabinetes

1. Manejar siempre el tablero blindado con sus protecciones para transporte con montacargas, rodillos o algún tipo de grúa con ganchos
2. Levantar con extremo cuidado, orientar y colocarlo en la base de canales de acero o de concreto.
3. Nivelar y anclar los gabinetes con tornillería adecuada

Interruptor

1. Colocar el interruptor sobre sus rieles
2. Conectar permanentemente cada envolvente unitaria a la barra de tierra
3. Conectar permanentemente toda parte metálica no portadora de corriente a la barra de tierra
4. Conectar la barra de tierra al sistema de tierras

En la Ilustración 3.6 se muestra un tablero blindado.

Ilustración 3.6 Tablero blindado SWICHGEAR TAD



3.2.1.3. Conexiones

Después de verificar el aislamiento del tablero blindado y puesto en servicio sin carga, realizar lo siguiente:

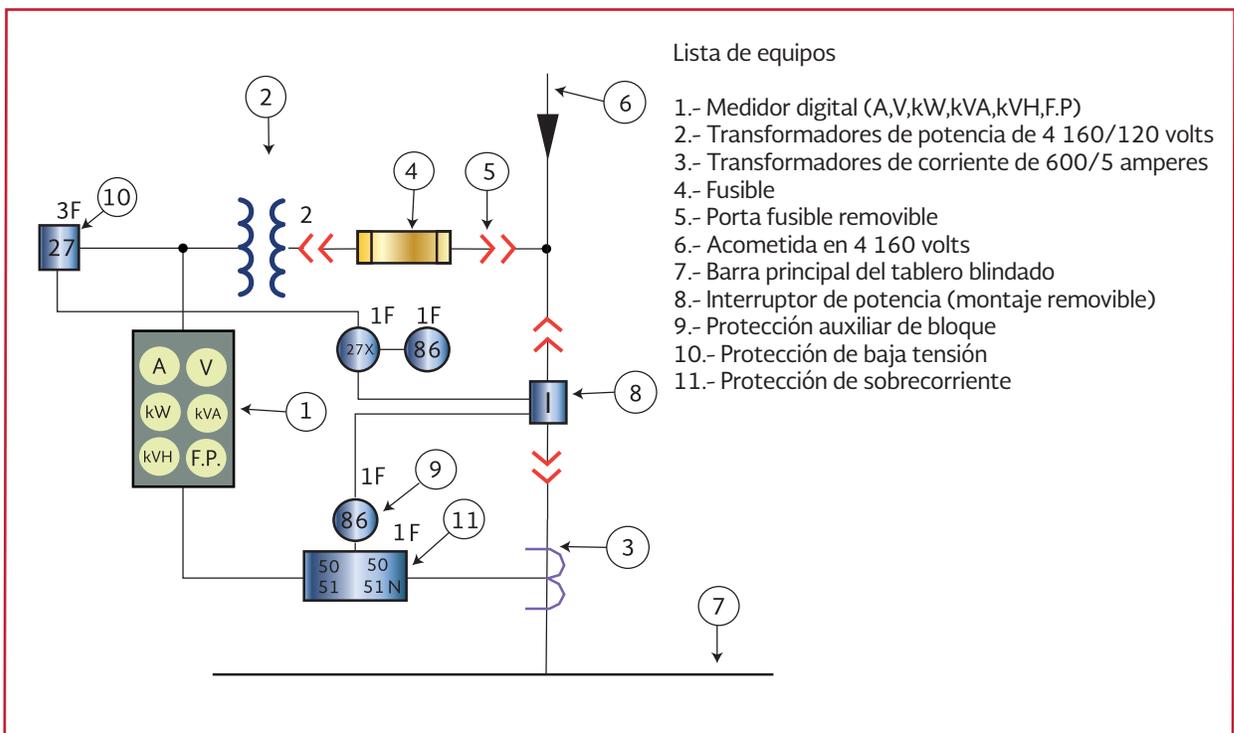
1. Emplear planos del fabricante
2. Verificar la secuencia de fases, limpiar

los contactos con solvente y conectar los cables de fuerza con los radios de curvaturas requeridos y con los conectores mecánicos respectivos

3. Hacer el alambrado de control correspondiente en las tabllas de conexiones
4. Hacer en la parte de atrás de la unidad, todas las conexiones a dispositivos remotos
5. Revisar el que el código de colores en los cables de fuerza y control sea el adecuado según el diagrama eléctrico
6. Revisar que todos los cables estén etiquetados e identificados
7. Revisar que todos los elementos estén bien sujetos a la platina del tablero
8. Revisar que el cableado esté debidamente acomodado y peinado

En la Ilustración 3.7 se muestra el diagrama de equipo de medición y protección de un tablero blindado.

Ilustración 3.7 Diagrama de equipo de medición y protección en baja tensión



Fuente: Simbología NEMA ICS-19 y NMX-J-136

Después de instalar el tablero blindado, realizar lo siguiente:

Verificación de gabinete

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

Verificación de interruptor

1. Revisar que todos los mecanismos de operación de los interruptores funcionan correctamente.
 - a) Revisar que los dispositivos primarios y secundarios de desconexión se enganchan cuando se mueva hacia su posición de conectado
 - b) Verificar que la puerta del compartimiento se cierra y se bloquea cuando el interruptor esté conectado

- c) Revisar que los dispositivos de desconexión secundarios se enganchan cuando se mueva hacia la posición de prueba
 - d) Revisar que los dispositivos de desconexión primarios y secundarios se desenganchen cuando se mueva a la posición de desconectado y se aísla por completo el interruptor
 - e) Revisar que el interruptor se mueve libremente hacia la posición remover
2. 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 del 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, control y protección

1. Quitar los bloqueos (si existen) de relevadores y equipos de medición
2. Verificar ajustes de relevadores
3. Revisión general de conexiones de control
4. Revisión general de conexiones de transformadores de corriente y potencial
5. Verificar que los fusibles estén colocados
6. Revisar estado general de instrumentos y datos de placa

7. 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

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

3.3. TABLEROS DE ALUMBRADO Y DISTRIBUCIÓN⁴

3.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de colocar el tablero hacer una inspección visual de los mismos y a las bases de colocación (ver Ilustración 3.8).

3.3.1.1. Inspección

Gabinete

1. Verificar que el gabinete y sus accesorios son los especificados para la instalación deseada (revisar la placa de datos)
2. Revisar que el gabinete y puerta se encuentren en buenas condiciones en su pintura, acabado y ensamble.
3. Revisar el funcionamiento correcto de la cerradura
4. Verificar que en la parte interior de la puerta, se encuentra adherido el directorio de identificación de circuitos

Interruptores

1. Revisar la base de colocación de los interruptores:
 - a) Verificar que sus medios de sujeción (tornillos o remaches) estén completos
 - b) Revisar que los accesorios de soporte de barras de fase, neutro y tierra no presenten daños o tengan alguna conexión mecánica floja

Ilustración 3.8 Tablero de alumbrado y distribución



- c) Revisar cuidadosamente que los dispositivos de interrupción no presenten daños y que su mecanismo de interrupción funcione correctamente en las posiciones de encendido y apagado, de ser posible, verificar continuidad

Medición

Si el tablero tiene medición, 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:

4 Fuentes del subcapítulo: NOM-001-SEDE

1. Transformadores de corriente y potencial
2. Instrumentos de medición

Bases

1. Si el tablero se instala dentro o sobre muros, revisar que el orificio de empotramiento o el muro esté terminado, nivelado y limpio, con las dimensiones apropiadas para el tablero y colocación de conduits o canalizaciones
2. Si el tablero se instala sobre piso, 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 tablero

3.3.1.2. Colocación

Tableros empotrados o sobre muro

1. Identificar los lugares para tornillería de sujeción del gabinete a la pared
2. Hacer orificios para tornillería y colocar tornillos con taquetes
3. Sobreponer o empotrar el gabinete en su base de montaje
4. Colocar los conduit respectivos
5. Quitar a los accesorios rastros de cemento, yeso, pintura, etc. No emplear abrasivos que dañen los contactos de zinc
6. Fijar la base de los interruptores con tornillería adecuada y alinear con los tornillos para esa función
7. Verificar que el frente muerto de la base de los interruptores quede a no

más de 0.5 centímetros del frente del gabinete

8. Colocar, girar y atornillar los interruptores

Tableros sobre piso

1. Manejar siempre el tablero con sus protecciones para transporte con montacargas, rodillos o algún tipo de grúa con ganchos
2. Levantar con extremo cuidado, orientar y colocarlo en la base de canales de acero o de concreto
3. Nivelar y anclar el gabinete con tornillería adecuada

Tableros de alumbrado y distribución en lugares húmedos o mojados

En los lugares húmedos o mojados, los envolventes o tableros de distribución se deben instalar de acuerdo con:

1. Lugares húmedos y mojados: Los envolventes montados en superficie deben estar colocados o equipados de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6.5 milímetros de espacio libre entre el envoltente y la pared u otra superficie de soporte
2. Los gabinetes o cajas para cortacircuitos instalados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie. Se deben usar accesorios aprobados para lugares mojados en envolventes en lu-

gares mojados o canalizaciones o cables que entran por encima del nivel de partes vivas no aisladas

Excepción: Se permite instalar envolventes no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

Ubicación con respecto a material fácilmente inflamable

Los tableros de distribución se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad del paso del fuego hasta materiales combustibles adyacentes. Cuando se instalan sobre pisos combustibles, se debe suministrar una protección adecuada.

Separaciones

Desde el plafón: Para tableros de distribución que no estén totalmente encerrados, debe existir un espacio no menor a 90 centímetros entre la parte superior del tablero de distribución y cualquier techo combustible, a menos que se proporcione una barrera no combustible entre el tablero de distribución y el techo.

Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 volts o menos)

Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo (ver Ilustración 3.9).

1. Espacio de trabajo. El espacio de trabajo para equipo que opera a tensión a tierra de 600 volts o menos y que pueda requerir de

inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado (ver Ilustración 3.10 e Ilustración 3.11).

- Profundidad del espacio de trabajo. La profundidad del espacio de trabajo en la dirección a las partes vivas no debe ser menor a la indicada en la Tabla 3.4
- Ancho del espacio de trabajo. El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo de trabajo o 80 centímetros, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90 grados las puertas o paneles abisagrados (ver Ilustración 3.12)
- Altura del espacio de trabajo. Debe estar y extenderse desde el nivel del suelo hasta la altura de 2 metros o la altura del equipo, la que sea mayor

Aislamiento del conductor

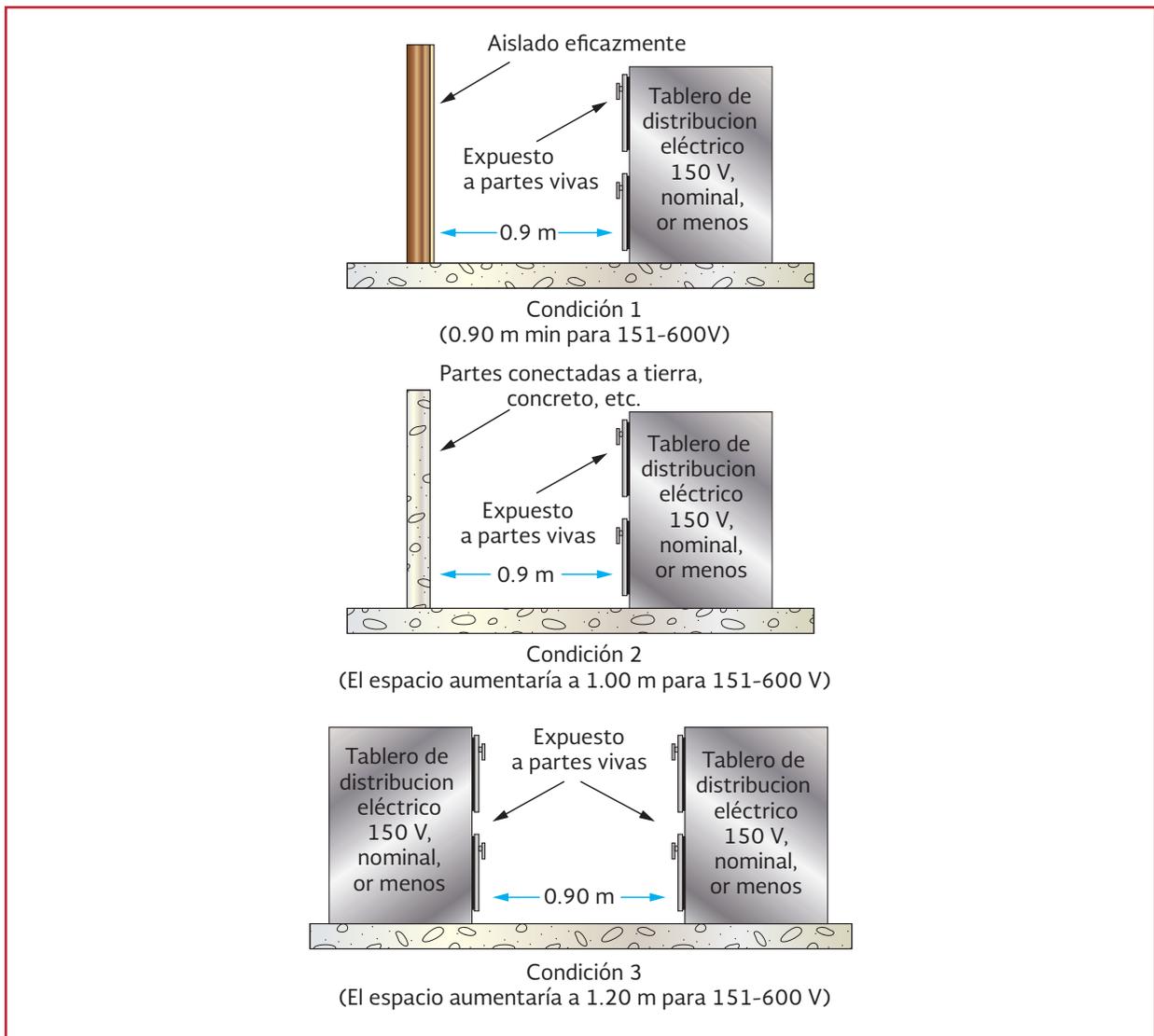
Un conductor con aislamiento que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado, debe ser resistente a la propagación de la flama y tener un valor nominal no menor a la tensión que se le aplica a otros conductores o barras colectoras con las cuales pueda entrar en contacto.

Ubicación de los tableros de distribución

Todos los tableros de distribución, cuadros de distribución y centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados para ese uso y protegerse contra daños.

Excepción: Se permitirá que el equipo de control que por su naturaleza o que por las exigencias de

Ilustración 3.9 Espacios de trabajo



National electric code (handbook)

otras reglas, deba estar adyacente o a la vista desde la máquina que opera, se instalen en tales lugares.

1. Interior. Para instalaciones, se debe cumplir con lo que establece a continuación
 - Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo, y que se extiende desde el piso a una altura de 1.80 metros sobre el equipo o hasta

el falso plafón estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar tuberías, conductos aparatos de protección contra fugas ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica (ver Ilustración 3.14)

Excepción: Los plafones suspendidos con paneles removibles se permiten dentro de la zona de 1.80 metros.

Ilustración 3.10 Ancho del espacio de trabajo

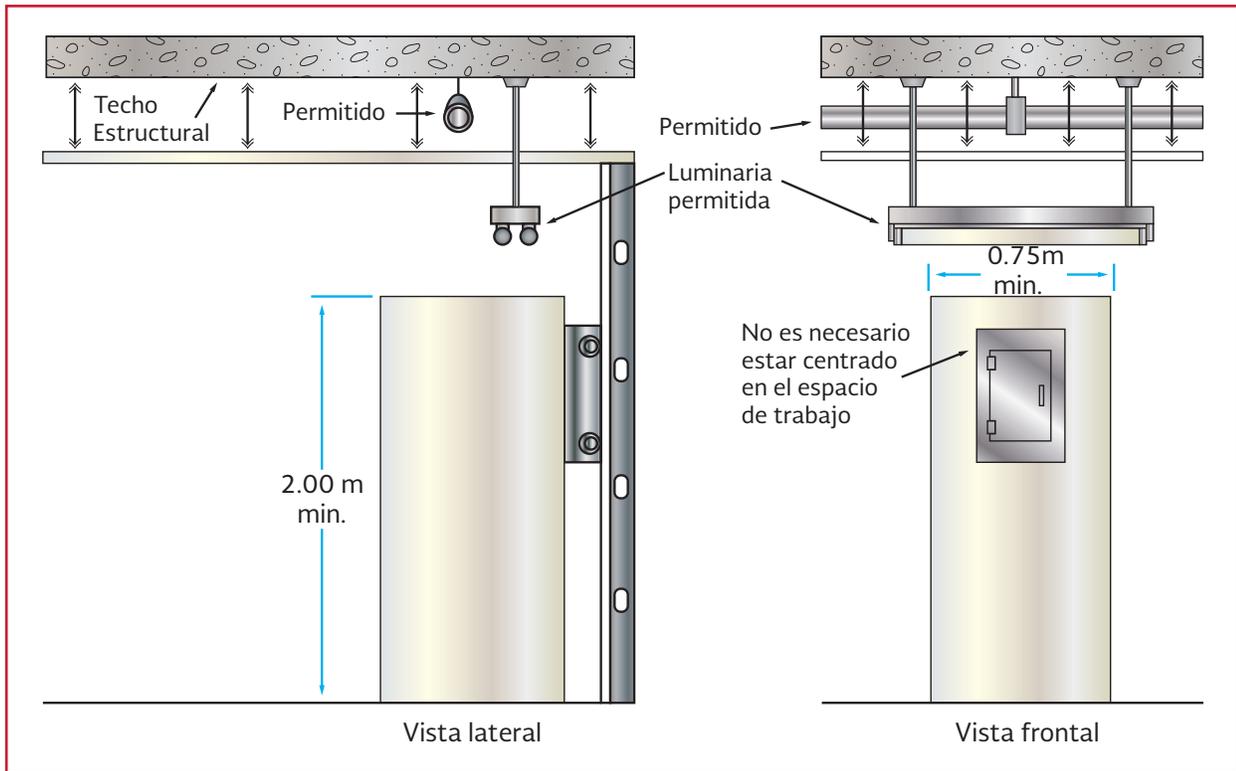


Ilustración 3.11 Altura del espacio de trabajo

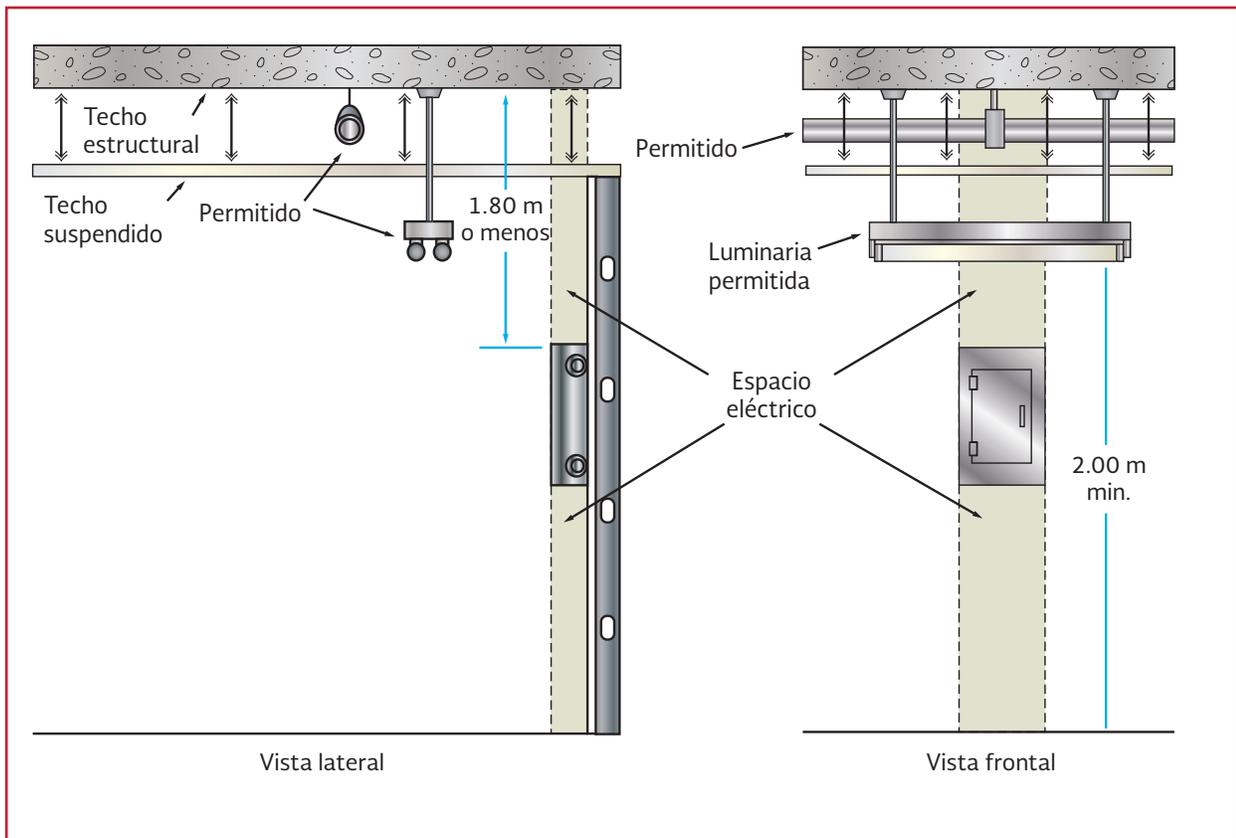


Ilustración 3.12 Ancho del espacio de trabajo

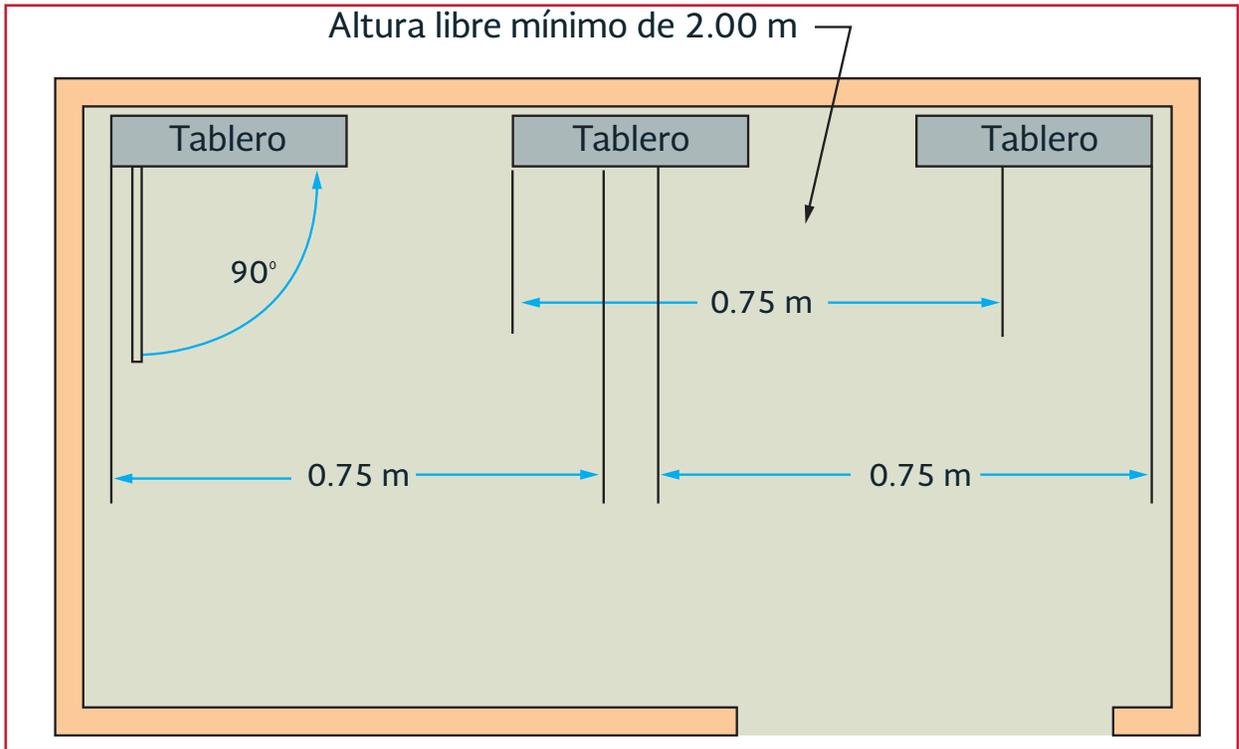
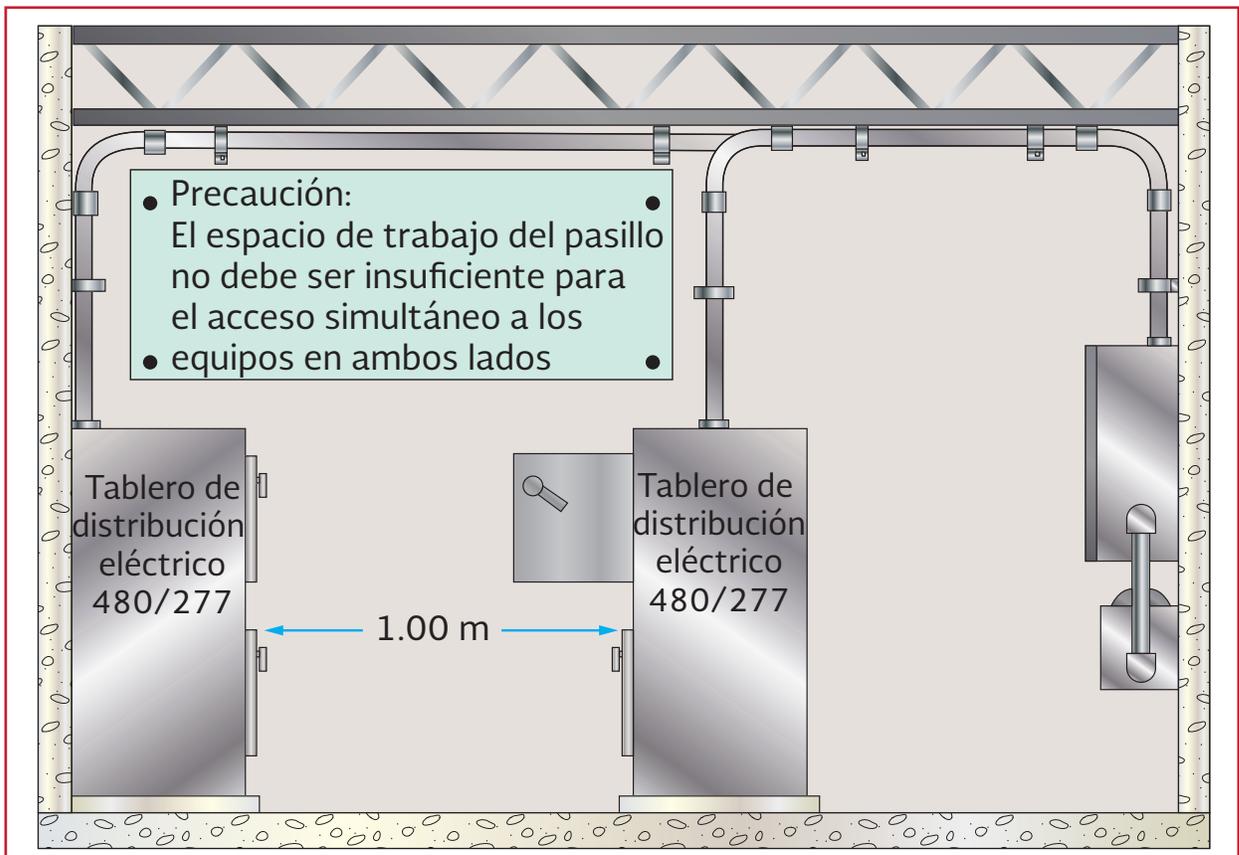
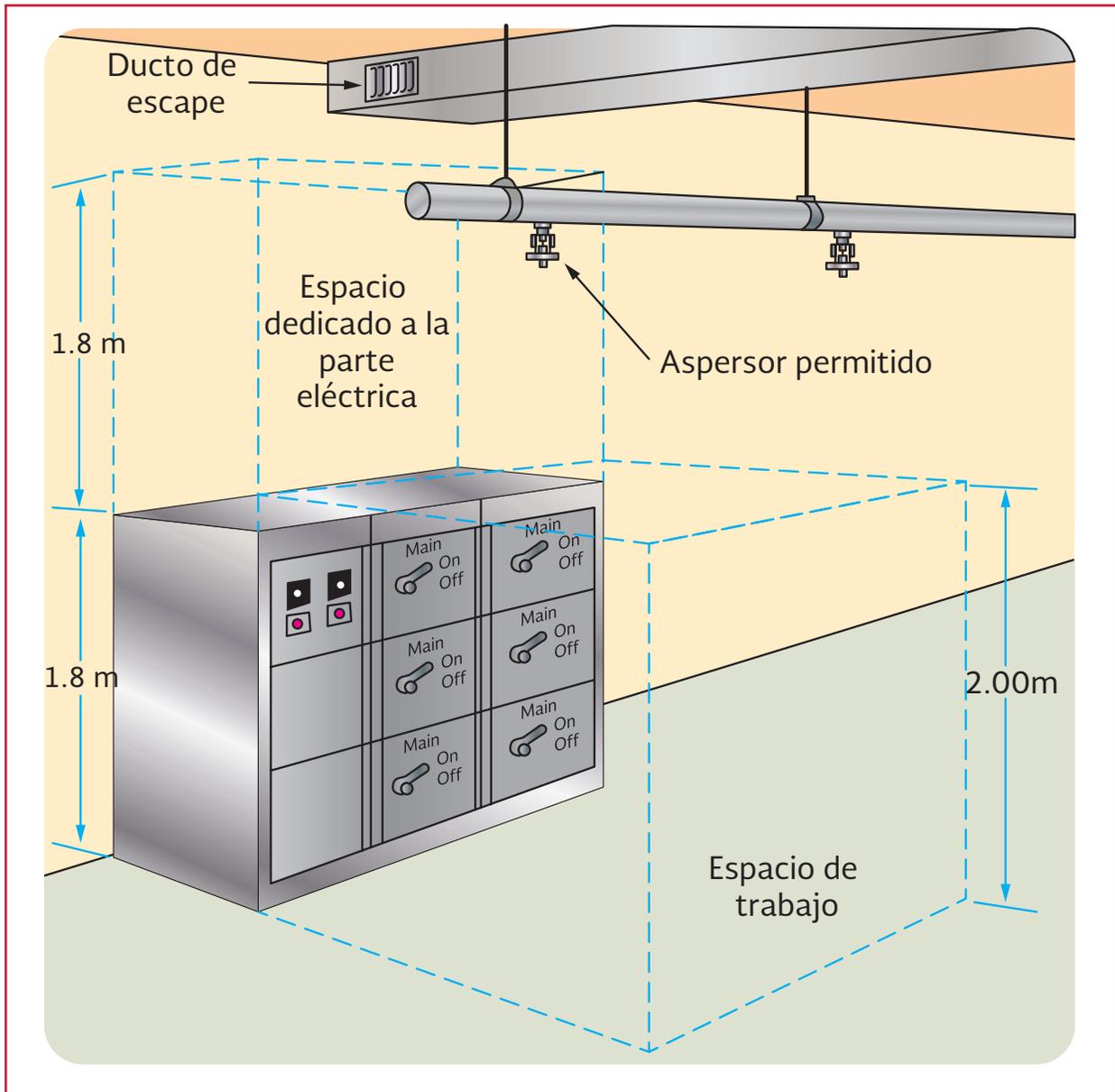


Ilustración 3.13 Espacio entre equipos



National electric code (handbook)

Ilustración 3.14 Espacio de trabajo y espacio eléctrico dedicado



National electric code (handbook)

- Sistemas ajenos. Se permite que el área por encima del espacio dedicado contenga sistemas ajenos siempre que se instale la protección para evitar daño al equipo eléctrico debido a la condensación, fugas o ruptura en esos sistemas ajenos
 - Protección con rociadores. Se permite la instalación de rociadores en el espacio dedicado, si la tubería cumple con lo establecido en normas oficiales
 - Plafones suspendidos. No se considera como plafón estructural uno en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura del edificio
2. Exterior. El equipo exterior se debe instalar en envolventes adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, o contra el tráfico vehicular, o contra fuga o escapes accidentales de sistemas de tubería

Los tableros de distribución se deben ubicar de modo tal que la probabilidad de daño debido al equipo o los procesos se reduzca al mínimo.

Ensamblados de frente muerto

No será requerido espacio de trabajo en la parte posterior o partes laterales de ensamblados, tales como tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores donde todas las

conexiones y todas las partes ajustables o removibles, tales como fusibles o interruptores, sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o los laterales. Donde se requiera de acceso posterior para trabajar en partes no eléctricas en la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo horizontal de trabajo de 80 centímetros.

3.3.1.3. Conexión a Tierra

1. Conectar la barra de tierra al gabinete que está dentro del mismo
2. Conectar la base metálica de montaje de los interruptores a la barra de tierra
3. Conectar el neutro del tablero a tierra. Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 280 a 1 000 volts si cumplen con lo especificado en la NOM-001-SEDE
4. Conectar todos los conductores de tierra de otros equipos a la barra de tierra
5. Conectar la barra de tierra del tablero al sistema de tierras

3.3.1.4. Conexiones

Después de verificar la apertura y cierre de interruptores sin carga, realizar lo siguiente:

1. Conectar los cables de fuerza a las zapatas con tornillería adecuada, no exceder el radio de curvatura permitido
2. Quitar todos los objetos extraños del interior del tablero

3. Revisar el que el código de colores en los cables de fuerza y control sea el adecuado según el diagrama eléctrico
4. Revisar que todos los cables estén etiquetados e identificados
5. Revisar que todos los elementos estén bien sujetos a la platina del tablero
6. Revisar que el cableado esté debidamente acomodado y peinado

En la Ilustración 3.15 se muestra un tablero de distribución y en la Ilustración 3.16 se muestra el diagrama unifilar de un equipo de medición de un tablero de distribución.

Ilustración 3.15 Tablero de distribución



Disposición relativa de interruptores y fusibles

En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de carga de los desconectadores. En la Ilustración 3.17 se muestra un tablero de alumbrado y su diagrama unifilar.

3.4. TABLERO DE CONTROL DE POZOS HIDRONEUMÁTICO

Debe de estar constituido por:

a) Gabinete del TCP

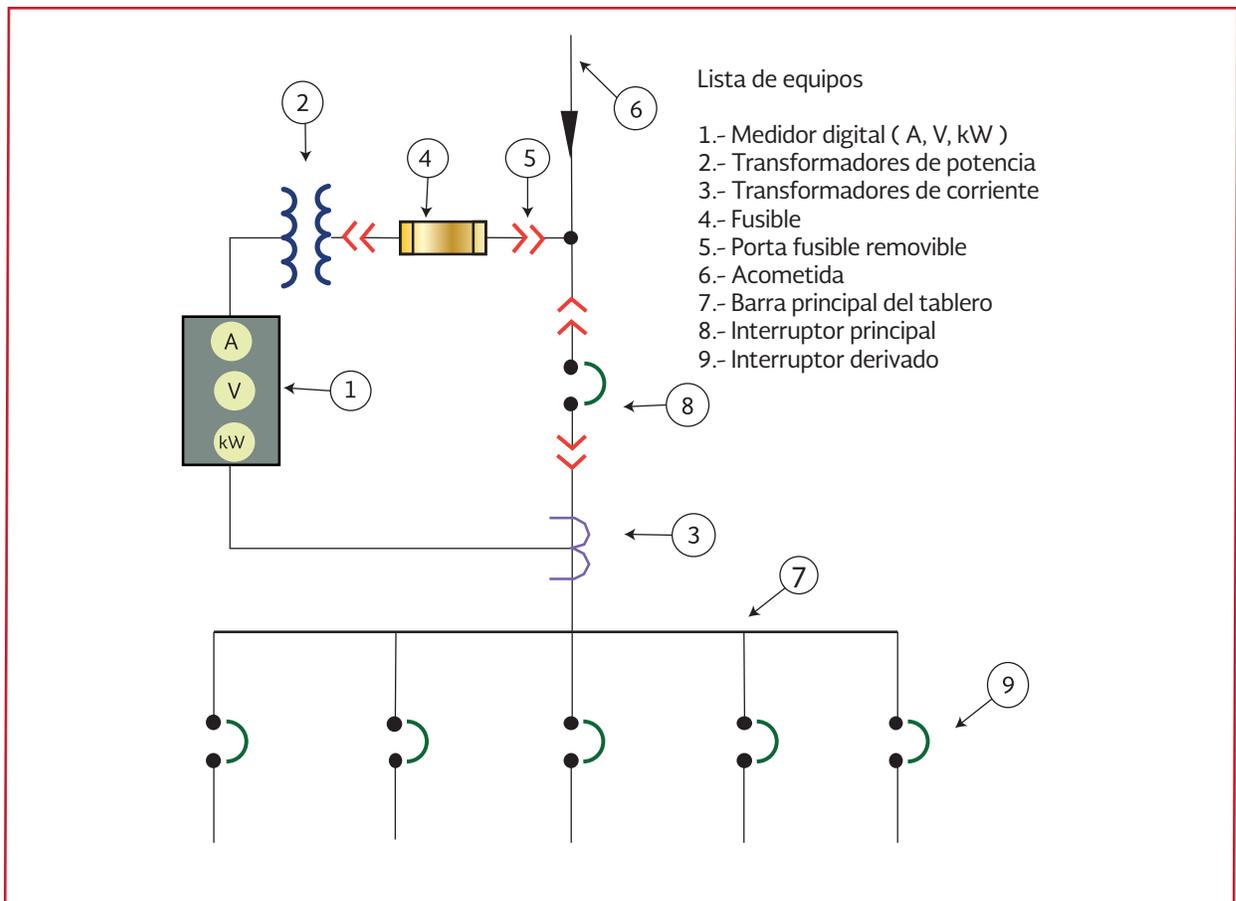
Debe ser del tipo modular y contener la sección maestra, sección módulos de control, sección de desvío y la unidad de suministro de potencia hidráulica. Debe ser tipo 12 de acuerdo con la NMX-J-235/1. Las puertas se deben sellar con empaque y se deben mantener cerradas mediante cierres de 3 puntos para uso pesado, las puertas traseras deben tener bisagras removibles y topes de puerta ajustables y deben permitir contener los componentes en forma integral. Las puertas del tablero deben tener manivelas

b) Sistema de control

Debe ser tipo secuencial con enclavamientos y temporizadores neumáticos para operar las válvulas de los pozos

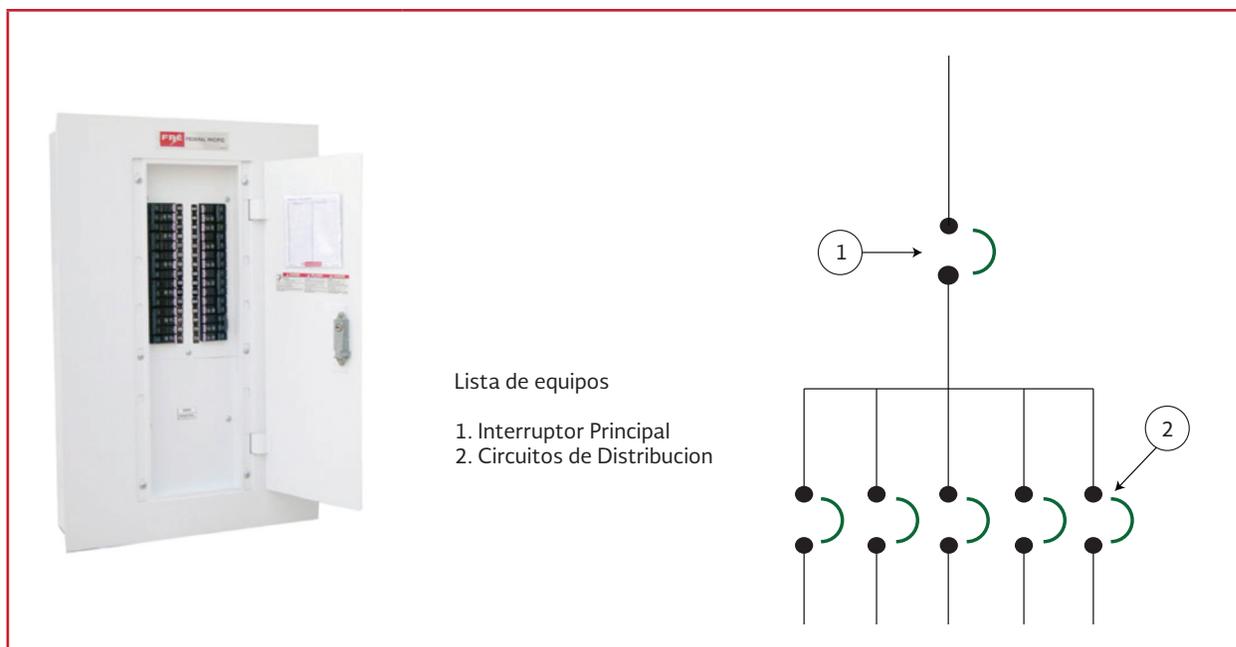
- ***Sección Maestra.*** Su función principal debe ser la de operar de manera automática y con protección uno o todos los pozos cuando uno o todos los módulos de control se desmontan para mantenimiento

Ilustración 3.16 Equipo de medición en baja tensión



Fuente: Simbología NEMA ICS-19 y NMX-J-136

Ilustración 3.17 Tablero de alumbrado



- **Sección módulos de control**

- a) Su función principal debe ser la de operar normalmente de manera automática y segura cada uno de los pozos
- b) Se debe contar con el número de módulos para controlar el número de pozos de acuerdo a lo especificado
- c) Deben ser del tipo modular, fácilmente intercambiables por la parte frontal del TCP y contar con los instrumentos para indicación y control de tal manera que se facilite el acceso para su mantenimiento, la falla de un módulo no debe afectar la operación de los otros módulos

- **Sección de desvíos**

- a) Debe permitir la operación de manera manual de uno o todos los pozos
- b) Se debe proporcionar una válvula de desvío montada al frente del tablero para cada una de las válvulas del pozo
- c) Se debe suministrar el arreglo neumático, para facilitar el mantenimiento al sistema de desvío de manera independiente sin afectar la seguridad y protección del pozo o pozos

c) Tablero de Interfase

En este tablero, se lleva a cabo la conversión de señales de neumático a eléctrico

El Tablero de Interfase realiza el monitoreo y operación de forma remota del

TCP, desde un Sistema Digital de Monitoreo y Control SDMC (Comunicación bidireccional para monitoreo del estado de válvulas y cierre de pozos) y para recibo de señal de paro del Sistema Instrumentado de Seguridad de la instalación

En el tablero de interfase se debe montar la siguiente instrumentación de interfase eléctrica:

- a) Interruptor de Estado de Lazo de las estaciones manuales de paro y del sistema de tapón fusible
- b) Interruptor de presión de Estado de Bajo suministro
- c) Interruptor de presión de Estado de Baja presión Hidráulica
- d) Interruptor de presión de Estado de la Posición de la válvula de seguridad abrir/cerrar (por pozo)
- e) Interruptor de presión de Estado de la Posición de válvula de seguridad superficial abrir/cerrar (por pozo)
- f) Interruptor de presión de Estado de la Posición de válvula de ala abrir/cerrar (Producción por pozo)
- g) Interruptor de presión de Estado de la Posición de (Prueba por pozo)
- h) Interruptor de presión de Estado de Bajo Nivel Hidráulico en el Tanque de reserva
- i) Válvula solenoide para cierre total de pozos, por señal proveniente del Sistema de Paro de Emergencia (SIS)
- j) Válvula Solenoide Dual de Apertura Remota de Válvula de Ala línea de producción por pozo. Con pérdida de la señal de apertura, se queda en la última posición la válvula de Ala

- k) Válvula Solenoide Dual de Apertura Remota de Válvula de Ala línea de prueba por pozo con pérdida de la señal de apertura, se queda en la última posición la válvula de Ala
- l) Válvula Solenoide Dual de Apertura Remota de Válvula Superficial por pozo. Con pérdida de la señal de apertura, se queda en la última posición la válvula Superficial
- **Tablero de Interfase.** El tablero de interfase debe proveerse con medios para conexión interna mediante un conector mecánico atornillable del tipo uña con tornillo para un conductor de puesta a tierra del tablero, y así interconectar éste al sistema de protección a tierra de la instalación. La conducción de señales eléctricas en el tablero de interfase debe cumplir con lo siguiente:
 - a) Para señales discretas, se debe utilizar cable monopolar de cobre suave estañado, calibre 14 AWG o equivalente, con aislamiento tipo THW-LS, tensión de operación 600V y temperatura de operación 348,15 K (75°C)
 - b) Se deben utilizar accesorios y tubería conduit cédula 40, de aluminio libre de cobre con recubrimiento externo de PVC e interno de uretano, Clase 1, Div.2, Grupos C y D, el diámetro mínimo a emplear para la tubería conduit debe ser de 19 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada) y el máximo de 51 mm (2 pulgadas); el número máximo de conductores, factor de relleno y código de colores a aplicar debe estar de acuerdo a la NOM-001- SEDE
 - c) Las cajas de interconexión, cajas de conexiones, cajas de registro y demás accesorios eléctricos utilizados para la conducción de señales eléctricas deben ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento externo de PVC e interno de uretano a prueba de explosión, clase 1, Div. 2, Grupo "C" y "D". Las interconexiones de señales eléctricas deben ser confinadas en una caja de interconexión, con conexiones roscadas suficientes para las señales de entrada y salida; además en estas cajas se debe dejar dos conexiones roscadas con tapón (de repuesto) y cuyo diámetro será igual al máximo empleado
 - d) Tanto las tablillas terminales como los conductores se deben identificar con etiquetas del tipo termocontráctil para este fin (no se acepta el uso de cinta adhesiva empleando tinta indeleble)
- d) **Unidad de suministro de potencia hidráulica**

El TCP debe contar con una unidad de suministro de potencia hidráulica a los módulos de control, alojada en el gabinete del TCP y debe incluir lo siguiente:

 - a) La capacidad del tanque de almacenamiento hidráulico debe ser el doble de la capacidad del fluido requerido por los actuadores
 - b) Dos bombas de accionamiento neumático, cada bomba se debe proporcionar con sus filtros de succión, válvulas de bloqueo de succión y descarga, válvulas de retención de descarga y una válvula de alivio de la presión de descarga

- c) Cada bomba debe ser proporcionada con un regulador de control de presión montado en el frente del TCP
- d) El cabezal de descarga hidráulica debe estar equipado con un regulador e interruptor neumático (piloto regulador) de baja presión, ajustado a la presión manométrica mínima requerida para mantener abierta la válvula, de acuerdo a las condiciones de operación de los pozos, cuando la presión disminuya por debajo de este valor se debe ejecutar un cierre completo de pozos

e) Sistema de Tapón Fusible

El sistema de tapón fusible, debe proteger el área de pozos por presencia de fuego. Para instalaciones terrestres debe ser un sistema hidráulico, el fluido hidráulico debe retornar al recipiente del suministro hidráulico del tablero de control de pozos.

f) Estaciones manuales de paro de emergencia

- **Estaciones manuales de paro de emergencia eléctrica**
- a) El sistema del TCP debe incluir botones manuales de contacto eléctrico sostenido de paro por emergencia protegidos y herméticamente sellados, del tipo jalar para accionar, ubicados estratégicamente dentro de la instalación.

- **Estaciones manuales de paro de emergencia neumáticas**

- a) El sistema del TCP debe incluir un sistema de estaciones de paro de emergencia neumáticas protegidas (válvulas), ubicadas estratégicamente dentro de la instalación

g) Tubing, accesorios y etiquetas de identificación

El tubing debe ser sin costura de acero inoxidable como se indica a continuación:

- a) Austenítico de acuerdo a ASTM A269 TP316L (UNS S31603) o equivalente, con tratamiento térmico de recocido de solubilización y la limpieza del tubing debe cumplir con lo indicado en los párrafos 6 y 13 del ASTM A 269 o equivalente. El tubing de este grado instalado fuera del gabinete del TCP debe contar con una cubierta de material de hule el cual debe ser aplicado al mismo, por medio de calor y azufre a alta presión (vulcanizado), de manera que asegure su total adherencia y conserve la elasticidad requerida al doblez del tubing
- b) Dúplex de acuerdo con ASTM A789/A 789M UNS S32707 o equivalente, el tratamiento térmico, debe cumplir con lo indicado en párrafo 6 y tabla 2 del ASTM A 789/A 789M o equivalente y el marcado se debe realizar de acuerdo con el párrafo

31.1 del ASTM A 1016/ 1016M o equivalente, la limpieza del tubing debe cumplir con lo indicado en el párrafo 13 del ASTM A 789/A 789M o equivalente

- c) Duplex de acuerdo con ASTM A 789/A 789M UNS S32750 o equivalente, el tratamiento térmico, debe cumplir con lo indicado en párrafo 6 y tabla 2 del ASTM A 789/A 789M o equivalente y el marcado se debe realizar de acuerdo con el párrafo 31.1 del ASTM A 1016/ 1016M o equivalente, la limpieza del tubing debe cumplir con lo indicado en el párrafo 13 del ASTM A 789/A 789M o equivalente.

Antes de su instalación, el interior se debe limpiar con aire a presión. Se debe instalar de manera que sea fácilmente desmontable durante las rutinas de mantenimiento. Las trayectorias del tubing con dos líneas o más se deben sujetar mediante abrazaderas de acero inoxidable, no se permite el uso de tubería aplastada como abrazadera o soporte del tubing.

Los conectores para los servicios hidráulicos y/o neumáticos y sus accesorios deben ser de acero inoxidable 316 del tipo compresión con doble sello y conexiones NPT; las conexiones de entrada y salida al TCP deben ser claramente etiquetadas; las conexiones NPT del tubing deben utilizar cinta teflón.

Los interruptores neumáticos (pilotos) de alta o baja presión de cada línea de flujo (Lado A producción y Lado B prueba) de cada pozo, deben ser con elemento sensor tipo pistón o diafragma de

acuerdo con el requerimiento del usuario indicado en la hoja de datos, de cuerpo compacto de acero inoxidable 316 y estarán integrados a cada módulo de control. Dentro de la sección maestra del TCP, se deben incluir válvulas de aislamiento para los manómetros, reguladores, el interruptor de bajo nivel, interruptores neumáticos (pilotos) de presión, el relevador del lazo de las estaciones manuales de paro de emergencia y para el acumulador.

Los dispositivos e instrumentos para indicación o control, incluyendo conectores pasamuros, montados en el frente y en la parte interior de las secciones del TCP y tablero de interfase deben tener etiquetas de identificación, las cuales deben cumplir con lo siguiente:

- a) Escritas en idioma español y de acuerdo con el servicio funcional del mismo
- b) Construidas usando grabado inverso 2-plex
- c) Ser biseladas completamente
- d) Estar correctamente dimensionadas y centradas
- e) Firmemente atornilladas con placa de melamina (tornillo y arandela de presión en acero inoxidable 316)

La instrumentación suministrada e instalada en los tableros, debe contar con una placa de identificación de acero inoxidable adherida en forma permanente con la siguiente información grabada:

- a) Identificación
- b) Servicio
- c) Rango
- d) Marca/modelo
- e) Número de serie

3.5. TABLERO DE CONTROL DE POZOS ELECTROHIDRÁULICO.

Debe estar constituido por:

- a) Gabinete del TCP
- b) Sistema de control
- c) Unidad de suministro de potencia hidráulica
- d) Sistema hidráulico de tapón fusible
- e) Sistema de fuerza ininterrumpible
- f) Estaciones manuales de paro por emergencia
- g) Instrumentación de campo
- h) Conducción de señales eléctricas
- i) Tubing, accesorios y etiquetas de identificación.

3.6. INSTALACIÓN

Debe cumplir con los requisitos establecidos en la ingeniería de diseño. Para la soportería de las camas de tubing el material debe ser de fibra de vidrio con la robustez mecánica para soportar el peso correspondiente, la soportería y los accesorios para el montaje de las charolas deben ser de material de acero inoxidable 316.

Se debe considerar el material, herramienta, equipo, partes de repuesto y personal técnico especializado para la instalación e interconexión del sistema completo en el sitio requerido.

Deberán suministrar el desarrollo de la ingeniería, cálculos y proporcionar el material y accesorios para:

- a) La interconexión e integración de señales y suministro de potencia, desde el área de pozos hasta el TCP y de este hacia el tablero de interfase, así mismo efectuar todas las interconexiones en los tableros
- b) Construir la red de tapones fusible TSE en el área de pozos mediante tubing de acero inoxidable 316L vulcanizado, así como su interconexión e integración al TCP
- c) Realizar el montaje de las estaciones manuales de paro de emergencia, así como su interconexión, hasta el TCP
- d) Realizar el montaje, fijación, etiquetado e identificación de los equipos y la instrumentación en el TCP y en el tablero de interfase
- e) Instalar la soportería mediante ángulo de 38 mm X 38 mm X 6 mm (1 ½ pulgadas X 1 ½ pulgadas X ¼ pulgadas) y charolas ambos de fibra de vidrio para proteger todo el tubing de acero inoxidable utilizado entre las tomas de proceso y el TCP

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

Área mm ²	Tamaño o designación (AWG o kcmil)	Conductores por terminal*	
		1	2
		milímetros	
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
67.4	2/0	150	150
85.0-107	3/0 - 4/0	175	175
127	250	200	200
152	300	250	250
177-253	350 - 500	300	300
304-355	600 - 700	350	400
380-456	750 - 900	450	475

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 3.2 Espacio para las terminales (Terminales fijas)

Tensión	Separación mínima	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
volts	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		Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentador
mm ²	(AWG)	cm ³
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

Tabla 3.4 Espacios de trabajo

Tensión nominal a tierra (volts)	Distancia libre mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0.9	0.9	0.9
151-600	0.9	1.1	1.2

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados, protegidas eficazmente por materiales aislantes.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado. Las paredes de concreto, ladrillo o mosaico se deben considerar como puestas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

Fuente: NOM -001-SEDE-2012

4

MOTORES

4.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN⁵

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:

- 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

⁵ Fuente: NOM-001-SEDE.

- 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 “P.I.” (Z.P.)
- 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

miento, 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.

4.2.2. 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.

4.2.3. 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.

4.2. UBICACIÓN DE LOS MOTORES

4.2.1. VENTILACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el manteni-

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.

4.2.4. TERMINALES

4.2.4.1. Identificación

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

4.2.4.2. 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.

4.2.4.3. 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.

4.2.5. 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.

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.

4.2.6. UBICACIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

4.2.6.1. 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.

Tabla 4.1 Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas

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

Fuente:NOM-001-SEDE

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

4.2.6.2. Indicadores

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

4.2.6.3. 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.

4.2.6.4. 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

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.

4.2.6.5. Desconector 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".

4.2.6.6. 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

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 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.

4.2.6.7. 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.

4.2.7. 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

4.3. MOTORES VERTICALES: INTERIORES Y EXTERIORES⁶

4.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación del motor se recomienda hacer una inspección visual al mismo, ver Ilustración 4.1.

4.3.1.1. 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

4.3.1.2. 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

⁶ Fuente del subcapítulo: NOM-016-ENER.

Ilustración 4.1 Motores verticales para interior y exterior



- 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 caratula, 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

4.3.1.3. Conexión a Tierra

Conectar la carcasa del motor a tierra.

4.3.1.4. 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

4.4. MOTORES HORIZONTALES: INTERIORES Y EXTERIORES

4.4.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación del motor se recomienda hacer una inspección visual al motor y bases (ver Ilustración 4.2).

4.4.1.1. 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 gira 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. Para motores pequeños, revisar que no existan fugas o manchas del líquido lubricante
7. Revisar que la base de instalación esté limpia, seca, nivelada, del tamaño adecuado, con drenaje apropiado y suficientemente rígida para prevenir vibraciones

4.4.1.2. Colocación

1. Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos, cables o ganchos
2. Levantar siempre el motor de sus armetas ubicadas en la carcasa
3. Orientar el motor y colocarlo en su base
4. Alinear la base y anclar el motor con tornillería adecuada (si es necesario, emplear relleno plástico y viguetas de acero)
5. Cuando la transmisión a la carga sea por medio de bandas o cadenas, montar el motor sobre rieles tensores para ajustar la tensión de las bandas

Después de colocar el motor y antes de acoplarlo a su carga, verificar lo siguiente:

Ilustración 4.2 Motores para interiores y exteriores



3. Revisar que el rotor gire libremente, escuchando y sintiendo el rozamiento de la flecha con las chumaceras
4. Verificar que toda la tornillería esté ajustada
5. Verificar el alineamiento paralelo y angular de la flecha
6. Revisar la flotación de la flecha, de tal manera que se restrinja su movimiento axial cuando se acople y se ponga en operación
7. Si se emplea lubricación forzada, revisar que los conductos de lubricación estén limpios antes de conectarlos a las chumaceras
8. Para motores grandes, quitar el dispositivo de bloqueo mecánico de la flecha y revisar que ésta gire libremente, escuchando y sintiendo el rozamiento de la flecha con las chumaceras
9. Colocar en la flecha el tipo de acoplamiento a emplear (acopladores, poleas o poleas de cadena)
10. Acoplamiento directo a la carga:
 - a) Calzar el motor de tal manera que las masas de los acoplamientos estén alineados máximo 0.8 milímetros
 - b) La flecha del motor debe quedar más abajo que la flecha de la carga
 - c) Colocar un indicador sobre la flecha del motor
 - d) Con los tornillos de montaje del motor ajustados y los indicadores en cero, aflojar un tornillo, hacer que el indicador haga un cambio en la lectura máximo de 0.0254 milímetros
 - e) Si no hay cambio en la lectura, reajustar el tornillo y revisar otro tornillo
 - f) Poner calzas si es necesario, hasta que el tornillo se reajuste sin cambio en la lectura
 - g) Usando el mismo procedimiento, revisar cada uno de los tornillos
 - h) Revisar la alineación de la flecha cada vez que se cambia una calza
 - i) Revisar el alineamiento angular de acoplamiento de la flecha del motor a la flecha de la carga:
 - Medir la distancia entre las caras de las masas de acoplamiento en cuatro lugares igualmente espa-

ciados alrededor de los diámetros externos. Alinear el motor de tal manera que el indicador haga un cambio en la lectura máximo de 0.0254 milímetros

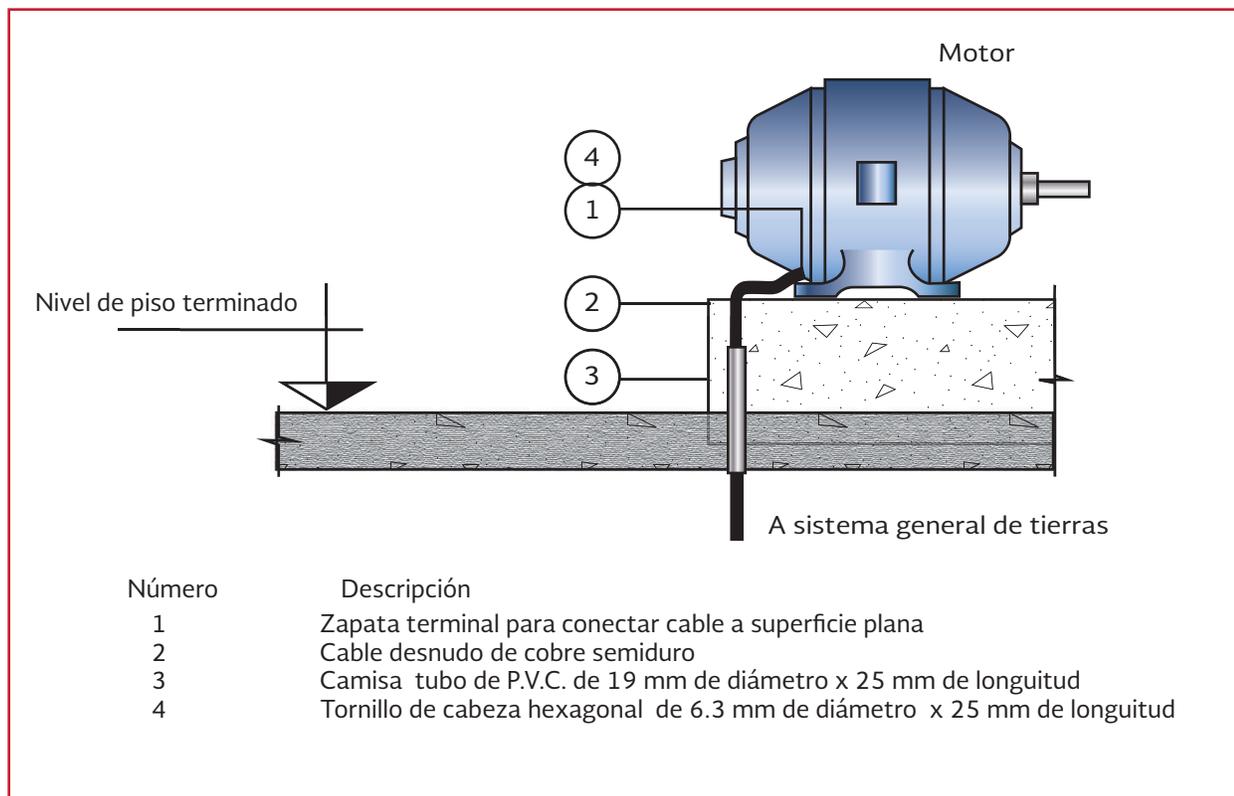
- Revisar si el alineamiento está descentrado:
- Colocar un indicador sobre una masa de acoplamiento con el botón del indicador apretando la superficie de alineamiento de la masa de acoplamiento opuesta. Rotar la flecha donde está fijado el indicador y tomar lecturas en

cuatro puntos cada 90 grados. Ajustar el motor hasta que el indicador no exceda de 0.05 milímetros. Colocar el indicador en la masa opuesta y repetir el procedimiento. Verificar el alineamiento angular para cada caso

- Después de cada corrección de alineamiento ajustar los tornillos del motor y revisar el alineamiento

En la Ilustración 4.3 se muestra el arreglo de un motor horizontal.

Ilustración 4.3 Arreglo de un motor horizontal



Fuente: NMX-J-604

4.4.1.3. Conexión a Tierra

Conectar la carcasa del motor a tierra.

4.4.1.4. Conexiones

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

4.5. MOTORES SUMERGIBLES⁷

4.5.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

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

4.5.1.1. Inspección Visual

Verificar los datos de placa del motor.

1. 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

2. Revisar que los cables de fuerza y los de control no presenten daños visibles
3. Revisar que los sellos de los cables con mufa de resina epóxica no presenten daños
4. Revisar que las tapas de los cables no presenten señales de daño
5. Revisar que los anillos “O” de nitrilo y los tornillos de acero inoxidable ubicados en la tapa de cables, se encuentren en buenas condiciones

4.5.1.2. Colocación

Acoplar los motores sumergibles a su carga antes de introducirlos en el fluido:

1. Manejar el motor con algún tipo de grúa, malacates, cables o ganchos
2. Revisar que las superficies del cabezal de la carga estén limpias y libres de elementos extraños

En caso de unir a la carga con cople:

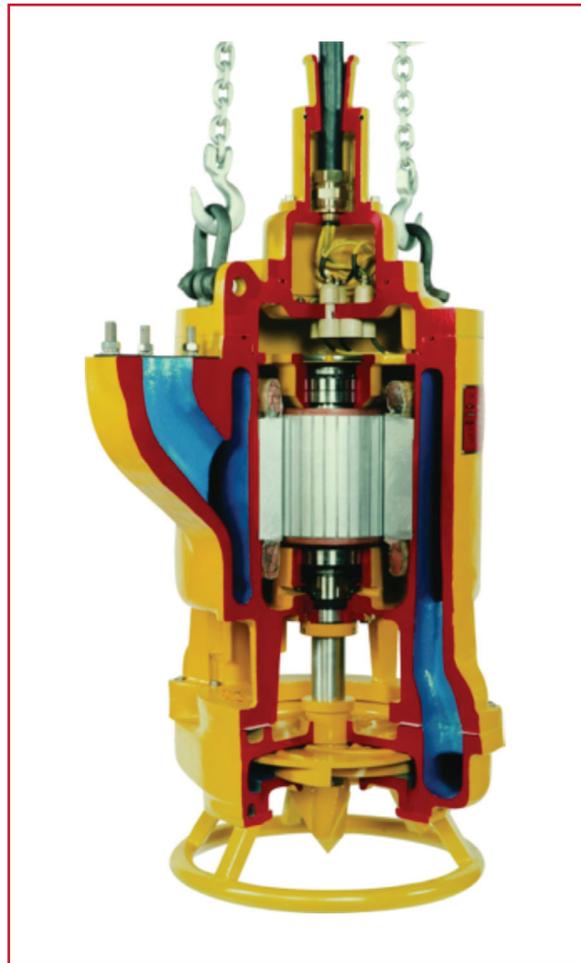
1. Instalar la mitad del cople, el anillo retén bipartido y la cuña en la extensión de la flecha del motor
2. Levantar el motor sobre el cabezal de la carga
3. Orientar y bajar el motor, colocarlo sobre el cabezal de carga, alinear los tornillos de fijación de ambos elementos
4. Revisar el alineamiento angular de las dos mitades del cople
5. Colocar los tornillos de fijación sin apretar (flojos)
6. Revisar el sentido de rotación del motor
7. Efectuar el alineamiento longitudinal (vertical):

7

Fuente del subcapítulo: NOM-016-ENER

- a) Colocar un indicador de caratula sobre la extensión de la flecha del motor
- b) Ajustar el indicador, hacer contacto con la flecha superior
- c) Girar lentamente 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
- d) Ajustar la posición del motor sobre el cabezal de carga de acuerdo a las lecturas del indicador de carátula, hasta obtener el alineamiento vertical de las flechas
- e) 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
- f) Colocar los tornillos que unen las dos mitades del cople y apretar firmemente
- g) Verificar nuevamente el alineamiento de las flechas

Ilustración 4.4 Motor sumergible



En la Ilustración 4.4 se muestra el arreglo de un motor sumergible acoplado a carga.

4.5.1.3. Conexión a Tierra

Conectar la carcasa del motor a tierra

4.5.1.4. Conexiones

1. Colocar terminales a los cables de fuerza
2. Conectar los cables de fuerza a los cables del motor sumergible
3. Conectar los cables de fuerza a las terminales del arrancador
4. Aislar las terminales con cinta vulcanizada

4.6. MOTORES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ACOPLADOS A REDUCTORES DE ENGRANES O CADENA DE TRANSMISIÓN⁸

4.6.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación se recomienda hacer una inspección visual al motor, reductor y bases.

4.6.1.1. 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 y reductor no tengan abolladuras, rayones u otras señas de daño
3. Para todos los motores, mover la flecha y verificar que gira libremente
4. No remover las etiquetas para ensamble, almacenamiento, lubricación y operación
5. Para motores y reductores pequeños, revisar que no haya fugas o manchas del líquido lubricante
6. Revisar el alineamiento de la flecha del motor
7. Revisar que la base sea firme, nivelada, del tamaño adecuado y suficientemente rígida para prevenir vibraciones

4.6.1.2. Colocación

1. Manejar el motor con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos, cables o ganchos

2. Levantar siempre el motor de sus armellas ubicadas en la carcasa
3. Orientarlo y colocarlo en su base
4. Alinear la base y anclar el motor con tornillería adecuada

Después de colocar el motor y antes de acoplarlo al reductor, verificar lo siguiente:

1. Revisar que el rotor gire libremente, escuchando y sintiendo el rozamiento de la flecha con las chumaceras
2. Verificar que toda la tornillería esté ajustada
3. Revisar la flotación de la flecha, de tal manera que se restrinja su movimiento axial cuando se acople y se ponga en operación

Acoplamiento:

1. Colocación de medios coples o poleas: Meter el cople o la polea en la flecha y sujetar con una cuña
2. Alineación:
 - a) Con coples fijos para comprobar la alineación. Unir las dos mitades del cople con dos tornillos sin apretar para que puedan girar conjuntamente sin que varíe la posición relativa entre las flechas. Medir con calibre de láminas las distancias X y Y en el mismo punto sobre la periferia del cople, girar las flechas 90°, 180° y 270° y medir en cada posición X y Y. La diferencia entre los puntos entre los valores máximo y mínimo tanto para X como para Y, no debe exceder de 0.05 milímetros tratándose de coples de dimensiones normales
 - b) Con dos indicadores de reloj. Hacer

8 Fuente del subcapítulo: NOM-016-ENER

girar lentamente las flechas y leer simultáneamente los valores que marcan los indicadores

3. Cuando la transmisión a la carga sea por medio de bandas, montar el motorreductor sobre rieles tensores para ajustar la tensión de las bandas
4. Si se emplea acoplamiento con bandas, comprobar que las flechas son paralelas y que las poleas están exactamente una enfrente de otra

En la Ilustración 4.5 se muestra el arreglo de un motor acoplado directamente a un reductor de engranes; y en la Ilustración 4.6 se muestra el arreglo de un motor acoplado a un reductor por medio de bandas.

4.6.1.3. Conexión a Tierra

Conectar la carcasa del motor a tierra.

4.6.1.4. Conexiones

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

Ilustración 4.5 Motor acoplado a reductor

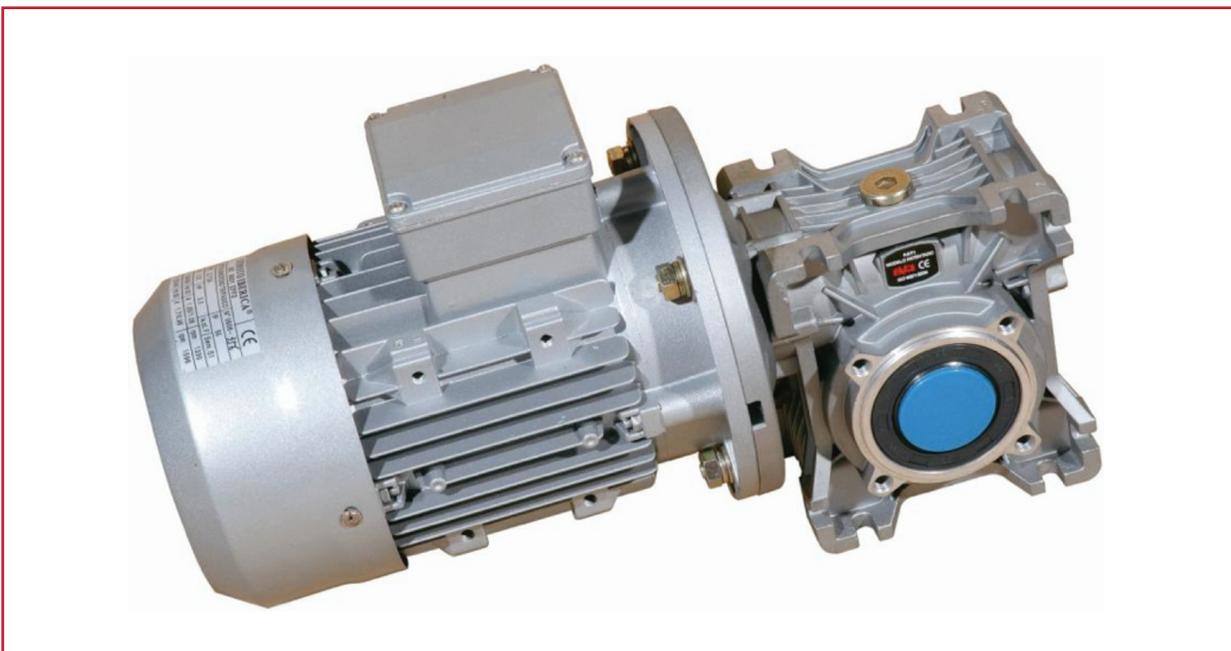


Ilustración 4.6 Motor acoplado a reductor con bandas





5

INSTALACIÓN DE CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN

5.1. 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

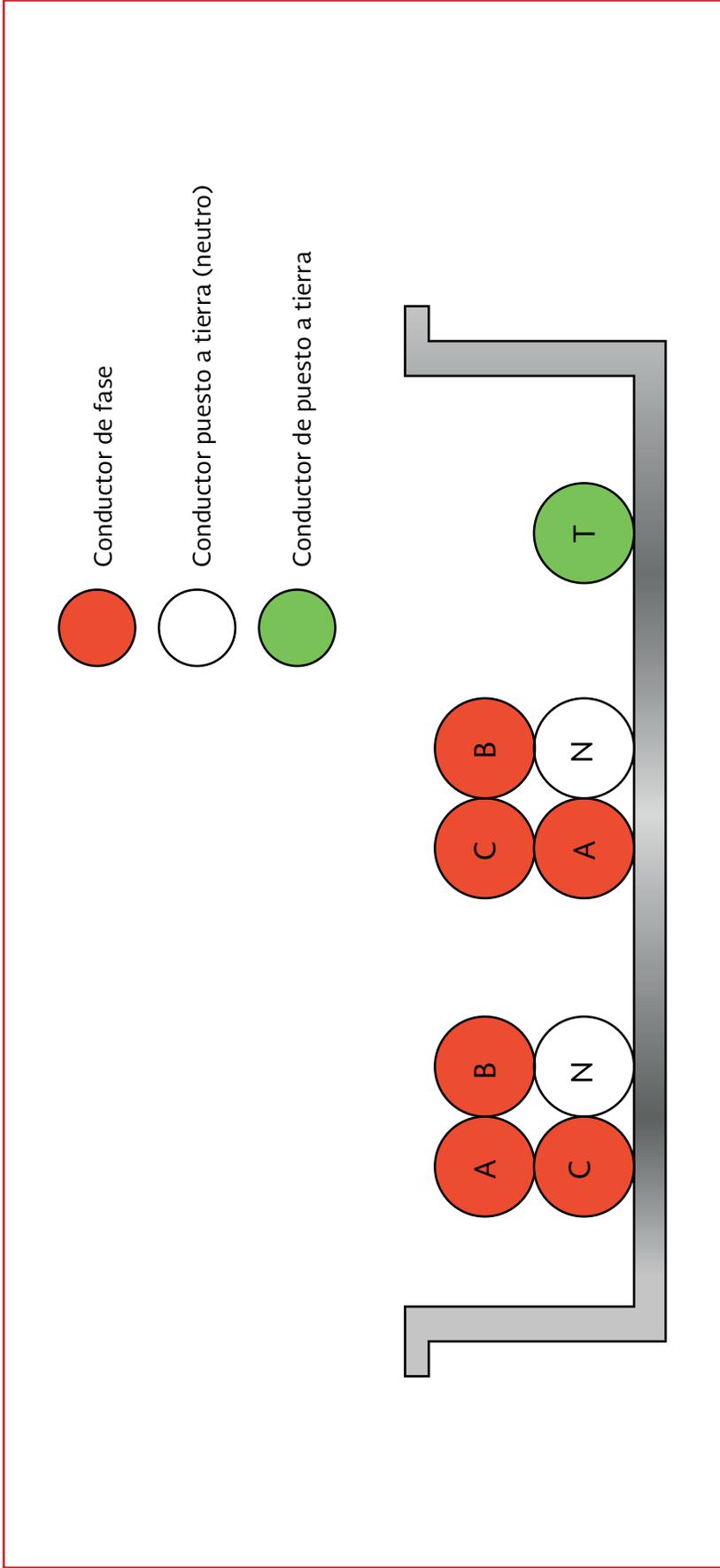
Hay que poner atención en la instalación de conductores cuando se instalen en paralelo. La instalación correcta debe realizarse formando grupos consistentes en no más de un conductor de fase o neutro para prevenir desbalanceo de la corriente eléctrica, lo que se traduce en calentamiento de los conductores sino se instalan correctamente, ver Ilustración 5.1.

5.1.1. 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

Ilustración 5.1 Instalación correcta de los conductores en paralelo



menos ocupen el mismo envolvente, 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 envolvente, cable o canalización.

De más de 600 volts

Los conductores de los circuitos de más de 600 volts no deben ocupar el mismo envolvente, 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 envolvente 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.

5.1.2. INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

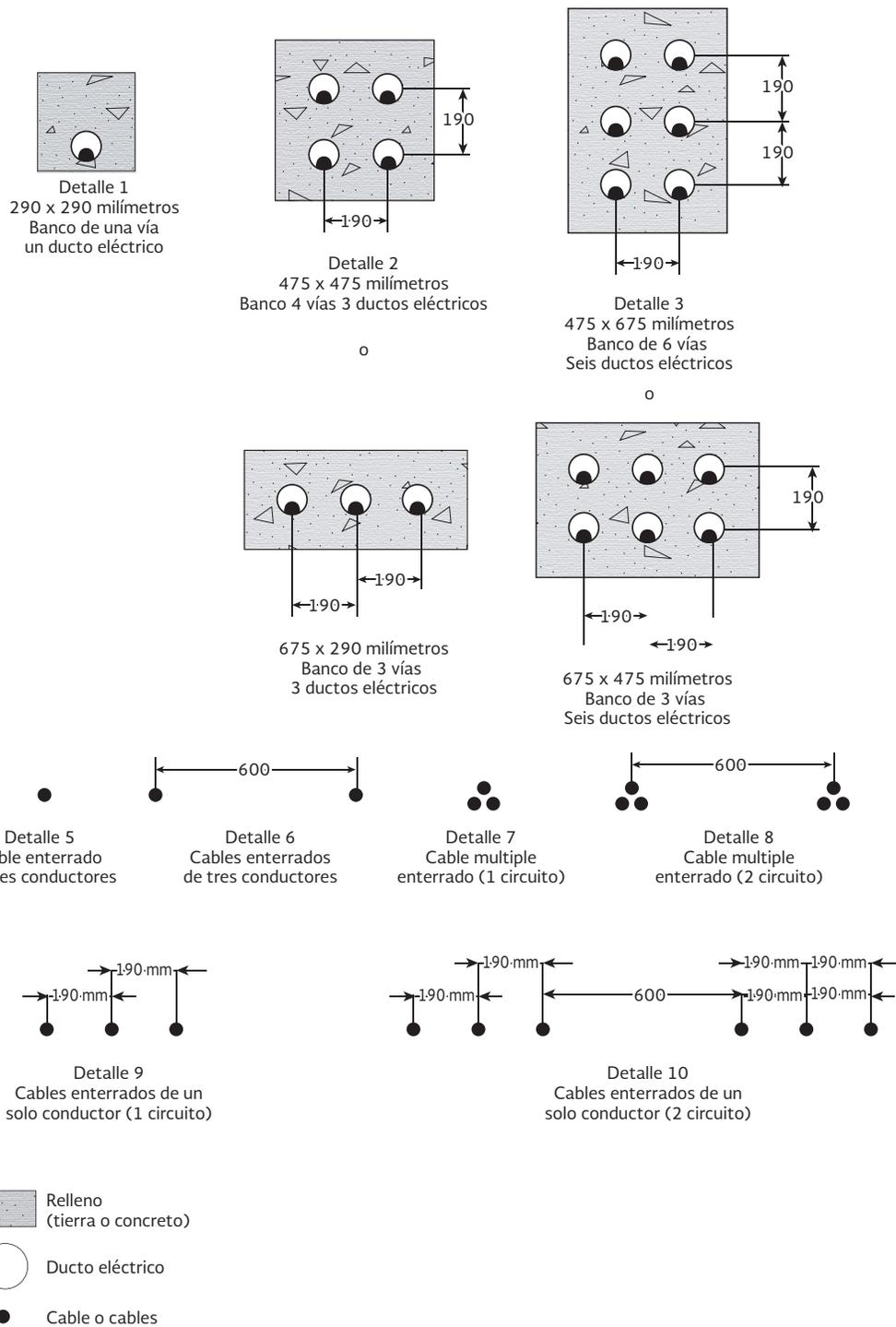
Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la h (ver Ilustración 5.2 a), b), y c).

Se debe considerar que el interior de los envolventes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes o canalizaciones subterráneas, deben 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 envolventes o canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en el inciso (a), hasta un punto

Ilustración 5.2 Dimensiones de instalación de cables y ductos, a)



Nota 1.- Las profundidades mínimas de enterramiento hasta la parte superior de los ductos eléctricos o cables debe estar de acuerdo con Art.300-50 de la NOM-001-SEDE. La profundidad máxima hasta la parte superior de los bancos de ductos eléctricos debe ser de 750 milímetros y la profundidad máxima hasta la parte superior de los cables enterrados directamente desde ser de 900 milímetros

Nota 2.- Todas las acotaciones de esta ilustración están en milímetros

Fuente: NOM-001-SEDE

Ilustración 5.2 Dimensiones de instalación de cables y ductos, a) (continuación)

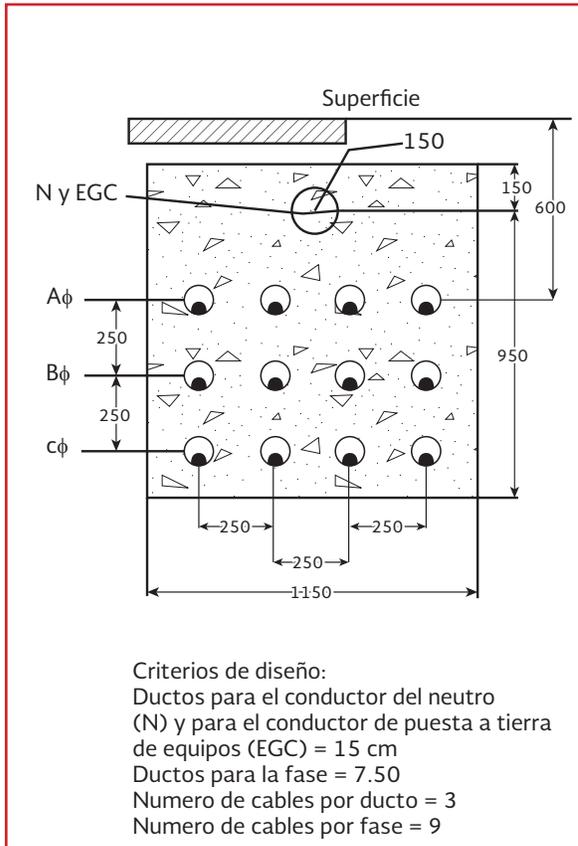
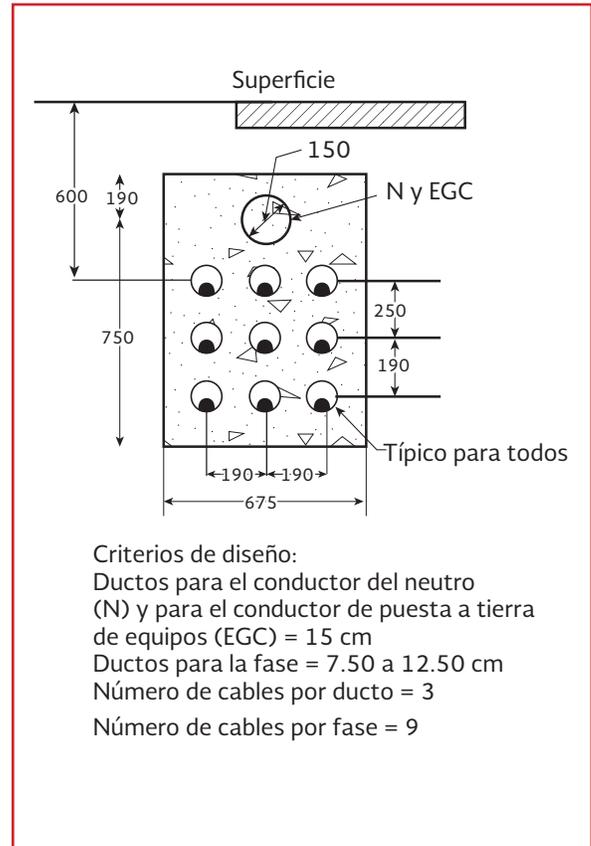


Ilustración 5.2 Dimensiones de instalación de cables y ductos, a) (continuación)



Fuente: NOM-001-SEDE

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.

5.1.3. 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.

5.1.4. 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.

5.1.5. 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 contruidos 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.

Cuando 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

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

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

5.1.6. 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 ma-

nera 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 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 envolventes o canalizaciones instaladas bajo tierra se deben considerar como lugares mojados.

Los conductores aislados y los cables instalados en estos envolventes o canalizaciones en instalaciones subterráneas se deben aprobar para su uso en lugares mojados. 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.

5.2. TUBERÍAS CONDUIT⁹

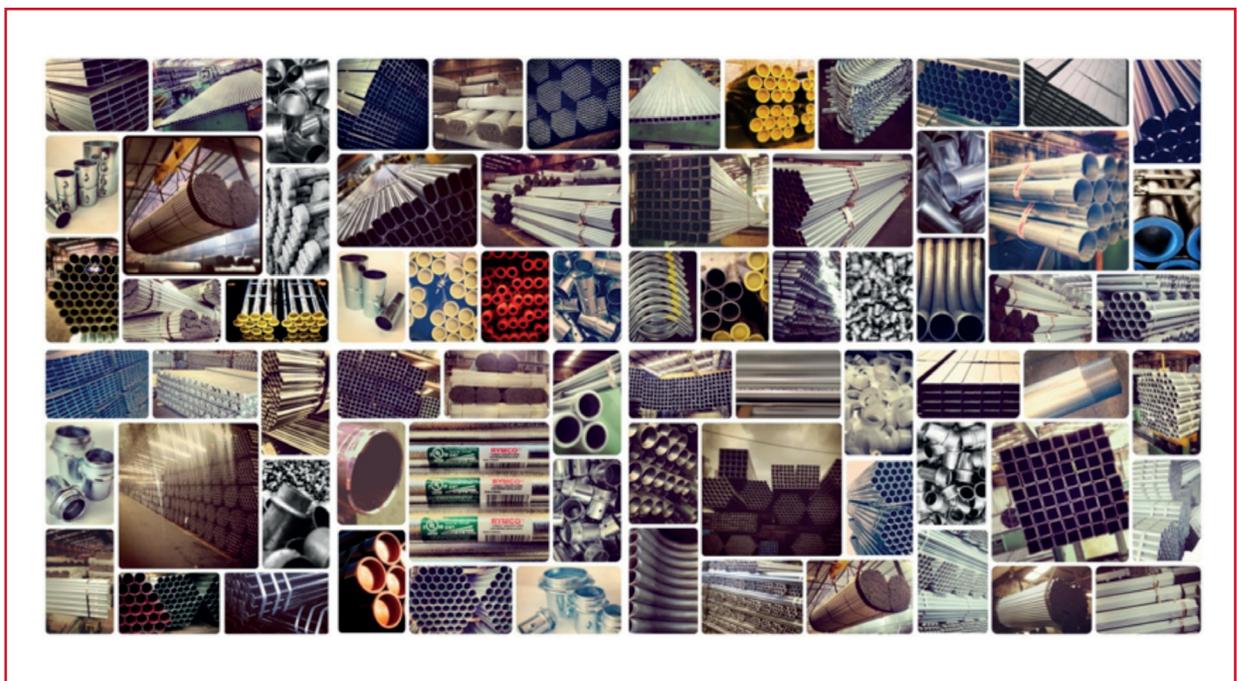
Sistema de canalizaciones diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas de forma tubular, sección circular, metálicas o no metálicas de similar sección transversal con dispositivos integrales o asociados de acoplamiento, conexión y terminación, ver Ilustración 5.3.

5.2.1. 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.

⁹ Fuente del capítulo: NOM-001-SEDE.

Ilustración 5.3 Tubería conduit



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 envolventes 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.

5.2.1.1. 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 contratruercas
 - 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

5.2.1.2. 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 ade-

cuada 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 me-

tros y asegurados firmemente a una distancia no mayor a 90 centímetros de los puntos de terminación

5.2.1.3. 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 elimi-

nar los bordes ásperos, excepto cuando se usen accesorios que se instalan con la rosca del tubo.

5.2.1.4. 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

La Ilustración 5.4 muestra de manera general una instalación de tubería conduit.

5.2.1.5. 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

5.2.1.6. 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

5.3. TRINCHERAS¹⁰

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.

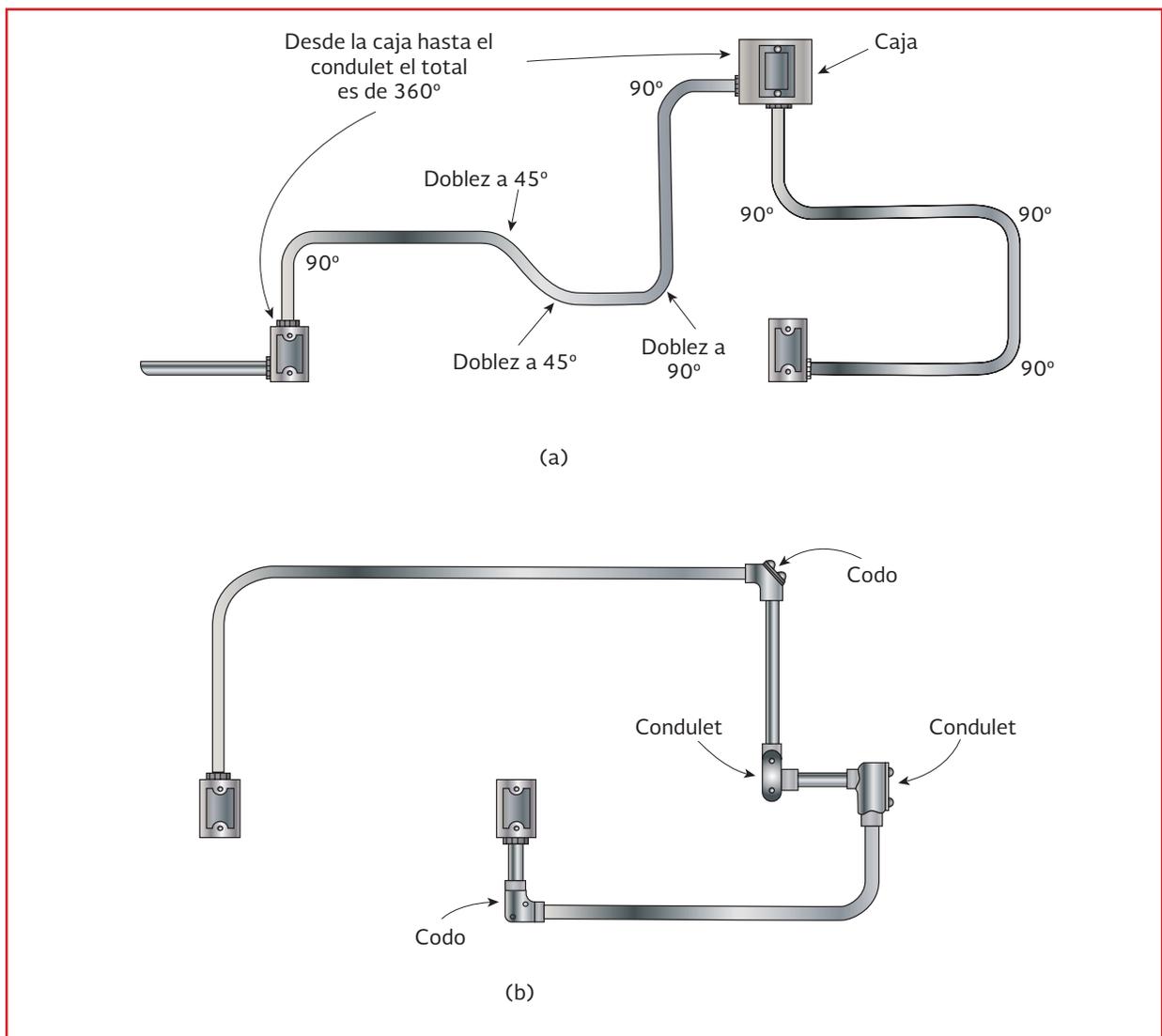
¹⁰ Fuente: CFE DCDSET01

5.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

5.3.1.1. 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:

Ilustración 5.4 Instalación de tubería conduit



- 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

5.3.1.2. 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

Ilustración 5.5 Ejemplo de trincheras



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

5.3.2. 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

5.4. REGISTROS¹¹

Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios para ejecutar maniobras de instalación operación y mantenimiento, ver Ilustración 5.7.

5.4.1. 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.

5.4.1.1. 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

5.4.1.2. 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

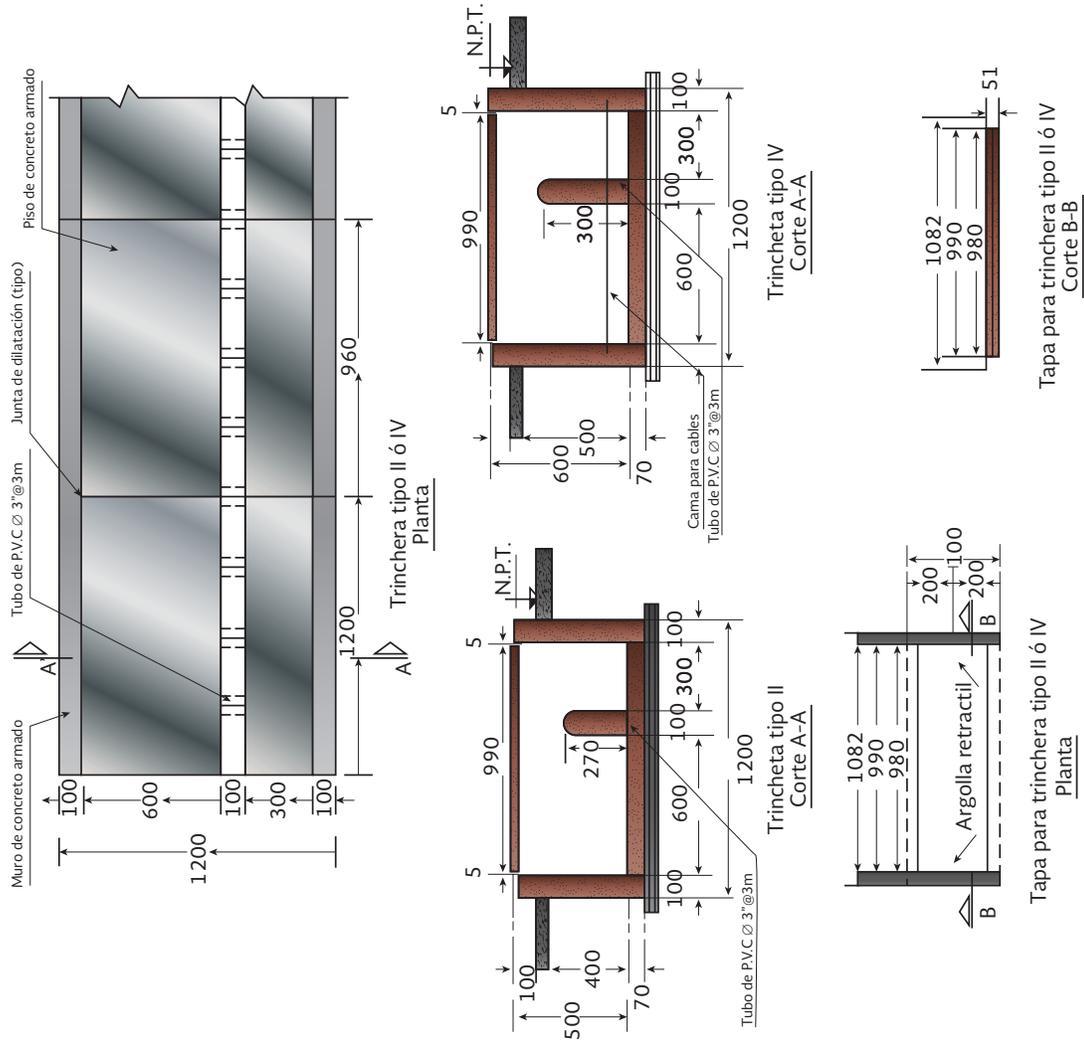
Obra electromecánica

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

En la Ilustración 5.7 e Ilustración 5.8 se muestran algunos registros.

¹¹ Fuentes del subcapítulo: NORMA-CFE-G; CFE-BMT-C y CFE-BMT-EOCEMAH.

Ilustración 5.6 Trinchera



Notas:

- 1.- En general el diseño y construcción de las trincheras debe cumplir con lo indicado en las características particulares de diseño y construcción incluidas en las bases.
- 2.- Adicionalmente, debe cumplir con los siguientes puntos:
 - 2.1 Se debe prever juntas de dilatación (las que se rellenarán con algún compuesto asfáltico) en los cruces de trincheras y en tramos longitudinales a cada 12 m.
 - 2.2 Las trincheras deberán contar con una pendiente de 2 al millar para la descarga de agua hacia los registros del sistema de drenaje.
 - 2.3 Los soportes que conforman la cama para cables, deben estar colocados a los largo de toda la longitud de la trinchera, a una distancia tal que evite que los cables lleguen al piso de la misma y obstaculicen el libre flujo de agua para su drenado.
 - 2.4 Las tapas de las trincheras deben contar con dos argollas retráctiles para maniobras e izaje.

Simbología:

N.P.T. - Nivel de piso Terminado
@ - A Cada

5.4.1.3. 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 fillos que puedan dañar los cables
2. Limpiar y retirar objetos existentes dentro de los registros

5.5. CHAROLAS¹²

Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado para asegurar o soportar cables y canalizaciones, ver Ilustración 5.9.

5.5.1. USOS PERMITIDOS

Se permitirá el uso de charolas portables 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 portables 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 portables y accesorios asociados deben estar identificados para el uso previsto. Todos los cables de energía y control para instalación en charolas portables deben ser no propagadores de la flama e identificados para tal fin. El marcado CT contempla esta característica.

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

5.5.2. USOS NO PERMITIDOS

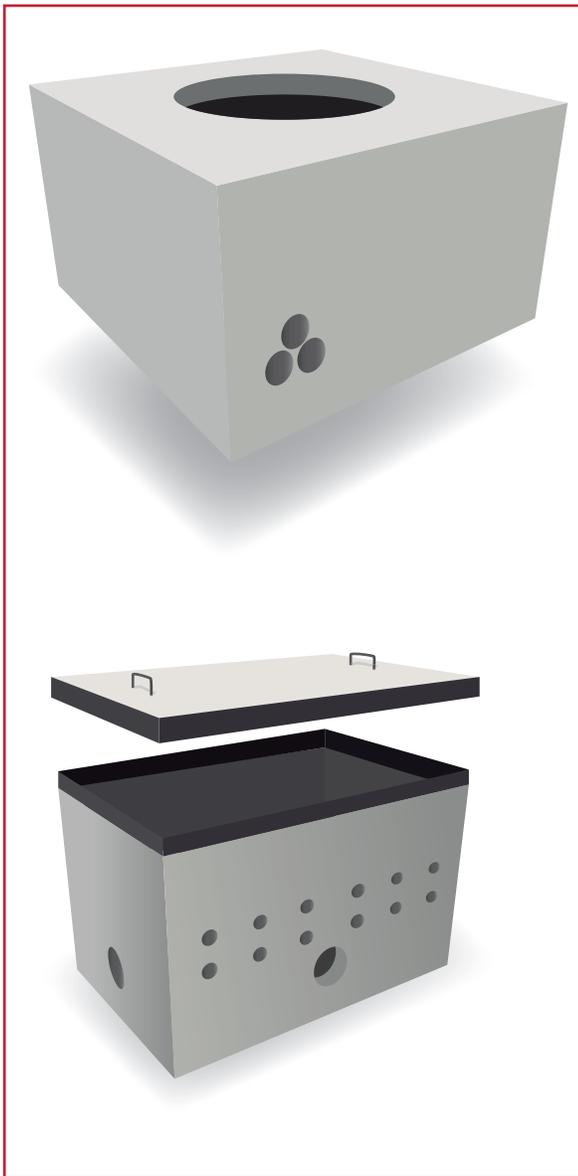
No se deben utilizar sistemas de charolas portables en los fosos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos.

12 Fuente del capítulo: NOM-001-SEDE.

Ilustración 5.7 Registros para cable eléctrico



Ilustración 5.8 Registro



5.5.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

5.5.3.1. Sistema completo

Las charolas portables 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 portables y el soporte de los cables. Se permitirá que los sistemas de charolas portables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre tramos de charolas portables o entre tramos de charolas portables y los equipos.

5.5.3.2. 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 portables.

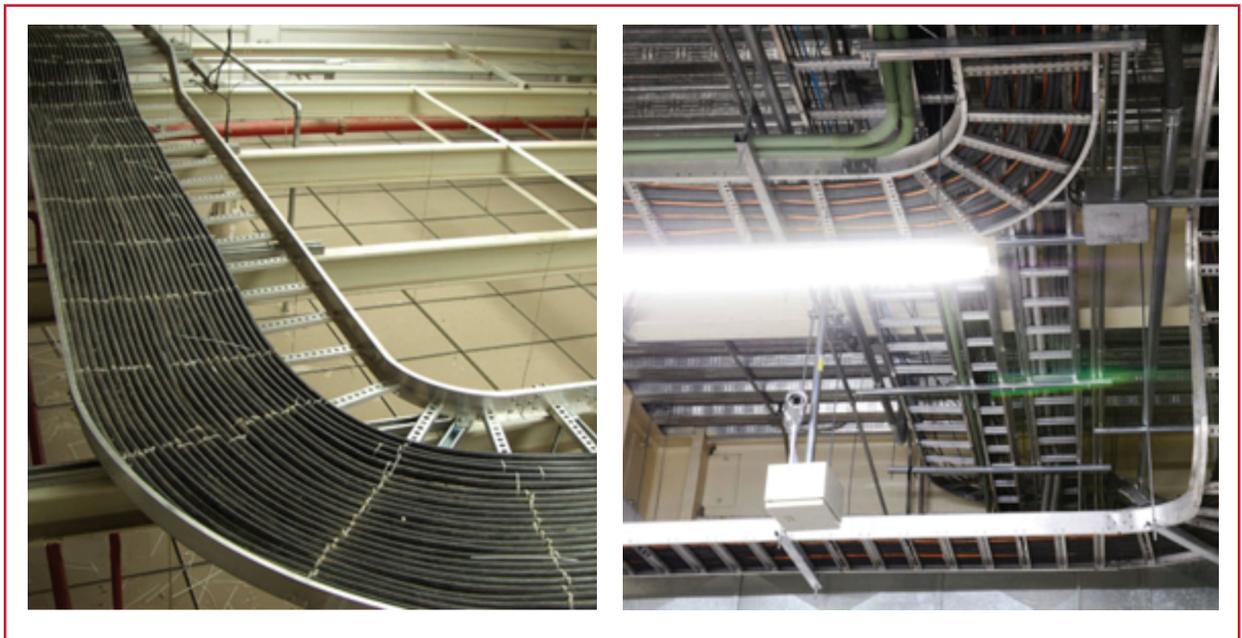
5.5.3.3. Paredes y divisiones

Se permitirá que las charolas portables 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.

5.5.3.4. Acceso adecuado

Las charolas portables deben estar expuestas y accesibles, con algunas excepciones. Alrede-

Ilustración 5.9 Charola para cables eléctricos



dor 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.

5.5.3.5. 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.

5.5.3.6. 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 cha-

rola portacables, el soporte y la sujeción deben estar de acuerdo con los requisitos de soporte.

5.5.3.7. 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 envoltente 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 envoltente montado en los elementos estructurales o de soporte de un plafón suspendido, debe tener un tamaño no mayor a 1 640 cm³ y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en lo siguiente:

- Elementos del armazón. Un envoltente 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) envoltente(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 cm³.

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

Excepción: Se 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 cm³.

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 envolvente o bujes. Cada tubo conduit debe estar soportado a una distancia no mayor a 45 centímetros del envolvente.

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 envolvente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se es-

tablece 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:

- Cordon 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.

5.5.3.8. 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, ver Ilustración 5.1.

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 mm² (1/0 AWG) hasta 107 mm² (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.

5.5.3.9. 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 mm² (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 mm² (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 mm² (4/0 AWG) o mayores, con cables de tamaño menor que 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 107 mm² (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 mm² (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 mm² (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 mm² (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 mm² (4/0 AWG) o más grandes, con cables de menor tamaño de 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de tamaño menor de 107 mm² (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 mm² (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

5.5.3.10. 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^2 (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^2 (250 kcmil) hasta 456 mm^2 (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^2 (1 000 kcmil) o mayores con cables de un solo conductor menores a 507 mm^2 (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables menores a 507 mm^2 (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 mm² (4 AWG) hasta 107 mm² (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.

5.5.3.11. 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.

5.5.3.12. Sujeción 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.

5.5.3.13. 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 envolventes de conductores, ver Ilustración 5.10.

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 mm² (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

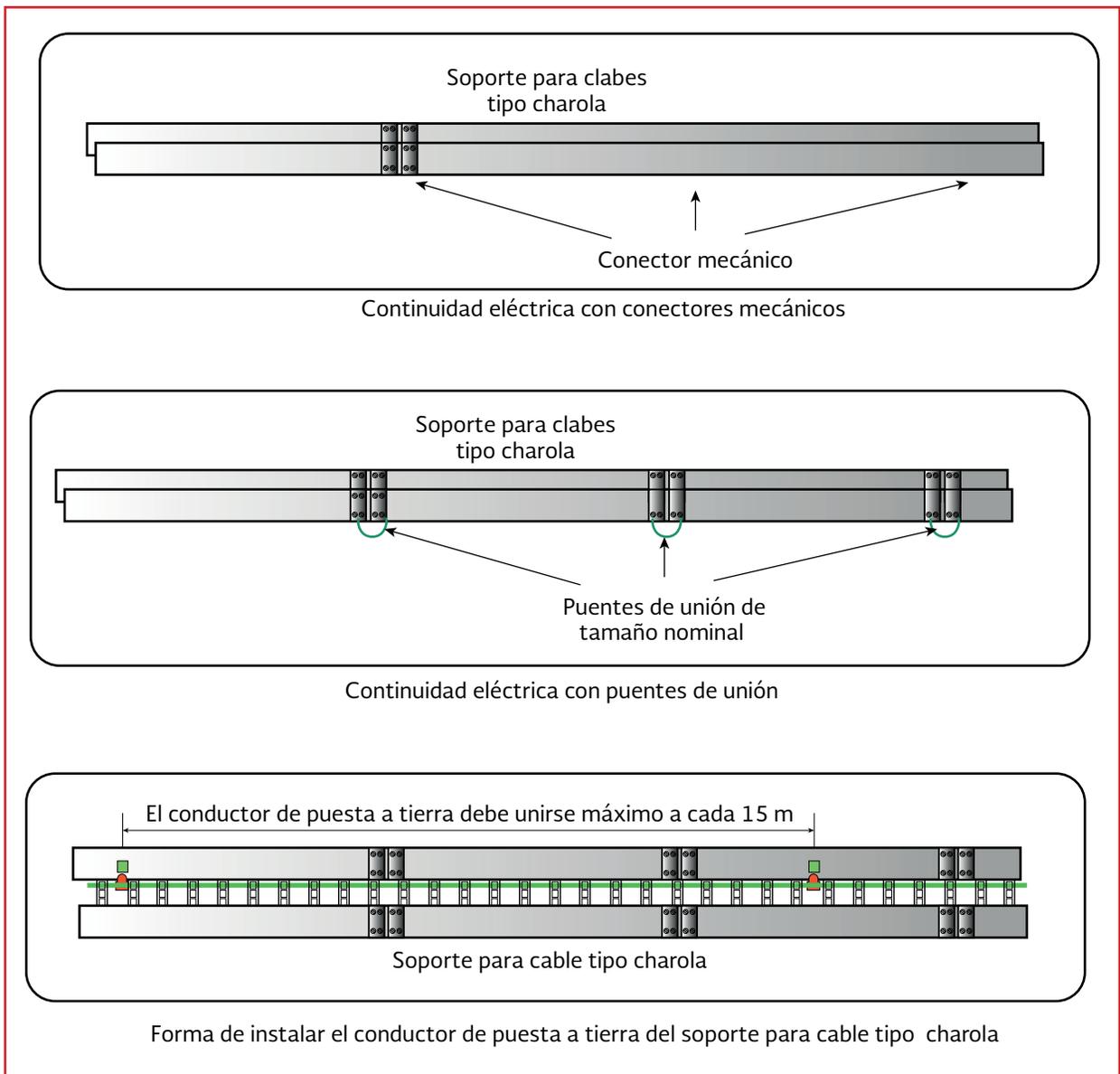
Transiciones

Cuando los sistemas de charolas portacables son mecánicamente discontinuos, según se

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.

Ilustración 5.10 Puesta a tierra de los soportes para cables tipo charola



permite se usa un puente de unión dimensionado según aplique.

5.5.3.14. 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. Los 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 mm² (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 mm² (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 mm² (1/0 AWG) a 253 mm² (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 mm² (1/0 AWG) a 253 mm² (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 mm² (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 mm² (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

5.5.3.15. 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 mm² (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 mm² (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 mm² (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 mm² (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.

5.5.3.16. 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

5.5.3.17. 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.

5.5.3.18. Conexión a tierra

Conectar la cubierta metálica de la charola a tierra

5.6. ELECTRODUCTO¹³

Electroductos o ductos con barra. Envoltorio 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 (ver Ilustración 5.12).

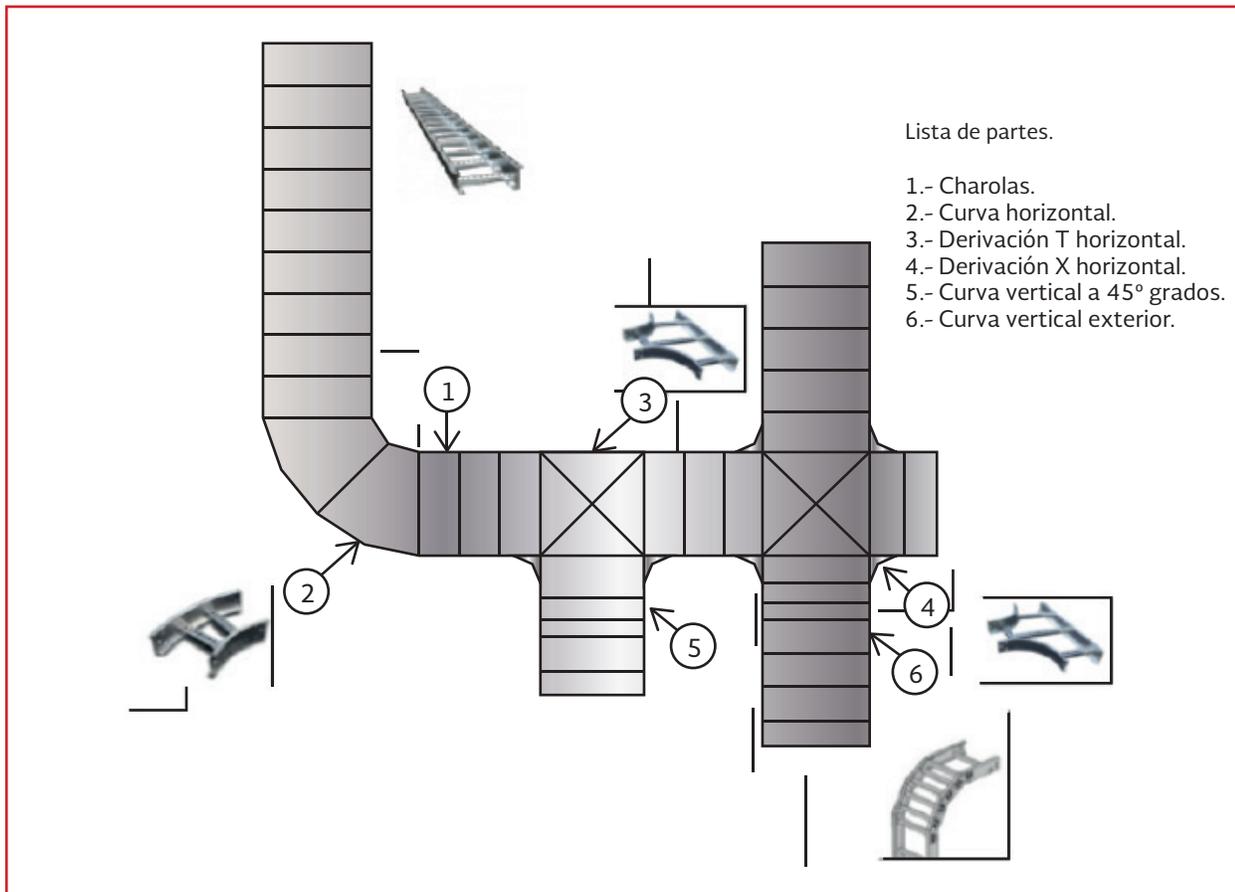
¹³ Fuente del subcapítulo: NOM-001-SEDE.

5.6.1. 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:

Ilustración 5.11 Charolas



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

Ilustración 5.12 Electroducto



5.6.2. 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

5.6.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

5.6.3.1. 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,

cadena 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.

5.6.3.2. 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.

5.6.3.3. 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

Ensamblados de cordón y cable

Se permitirá usar ensamblados 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 ensamblados 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.

5.6.3.4. Requisitos para tensiones superiores a 600 volts

Estructuras adyacentes y de soporte

Los electroductos o ductos con barras con envoltente 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.

5.6.3.5. 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 envolvente 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 ven-

tilación 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.

5.6.3.6. 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

5.6.3.7. 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

En la Ilustración 5.13 se muestra un arreglo de electroductos.

5.6.3.8. Conexión a Tierra

Conectar la cubierta metálica del electroducto a tierra.

Ilustración 5.13 Electroductos

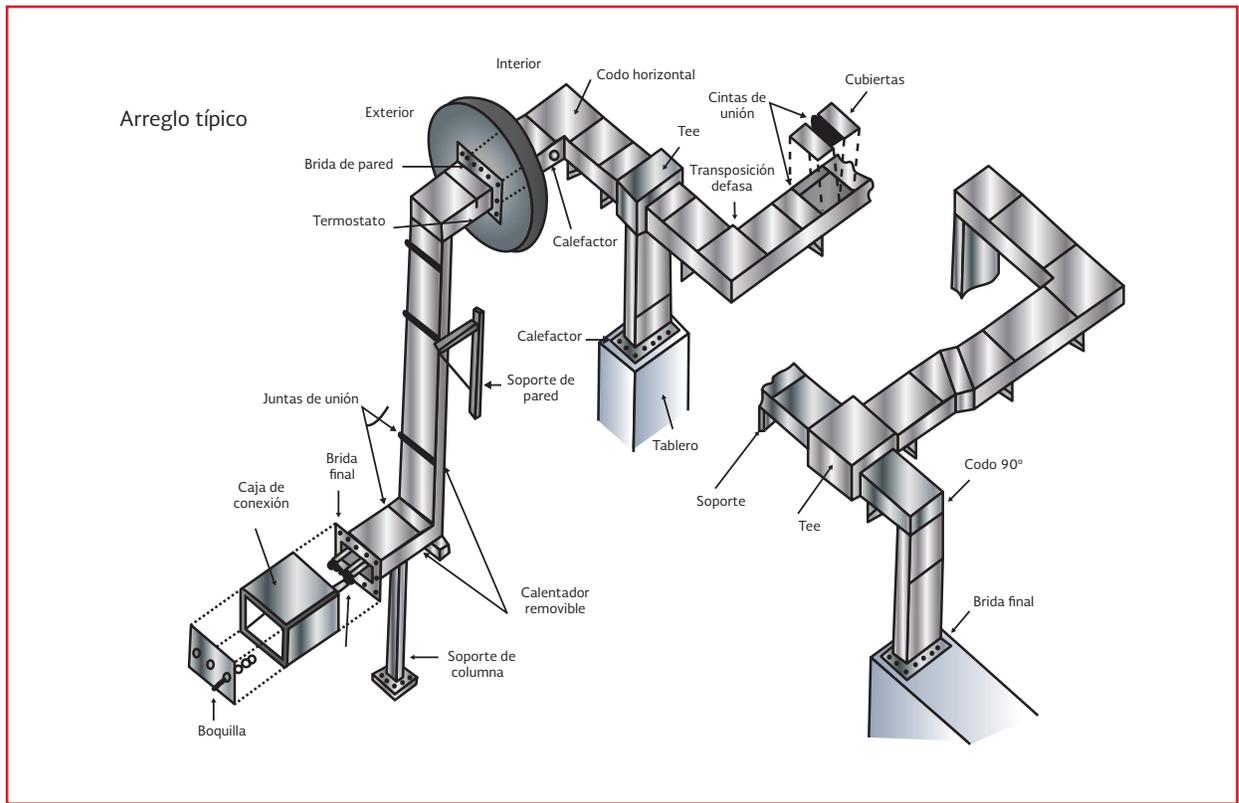


Tabla 5.1 Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones prevista	Aislamiento	Recubrimiento externo ¹
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 °C	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fluorado	Ninguno
		200 °C	Lugares secos Para aplicaciones especiales ²		Trenza de fibra de vidrio Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 °C	Lugares secos y mojados	Óxido de magnesio ³	Cobre o aleación de acero
		200 °C	Para aplicaciones especiales		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60°C	Alambrado de máquinas herramientas en lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de nylon o equivalente
		90°C	Alambrado de máquinas herramientas en lugares secos		
Papel		85°C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Termoplastico resistente a la humedad	PFA	90°C	Lugares secos y mojados Para aplicaciones especiales ²	Óxido de magnesio ³	Cobre o aleación de acero
Perfluoroalcoxi	PFAH	250°C	Sólo para lugares secos. Solo para cables dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	90°C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama
Termofijo resistente a la humedad	RHW	75°C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama ⁴
	RHW-2	90°C			
Hule silicón	SA	90°C	Lugares secos y húmedos	Hule silicon	Trenza de fibra de vidrio u otro material
		90°C	Para aplicaciones especiales		
Termofijo	SIS	90°C	Sólo para alambrado de tableros	Termoplástico	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	90°C	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 ¹
Politetra-fluoroetileno	TFE	250°C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama	THHN	90°C	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	THHW	75°C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		90°C	Lugares secos		
Termoplástico	THHW-LS	75°C	Lugares mojados	Termoplásticos resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90°C	Lugares secos		
Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	THW	75°C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Ninguno
	THW-2	90°C	Lugares secos y húmedos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido	THW-LS	75°C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama	THWN	75°C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama	Cubierta de nylon o equivalente
	THWN-2	90°C			
Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama	TW	60°C	Lugares secos y mojados	Termoplásticos resistentes a la humedad y retardante a la flama	Ninguno
Cable monoconductor subterráneo y circuitos derivados de un sólo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor)		60°C	Ver artículo 340 de la NOM-001-SEDE	Resistente a la humedad ⁴	Integrado con el aislante
		75°C			

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

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones prevista	Aislamiento	Recubrimiento externo ¹
Cable de acometida subterránea de un solo conductor	USE	75 °C ⁵	Ver el Artículo 340 ⁶	Resistente al calor y a la humedad	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad
	USE-2	90 °C	Lugares secos y mojados		
Termofijo retardante a la flama	XHH	90 °C	Lugares secos y húmedos	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 ²		
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 ²		
	WZ-2	90 °C	Lugares secos y mojados		

NOTAS:

1. Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.
 - 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

Tipo de método de alambrado o circuito					
Ubicación del 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 identificado para instalar directamente enterrados)	0 (En canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 10 centímetros de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 15 centímetros de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado)	15 (directamente enterrado)
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	60	60	60	60	60
	45	45	45	30	45

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

Tipo de método de alambrado o circuito					
Ubicación del 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 mm ² (18 AWG) hasta 8.37 mm ² (8 AWG)	no mayores a	-	30
Desde 13.3 mm ² (6 AWG) hasta 53.5 mm ² (1/0 AWG)		60	30
Desde 67.4 mm ² (2/0 AWG) hasta 107 mm ² (4/0 AWG)		55	25
Mayor que 107 mm ² (4/0AWG) hasta 177 mm ² (350 Kcmil)		40	20
Mayor que 177 mm ² (350 Kcmil) hasta 253 mm ² (500 Kcmil)		35	15
Mayor que 253 mm ² (500 Kcmil) hasta 380 mm ² (750 Kcmil)		30	10
Mayor que 380 mm ² (750 Kcmil)		25	10

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 ^d	Tubo conduit RTHRC, PVC y HDPE ^b	Tubo conduit metálico pesado y semipegado	Canalizaciones bajo edificios o lozas de concreto exteriores, con espesor mínimo ^c 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

Tabla 5.4 Requisitos de profundidad mínima (continuación)

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 ^d	Tubo conduit RTHRC, PVC y HDPE ^b	Tubo conduit metálico pesado y semipesado	Canalizaciones bajo edificios o lozas de concreto exteriores, con espesor mínimo 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 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	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1½	40.9	1 314	788	696	407	526
53	2	52.5	2 165	1 299	1 147	671	866
63	2½	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	3½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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 ¼	34	908	545	481	281	363
41	1 ½	39.9	1 250	750	663	388	500
53	2	51.3	2 067	1 240	1 095	641	827
63	2 ½	--	--	--	--	--	--
78	3	--	--	--	--	--	--
91	3 ½	--	--	--	--	--	--

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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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 ¼	32.40	824	495	437	256	330
41	1 ½	39.10	1 201	720	636	372	480
53	2	51.80	2 107	1 264	1 117	653	843
63	2 ½	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 ½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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 ¼	36.80	1 064	638	564	330	425
41	1 ½	42.70	1 432	859	759	444	573
53	2	54.60	2 341	1 405	1 241	726	937
63	2 ½	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 ½	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

Fuente: NOM-001-SEDE

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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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 ¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1 ½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1½	40.3	1 276	765	676	395	510
53	2	51.6	2 091	1 255	1 108	648	836
63	2½	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	3½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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 ¼	35.40	984	591	522	305	394
41	1 ½	41.20	1 333	800	707	413	533
53	2	52.90	2 198	1 319	1 165	681	879
63	2 ½	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 ½	90.70	6 461	3 877	3 424	2 003	2 584
103	4	102.90	8 316	4 990	4 408	2 578	3326
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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	31.90	799	480	424	248	320
41	1½	37.50	1 104	663	585	342	442
53	2	48.60	1 855	1113	983	575	742
63	2½	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	3½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	34.5	935	561	495	290	374
41	1½	40.4	1 282	769	679	397	513
53	2	52	2 124	1 274	1 126	658	849
63	2½	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	3½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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	1¼	38.10	1 140	684	604	353	456
41	1½	43.70	1 500	900	795	465	600
53	2	54.70	2 350	1 410	1 245	728	940
63	2½	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	3½	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 ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
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

Tabla 5.19 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.823	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	6.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
RHH, RHW, RHW-2	85.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
	355	700	33.38	874.9
	380	750	34.24	920.8
	405	800	35.05	965
	456	900	36.68	1 057
	507	1 000	38.15	1 143
	633	1 250	43.92	1 515
	760	1 500	47.04	1738
	887	1 750	49.94	1 959
	1 013	2 000	52.63	2 175
SF-2, SFF-2	0.824	18	3.073	7.419
	1.31	16	3.378	8.968
	2.08	14	3.759	11.10
SF-1, SFF-1	0.824	18	2.311	4.194
RFH-1, XF, XFF	0.824	18	2.692	5.161
TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
TW, THHW, THW, THW-2	5.26	10	4.470	55.68
	6.63	8	5.994	28.19
RHH*, RHW*, RHW-2*	2.08	14	4.140	13.48
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	3.31	12	4.623	16.67

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.19 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos (continuación)

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFE, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF				
THHN, THWN, THWN-2	177	350	20.75	338.2
	203	400	21.95	378.3
	253	500	24.1	456.3
	304	600	26.7	559.7
	355	700	28.5	637.9
	380	750	29.36	677.2
	405	800	30.18	715.2
	456	900	31.8	794.3
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFE, PAFF	0.824	18	2.184	3.742
	1.31	16	2.489	4.839
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFE, PAFF, TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	2.08	14	2.87	6.452
	3.31	12	3.353	8.839
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	5.232	21.48
	8.37	6	6.198	30.19
	21.2	4	7.417	43.23
	26.7	3	8.128	51.87
	33.6	2	8.941	62.77
TFE, PFAH	42.4	1	10.72	90.26
TFE, PFA, PFAH, Z	53.5	1/0	11.73	108.1
	67.4	2/0	12.9	130.8
	85.0	3/0	14.22	158.9
	107	4/0	15.7	193.5
ZF, ZFF	0.824	18	1.93	2.903
	1.31	16	2.235	3.935
Z, ZF, ZFF	2.08	14	2.616	5.355
	3.31	12	3.099	7.548
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	4.978	19.48
	8.37	6	5.944	27.74
	21.2	4	7.163	40.32
	26.7	3	8.382	55.16
	33.6	2	9.195	66.39
42.4	1	10.21	81.87	

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.19 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos (continuación)

Tipo	Tamaño		Diámetro aproxima- do	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF				
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	5.26	10	5.232	21.48
RHH*, RHW*, RHW-2*	6.63	8	6.756	35.87
TW, THW, THHW, THW-2, RHH*, RHW*, RHW-2*	8.37	6	7.722	46.84
	21.2	4	8.941	62.77
	26.7	3	9.652	73.16
	33.6	2	10.46	86.00
	42.4	1	12.50	122.60
	53.5	1/0	13.51	143.40
	67.4	2/0	14.68	169.30
	85.0	3/0	16.00	201.10
	107	4/0	17.48	239.90
	127	250	19.43	296.50
	152	300	20.83	340.70
	177	350	22.12	384.40
	203	400	23.32	427.00
	253	500	25.48	509.70
	304	600	28.27	627.7
	355	700	30.07	710.3
	380	750	30.94	751.7
	405	800	31.75	791.7
	456	900	33.38	874.9
	507	1 000	34.85	953.8
633	1 250	39.09	1 200	
760	1 500	42.21	1 400	
887	1 750	45.1	1 598	
1 013	2 000	47.80	1 795	
TFN, TFFN	0.824	18	2.134	3.548
	1.31	16	2.438	4.645
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	2.819	6.258
	3.31	12	3.302	8.581
	5.26	10	4.166	13.61
	6.63	8	5.486	23.61
	8.37	6	6.452	32.71
	21.2	4	8.23	53.16
	26.7	3	8.941	62.77
	33.6	2	9.754	74.71
	42.4	1	11.33	100.8
	53.5	1/0	12.34	119.7
	67.4	2/0	13.51	143.4
	85.0	3/0	14.83	172.8
	107	4/0	16.31	208.8
	127	250	18.06	256.1
152	300	19.46	297.3	

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.19 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos (continuación)

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHHW, ZW, XHHW-2, XHH	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.47	15.68
	6.63	8	5.994	28.19
	8.37	6	6.96	38.06
	21.2	4	8.179	52.52
	26.7	3	8.89	62.06
	33.6	2	9.703	73.94
	42.4	1	11.23	98.97
	53.5	1/0	12.24	117.7
	67.4	2/0	13.41	141.3
	85.0	3/0	14.73	170.5
	107	4/0	16.21	206.3
	127	250	17.91	251.9
XHHW, XHHW-2, XHH	152	300	19.3	292.6
	177	350	20.6	333.3
	203	400	21.79	373
	253	500	23.95	450.6
	304	600	26.75	561.9
	355	700	28.55	640.2
	380	750	29.41	679.5
	405	800	30.23	717.5
	456	900	31.85	796.8
	507	1 000	33.32	872.2
	633	1 250	37.57	1 108
	760	1 500	40.69	1 300
	887	1 750	43.59	1 492
	1013	2 000	46.28	1 682
KF-2, KFF-2	0.824	18	1.6	2
	1.31	16	1.905	2.839
	2.08	14	2.286	4.129
	3.31	12	2.769	6
KF-1, KFF-1	5.26	10	3.378	8.968
	0.824	18	1.448	1.677
	1.31	16	1.753	2.387
	2.08	14	2.134	3.548
	3.31	12	2.616	5.355
	5.26	10	3.226	8.194

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.20 Dimensiones y áreas nominales de cables de aluminio tipo XHHW y de cobre compacto

Área	Tamaño	Conductor desnudo	Tipos THW y THHW	Área aproximada	Tipo THHN	Tipo XHHW	Área aproximada	
		Diámetro	Diámetro aproximado		Diámetro aproximado			
mm ²	AWG o kcmil	mm	mm	mm ²	mm	mm ²	mm	mm ²
8.37	8	3.404	6.477	32.9	--	--	5.69	25.42
13.3	6	4.293	7.366	42.58	6.096	29.16	6.604	34.19
21.2	4	5.41	8.509	56.84	7.747	47.10	7.747	47.1
33.6	2	6.807	9.906	77.03	9.144	65.61	9.144	65.61
42.4	1	7.595	11.81	109.5	10.54	87.23	10.54	87.23
53.5	1/0	8.534	12.7	126.6	11.43	102.6	11.43	102.6
67.4	2/0	9.55	13.84	150.5	12.57	124.1	12.45	121.6
85.0	3/0	10.74	14.99	176.3	13.72	147.7	13.72	147.7
107	4/0	12.07	16.38	210.8	15.11	179.4	14.99	176.3
127	250	13.21	18.42	266.3	17.02	227.4	16.76	220.7
152	300	14.48	19.69	304.3	18.29	262.6	18.16	259
177	350	15.65	20.83	340.7	19.56	300.4	19.3	292.6
203	400	16.74	21.97	379.1	20.7	336.5	20.32	324.3
253	500	18.69	23.88	447.7	22.48	396.8	22.35	392.4
304	600	20.65	26.67	558.6	25.02	491.6	24.89	486.6
355	700	22.28	28.19	624.3	26.67	558.6	26.67	558.6
380	750	23.06	29.21	670.1	27.31	585.5	27.69	602
456	900	25.37	31.09	759.1	30.33	722.5	29.69	692.3
507	1 000	26.92	32.64	836.6	31.88	798.1	31.24	766.6

Fuente. NOM-001-SEDE

Tabla 5.21 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado, tipo malla o fondo sólido para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola portacables	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
	Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado		Charolas portacables tipo fondo sólido	
	Columna 1*	Columna 2	Columna 3	Columna 4**
	cm	mm ²	mm ²	mm ²
5	1 500	1 500 - (30 Sd)	1 200	1 200 - (30 Sd)
10	3 000	3 000 - (30 Sd)	2 300	2 300 - (30 Sd)
15	4 500	4 500 - (30 Sd)	3 500	3 500 - (30 Sd)
20	6 000	6 000 - (30 Sd)	4 500	4 500 - (30 Sd)
22.5	6 800	6 800 - (30 Sd)	5 100	5 100 - (25 Sd)
30	9 000	9 000 - (30 Sd)	7 100	7 100 - (25 Sd)
40	12 000	12 000 - (30 Sd)	9 400	9 400 - (30 Sd)
45	13 500	13 500 - (30 Sd)	10 600	10 600 - (25 Sd)
50	15 000	15 000 - (30 Sd)	11 800	11 800 - (30 Sd)
60	18 000	18 000 - (30 Sd)	14 200	14 200 - (25 Sd)
75	22 500	22 500 - (30 Sd)	17 700	17 700 - (25 Sd)
90	27 000	27 000 - (30 Sd)	21 300	21 300 - (25 Sd)

* Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4 500 menos (30 multiplicado por Sd).

** El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables multiconductores de 107 mm² (4/OAWG) y más grandes instalados en la misma charola con cables más pequeños.

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.22 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal ventilado para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm ²	mm ²
7.5	1 500	850
10	2 900	1 600
15	4 500	2 450

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.23 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal sólido para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm ²	mm ²
5.0	850	500
7.5	1 300	700
10	2 400	1 400
15	3 600	2 100

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.24 Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o malla ventilada para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola portacables	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Charolas portacables tipo escalera o fondo ventilado	
	Columna 1	Columna 2*
cm	mm ²	mm ²
5	1 400	1 400 - (28 Sd)
10	2 800	2 800 - (28 Sd)
15	4 200	4 200 - (28 Sd)
20	5 600	5 600 - (28 Sd)
22.5	6 100	6 100 - (28 Sd)
30	8 400	8 400 - (28 Sd)
40	11 200	11 200 - (28 Sd)
45	12 600	12 600 - (28 Sd)
50	14 000	14 000 - (28 Sd)
60	16 800	16 800 - (28 Sd)
75	21 000	21 000 - (28 Sd)
90	25 200	25 200 - (28 Sd)

* Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columna 2. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4 200 menos (28 multiplicado por Sd). El término Sd de las columnas 2 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables individuales de 507 mm² y más mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.25 Requisitos de área de metal para charolas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos

Valor máximo nominal de los fusibles, ajuste de disparo de los interruptores automáticos o del relevador protector del circuito, o ajuste de disparo para protección contra fallas a tierra de cualquier cable del circuito en un sistema de charola portacables	Área de la sección transversal mínima de la parte metálica*	
	Charolas portacables de acero	Charolas portacables de aluminio
amperes	mm ²	
60	129	129
100	258	129
200	451.5	129
400	645	258
600	967.5**	258
1 000	—	387
1 200	—	645
1 600	—	967.5
2 000	—	1 290

* Área de la sección transversal total de los dos peraltes de las charolas tipo escalera o charolas portacables con fondo, o área de la sección transversal mínima del metal en las charolas de canal o las construidas de una pieza.

** No se deben utilizar charolas portacables de acero como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 600 amperes. No se deben utilizar charolas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 2 000 amperes.

Fuente: NOM-001-SEDE



6

SISTEMAS DE TIERRAS

6.1. CONEXIÓN DEL EQUIPO DE PUESTA A TIERRA Y UNIÓN¹⁴

6.1.1. MÉTODOS PERMITIDOS

Los conductores de puesta a tierra, los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno de los siguientes medios:

- Conectores a presión
- Barras terminales
- Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión

- Procesos de soldadura exotérmica
- Abrazaderas tipo tornillo que enrosquen por lo menos dos hilos o que se aseguren con una tuerca
- Pijas que entren cuando menos dos hilos en la envolvente
- Conexiones que son parte de un ensamble
- Otros medios aprobados

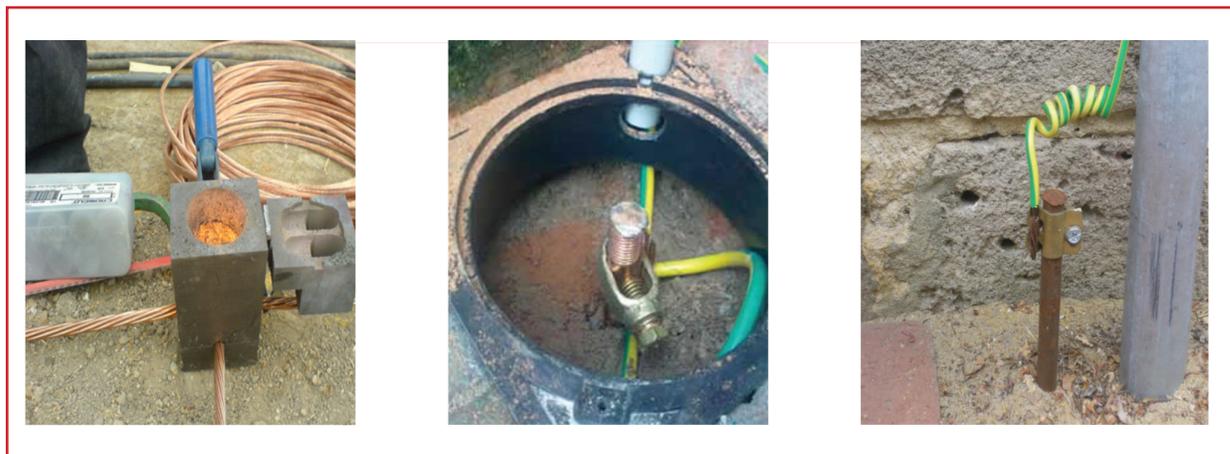
Ver Ilustración 6.1.

6.1.2. MÉTODOS NO PERMITIDOS

No se deben usar dispositivos de conexión o accesorios que dependan únicamente de soldadura de bajo punto de fusión.

14 Fuente: NOM-001-SEDE.

Ilustración 6.1 Ejemplo de sistemas de tierra



6.1.3. SUPERFICIES

Los recubrimientos no conductores (tales como pintura, laca o esmalte) en el equipo que va a ser puesto a tierra, se deben remover de las roscas y de las otras superficies de contacto para asegurar una buena continuidad eléctrica, o se deben conectar por medios o herrajes diseñados para hacer innecesaria la remoción de estos recubrimientos.

6.1.4. SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNATIVA QUE DEBEN SER PUESTOS A TIERRA

Los sistemas de corriente alterna deben ser puestos a tierra como se indica en (Ilustración 6.2):

Sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts

Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador es de más de 150 volts a tierra
- Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra
- Cuando están instalados como conductores aéreos en exteriores

Sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1 000 volts

Los sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1 000 volts que alimentan el alambrado de los inmuebles y los sistemas de alambrado de éstos, deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando el sistema puede ser puesto a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores de fase no sea mayor de 150 volts
- Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en el cual el conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito
- Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito

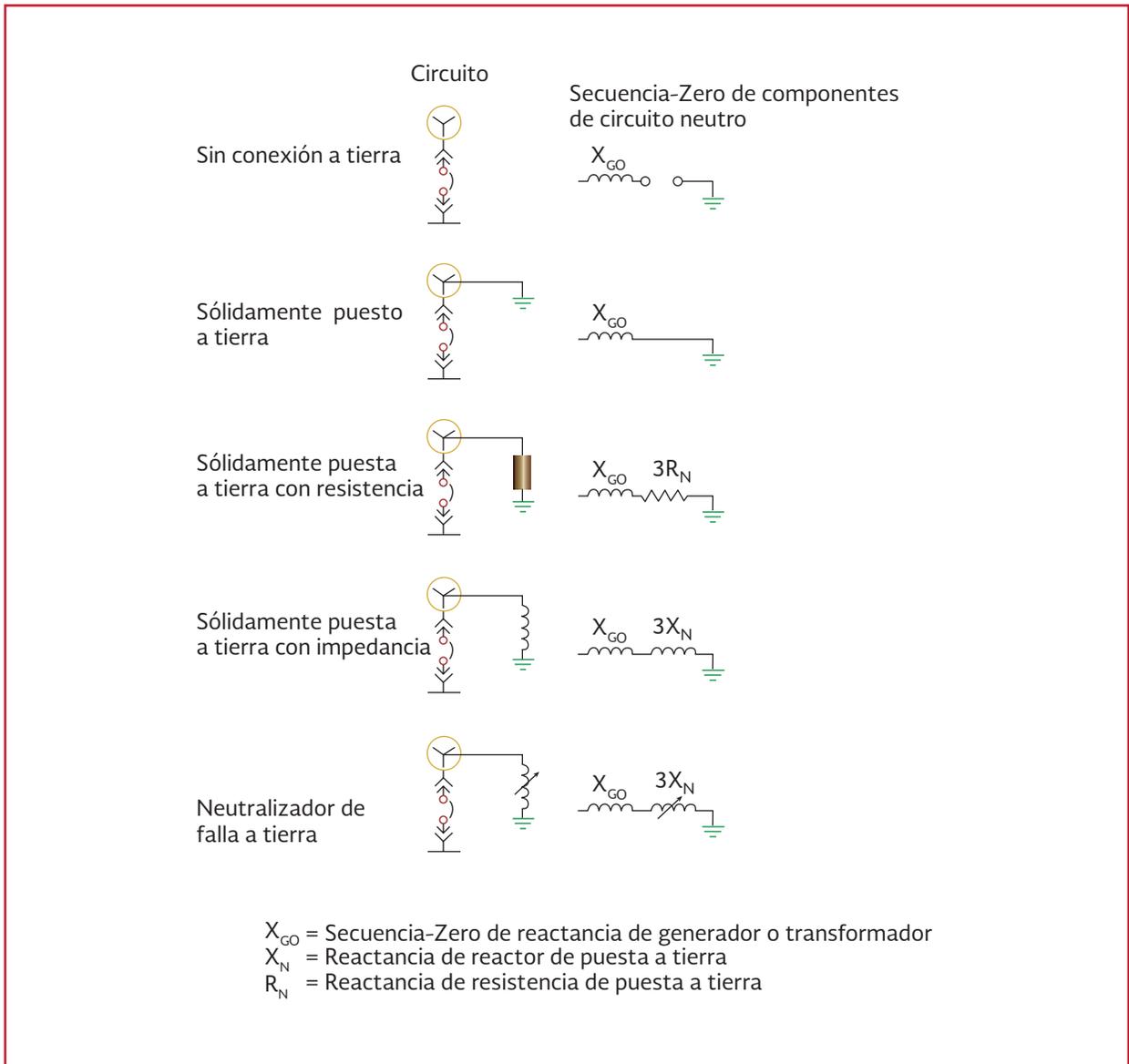
Sistemas de corriente alterna de 1 kV o más

Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil deben ser puestos a tierra. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá que sean puestos a tierra.

Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia

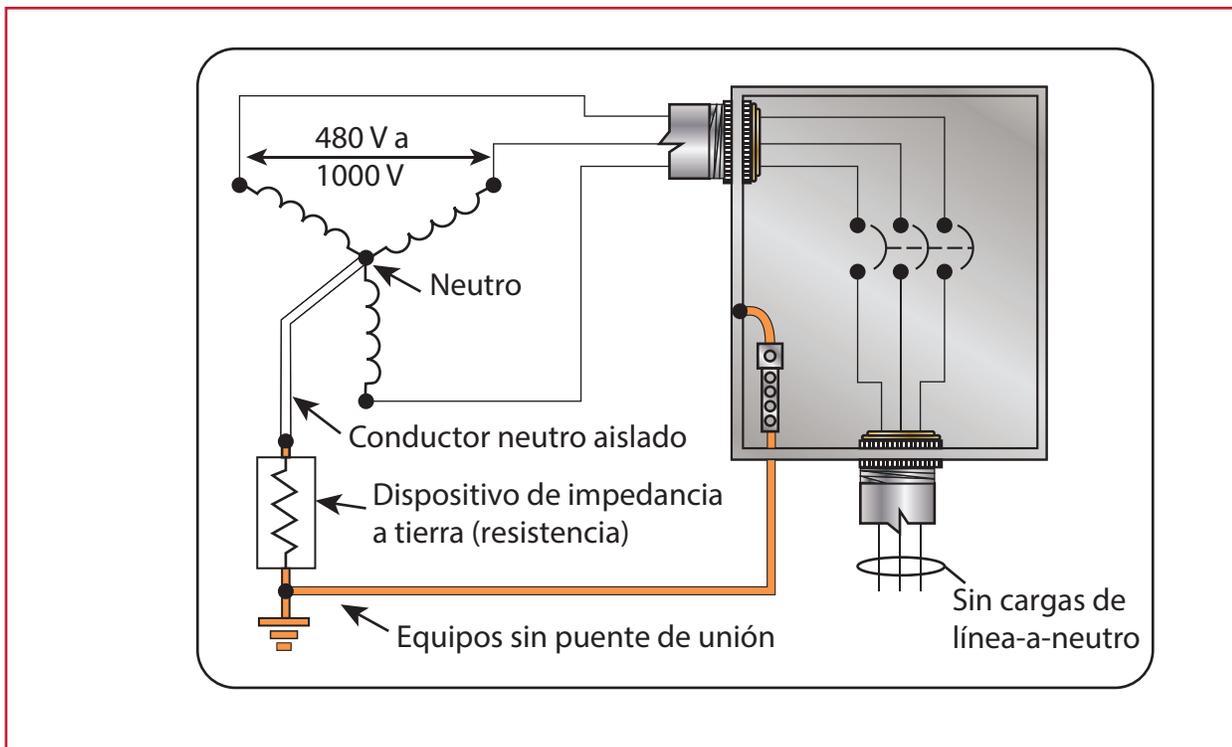
Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, por lo general una resistencia, la cual limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 480 a 1 000 volts, si cumplen con lo establecido con la NOM-001-SEDE (ver Ilustración 6.3).

Ilustración 6.2 Sistemas puestos a tierra y no puestos a tierra



IEEE Standar 142

Ilustración 6.3 Diagrama de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia



National electric code (handbook)

6.1.5. CONDUCTOR QUE DEBE SER PUESTO A TIERRA - SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA

Para sistemas de alambrado de inmuebles, el conductor que debe ser puesto a tierra debe ser como se especifica a continuación:

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

6.1.6. PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL Y PUENTE DE UNIÓN DEL SISTEMA

Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

General

Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un tamaño menor a los indicados en la NOM-001-SEDE. Cuando los conductores de alimentación son mayores de 557 mm² (1 100 kcmil), de cobre o 887 mm² (1 750 kcmil), de aluminio, el puente de unión debe tener un área no menor al 125 por ciento del área del mayor conductor de fase, excepto cuando los conductores de fase y el puente de unión son

de materiales diferentes (cobre o aluminio), el tamaño o sección transversal mínima del puente de unión se debe basar suponiendo el uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión, y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de fase instalados.

Conductor puesto a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados

Si se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está ubicada en la fuente, se deberá aplicar lo siguiente:

- Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el requerido para el conductor del electrodo de puesta a tierra especificado, pero no se exigirá que sea de mayor tamaño que el conductor más grande de los conductores derivados de fase. Adicionalmente, para grupos de conductores de fase de la acometida mayores a 557 mm^2 (1 100 kcmil) de cobre o de 887 mm^2 (1 750 kcmil) de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12.50 por ciento del área en kcmil del mayor grupo de conductores de fase derivados
- Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones. Si los conductores de fase de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área to-

tal de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG)

- Sistema conectado en delta. El conductor puesto a tierra de un sistema conectado en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase
- Sistema puesto a tierra a través de una impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe ser instalado de acuerdo a la norma

Sistemas puestos a tierra

Alimentado por un circuito alimentador o derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, se debe llevar con los conductores de la alimentación y ser conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o carcasas que se requiere que estén puestos a tierra o sean unidos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar seleccionado a dimensión. Ningún conductor puesto a tierra ya instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos ni a los electrodos de puesta a tierra.

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

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

Sistemas no puestos a tierra

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

Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra

Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentados por alimentadores o circuitos derivados, o en un sistema derivado separado, se deben instalar como se especifica:

- a) Conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre. No se deben usar conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando estén sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio

o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, deben instalarse a una profundidad mínima de 45 centímetros

- b) Aseguramiento y protección contra daño físico. Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente, se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van a instalarse. Un conductor de electrodo de puesta a tierra de cobre o de aluminio 21.2 mm² (4 AWG) o mayor, se debe proteger si está expuesto a daño físico. Se permitirá la instalación, sin cubierta metálica ni protección, de un conductor de electrodo de puesta a tierra tamaño 13.3 mm² (6 AWG) cuando no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie de la construcción del edificio, cuando esté asegurado firmemente a la construcción; de lo contrario, debe estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, en tubo conduit de resina termofija reforzada, tubo conduit metálico ligero o cable armado. Los conductores de electrodo de puesta a tierra de tamaños menores a 13.3 mm² (6 AWG) deben estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, tubo conduit metálico ligero o cable armado
- c) Continuo. Los conductores de electrodo de puesta a tierra se deben instalar en tramos continuos, sin empalmes ni conexiones. Si es necesario realizar empalmes o conexiones, se deben hacer como se permite en los siguientes puntos:

- Se permitirá el empalme del conductor del electrodo de puesta a tierra, tipo alambre, solamente con conectores de compresión irreversibles y aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión o con soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente
 - Se permitirá que secciones de barras principales estén conectadas entre sí, para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra
 - Conexiones atornilladas, remachadas o soldadas al acero estructural de edificios o estructuras
 - Conexiones roscadas, soldadas o atornilladas con bridas a la tubería metálica de agua
- d) Acometida con envolventes múltiples del medio de desconexión. Si una acometida consiste de más de una envolvente, las conexiones del electrodo de puesta a tierra se deben hacer de acuerdo a lo siguiente:
1. Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones. Se deben instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado de norma, basado en la suma del área de los conductores de fase más grandes de acometida. Si los conductores de acometida se conectan directamente a la acometida aérea o a la acometida subterránea, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la norma
 2. Un conductor de derivación del electrodo de puesta a tierra se debe llevar hasta el interior de cada envolvente del medio de desconexión de acometida. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas, para el conductor más grande de acometida que alimenta a la envolvente individual. Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común por uno de los siguientes métodos de tal manera que el conductor de puesta a tierra común permanezca sin uniones o empalmes:
 - Soldadura exotérmica
 - Con conectores adecuados aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión
 - Conexiones a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 x 50 milímetros. La barra principal se debe asegurar y se instalará en un lugar accesible. Las conexiones se deberán hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica
 3. Conductores individuales del electrodo de puesta a tierra. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el conductor puesto a tierra en cada envolvente del medio de desconexión del equipo de acometida y el sistema del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado, basado en los conductores de acometida que alimentan a cada medio de desconexión de acometida individual

4. Ubicación común. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra a los conductores puestos a tierra de acometida en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión de acometida. La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado, basado en los conductores de acometida en el lugar común donde se hace la conexión
5. Envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Las envolventes de metal ferroso para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de fijación a los gabinetes o al equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de puesta a tierra. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas. Las envolventes de metales ferrosos que no son físicamente continuas desde el gabinete o el equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante una unión de cada extremo de la canalización o envolvente, al conductor del electrodo de puesta a tierra. Los métodos de unión que cumplan para instalaciones en los lugares del equipo de acometida y para lugares diferentes

a los de los equipos de acometida, se deben aplicar en cada terminación y todas las canalizaciones ferrosas, cajas y envolventes instaladas entre los gabinetes o equipos y el electrodo de puesta a tierra. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo puesta a tierra o de un cable armado debe ser del mismo tamaño o mayor que el conductor del electrodo de puesta a tierra que alojan. Si se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos correspondientes a la canalización

6. Instalación a electrodos. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra que es requerido entre todos los electrodos conectados a el:
 - Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se lleve a cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando los otros electrodos, si los hay, si están conectados mediante puentes de unión
 - Se permite que los conductores del electrodo de puesta a tierra se lleven individualmente a uno o más de los electrodos de puesta a tierra
 - Se permitirá que los puentes de unión desde los electrodos de puesta a tierra estén conectados a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 x 50

milímetros. La barra principal se debe sujetar firmemente y se debe instalar en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra principal. Cuando se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con normatividad vigente

6.2. PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO¹⁵

6.2.1. EQUIPO SUJETADO EN SU LUGAR O CONECTADO MEDIANTE MÉTODOS DE ALAMBRADO PERMANENTE (FIJOS)

Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros hori-

zontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos

- Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados
- Si están en contacto eléctrico con metales
- Si están en un lugar peligroso
- Si son alimentados por un método de alambrado que provee un conductor de puesta a tierra al equipo, excepto como se permite, para secciones cortas de envolventes metálicas
- Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra

Excepción 1: Si están aprobadas, las carcasas metálicas de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su carcasa permanente y eficazmente aislada de tierra, no se requerirá la puesta a tierra del aparato.

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

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

Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos):

15 Fuente: NOM-001-SEDE.

- a) Gabinetes de tableros de distribución y estructuras. Los gabinetes de tableros de distribución y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de tableros de distribución de corriente continua de 2 hilos, si están eficazmente aislados de la tierra
- b) Órganos de tubos. Los bastidores del generador y del motor en un órgano de tubos, operado eléctricamente, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona
- c) Carcasas de motor
- d) Envoltentes de controladores de motores. Envoltentes de controladores de motores, a menos que estén fijados a un equipo portátil no puesto a tierra
- e) Ascensores y grúas. Equipo eléctrico para ascensores y grúas
- f) Luminarias. Luminarias como se establece en la NOM correspondiente
- g) Equipo montados en patines. El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos
- h) Bombas de agua operadas a motor. Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible
- i) Ademe metálico de pozos. Cuando una bomba sumergible se usa con ademe metálico, este ademe del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito de la bomba

6.2.2. INSTALACIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo:

- a) Canalizaciones, charolas para cables, cable armado, canalizaciones prealambradas o cubiertas de cable. Cuando el conductor de puesta a tierra consiste de una canalización, charola para cables, cable armado, armazón de ensamble de cables o cubierta de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en la NOM, usando los accesorios para las uniones y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, uniones y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas
- b) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre. Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni estar expuestos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminarse a 45 centímetros de la tierra o menos
- c) Conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG). Cuando no están tendidos con los conductores del circuito como sea permitido, los conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG) se deben proteger contra daño físico mediante una canalización identificada o cable armado, a menos que se instale en los espacios huecos de los miembros del bastidor de edificios o estructuras y en donde no están expuestos a daño físico

6.3. PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS Y CIRCUITOS DE MÁS DE 1 000 VOLTS¹⁶

6.3.1. SISTEMAS CON NEUTRO SÓLIDAMENTE PUESTO A TIERRA

Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra (ver Ilustración 6.4).

Conductor del neutro

- a) Nivel de aislamiento. El nivel de aislamiento mínimo para los conductores del neutro de sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 volts
Excepción 1: Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:
 - Conductores de acometida
 - Acometidas subterráneas
 - Partes de alimentadores directamente enterrados**Excepción 2:** Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de partes aéreas instaladas en el exterior.
Excepción 3: Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra daño físico
- b) Ampacidad. El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no menos

del 33.33 por ciento de la ampacidad de los conductores de fase

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

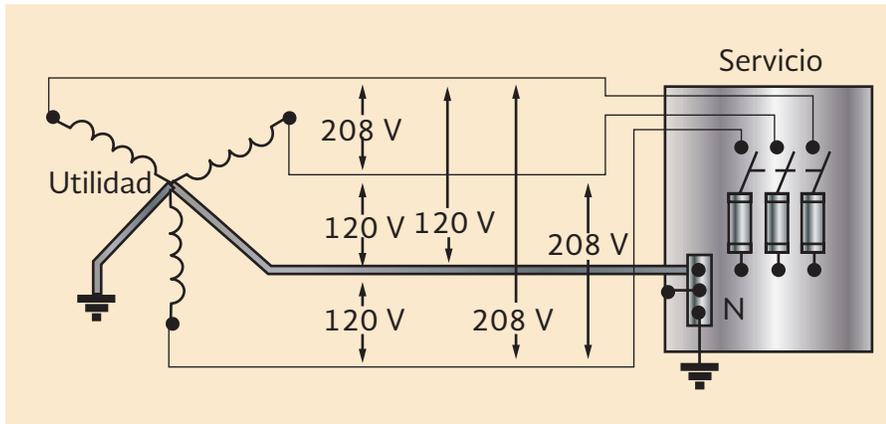
Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto

Cuando se usa un neutro del sistema puesto a tierra en un solo punto, se permitirá que el sistema sea alimentado desde:

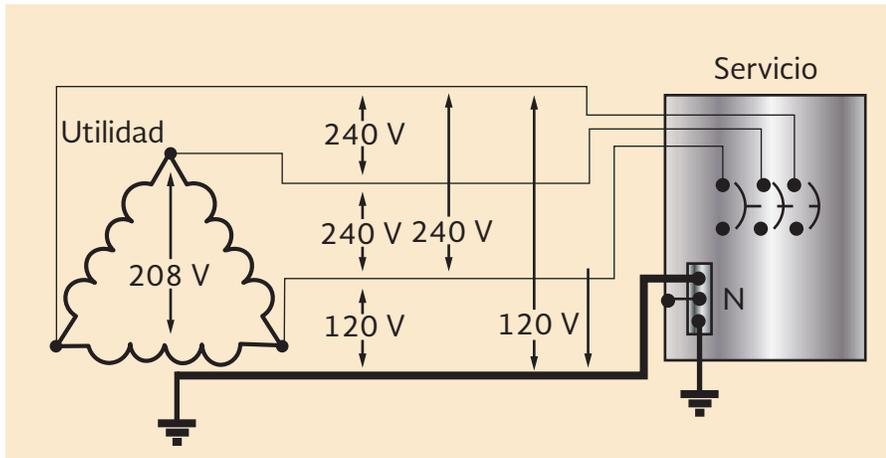
- a) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde:
 - Un sistema derivado separado
 - Un sistema con neutro con múltiples puestas a tierra (multiaterrizado), con un conductor de puesta a tierra de equipos conectado al conductor neutro multiaterrizado, en la fuente del sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto
- b) Se debe instalar un electrodo de puesta a tierra para el sistema
- c) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor neutro del sistema
- d) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos con el conductor del electrodo de puesta a tierra
- e) Se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos en cada edificio, estructura y envolvente de equipo

16 Fuente: NOM-001-SEDE

Ilustración 6.4 Sistema típico de conductor de puesta a tierra



208Y/120-V, Sistema estrella 3-fases, 4-hilos



120/240-V, sistema delta 3-fases, 4-hilos

National electric code (handbook)

- f) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro
- g) Cuando se instala el conductor neutro debe ser aislado y estar conectado a tierra sólo en un lugar
- h) Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe tender junto con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica a continuación:
 - No debe llevar carga de forma continua
 - Puede estar desnudo o aislado
 - Debe tener suficiente ampacidad para soportar las condiciones de falla
- b) El conductor neutro multiaterrizado debe estar puesto a tierra en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de una conexión a un electrodo de puesta a tierra
- c) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro multiaterrizado cada 400 metros
- d) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe ser más de 400 metros
- e) En un sistema de cable armado multiaterrizado, la armadura debe estar puesta a tierra en cada empalme de cable que esté expuesto al contacto con personas

Sistemas con neutro multiaterrizado

Cuando se usa un sistema de neutro multiaterrizado, se permitirá que:

- a) El conductor neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:
 - Transformadores que alimentan conductores para un edificio u otra estructura
 - Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto
 - Circuitos aéreos instalados en exteriores

6.3.2. PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y envolventes asociadas, así como las estructuras de soporte (ver Ilustración 6.5, Ilustración 6.6, Ilustración 6.7 e Ilustración 6.8).

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

Ilustración 6.5 Conexión a tierra de estructura



Conductor del electrodo de puesta a tierra

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

Conductor de puesta a tierra de equipos

El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con:

- a) Los conductores de puesta a tierra de equipos que no sean parte integral de un cable ensamblado no deben ser menores del tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o del 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio
- b) La pantalla metálica del aislamiento que rodea a los conductores que llevan co-

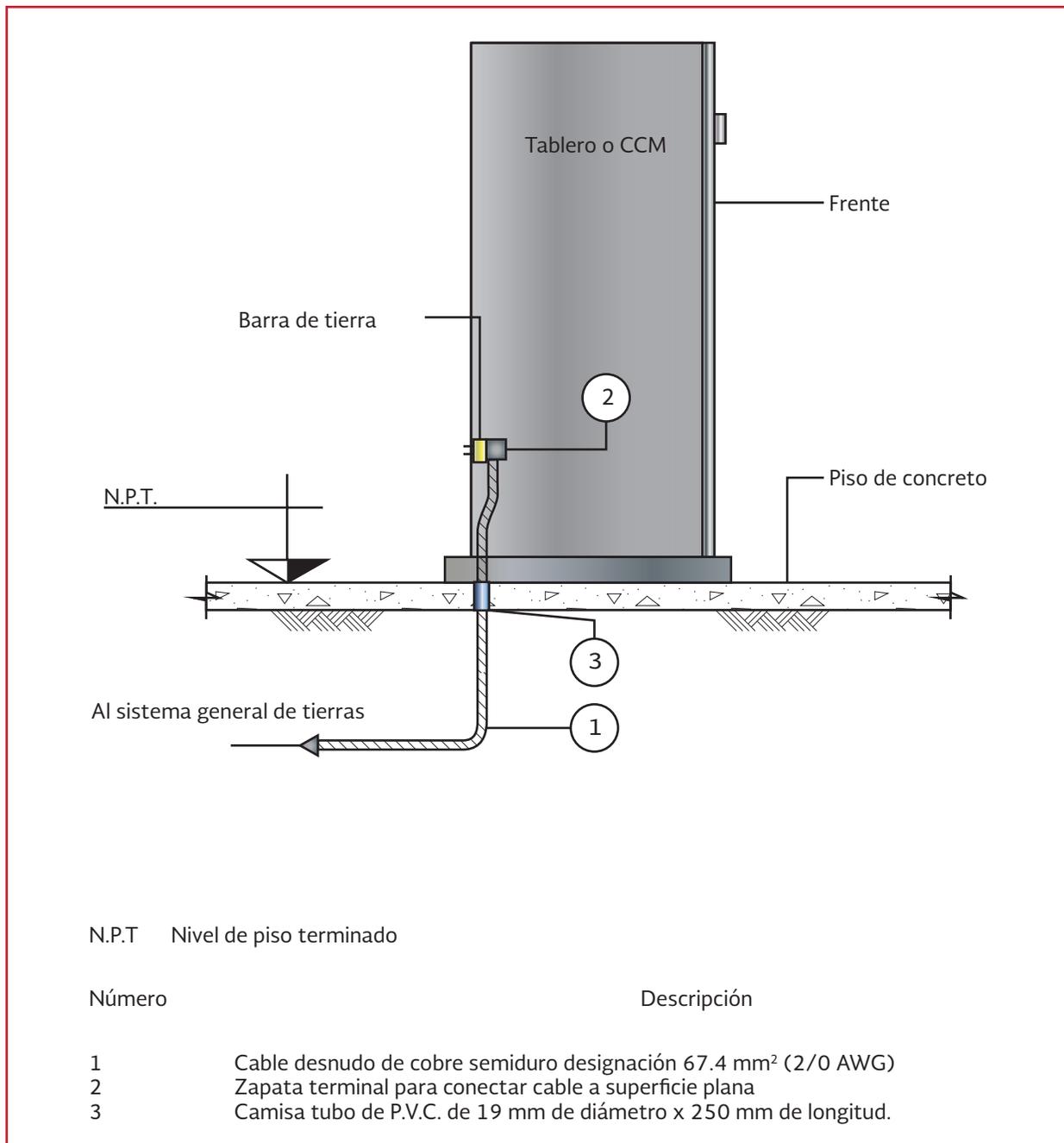
rriente se permitirá que sea usada como conductor de puesta a tierra de equipos, si tiene capacidad para soportar la corriente de falla a tierra durante el tiempo que el dispositivo de protección contra sobrecorriente opera, sin que se dañe la pantalla metálica. La pantalla metálica del aislamiento y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

- c) El tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con la norma basado en la corriente nominal del fusible o en el ajuste de sobrecorriente del relevador de protección

Nota Importante:

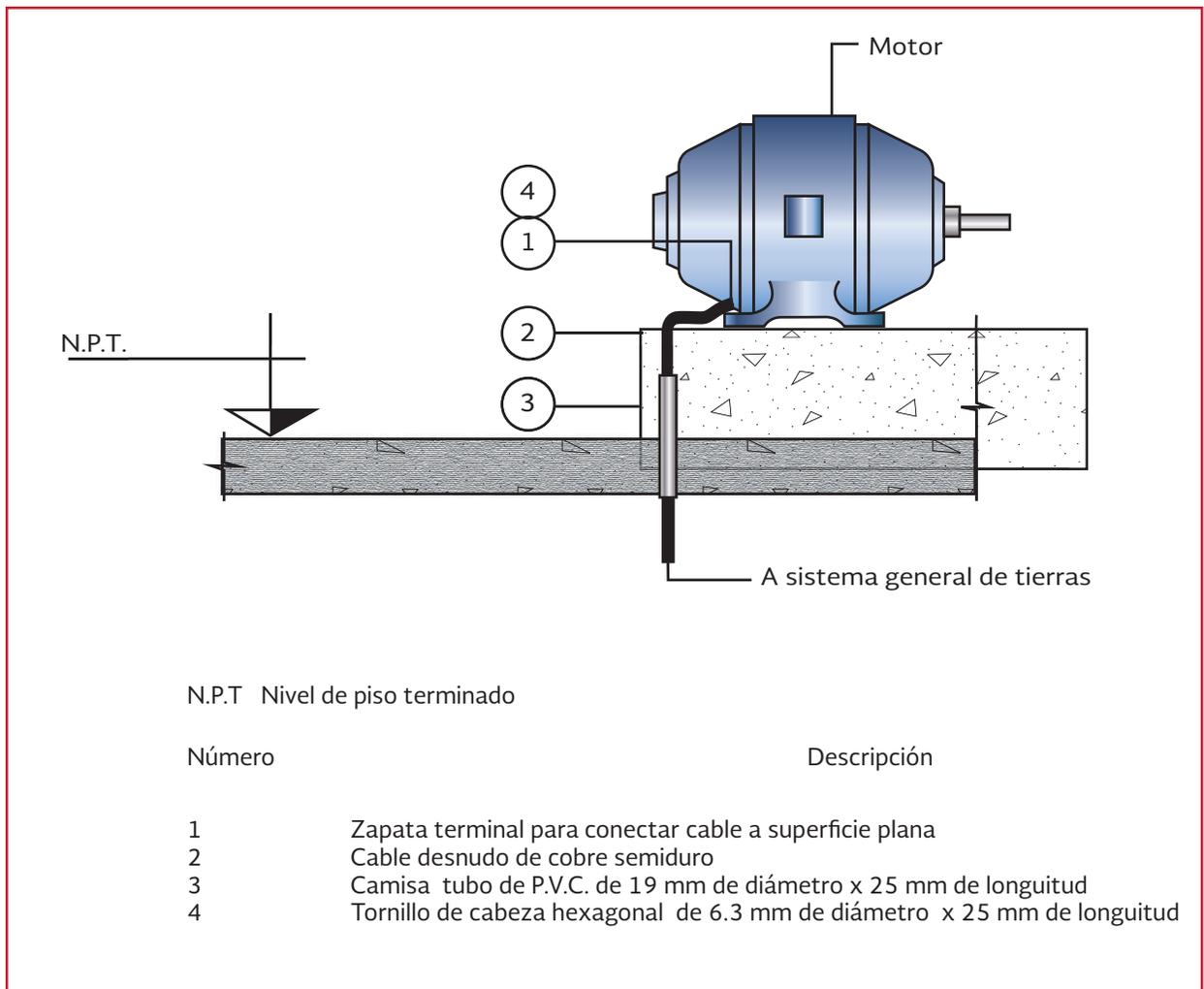
El valor de sobrecorriente para un interruptor automático es la combinación de la relación del transformador de corriente y el ajuste de la corriente de activación (disparo) del relevador de protección.

Ilustración 6.6 Conexión a tierra de tableros o centros de control de motores



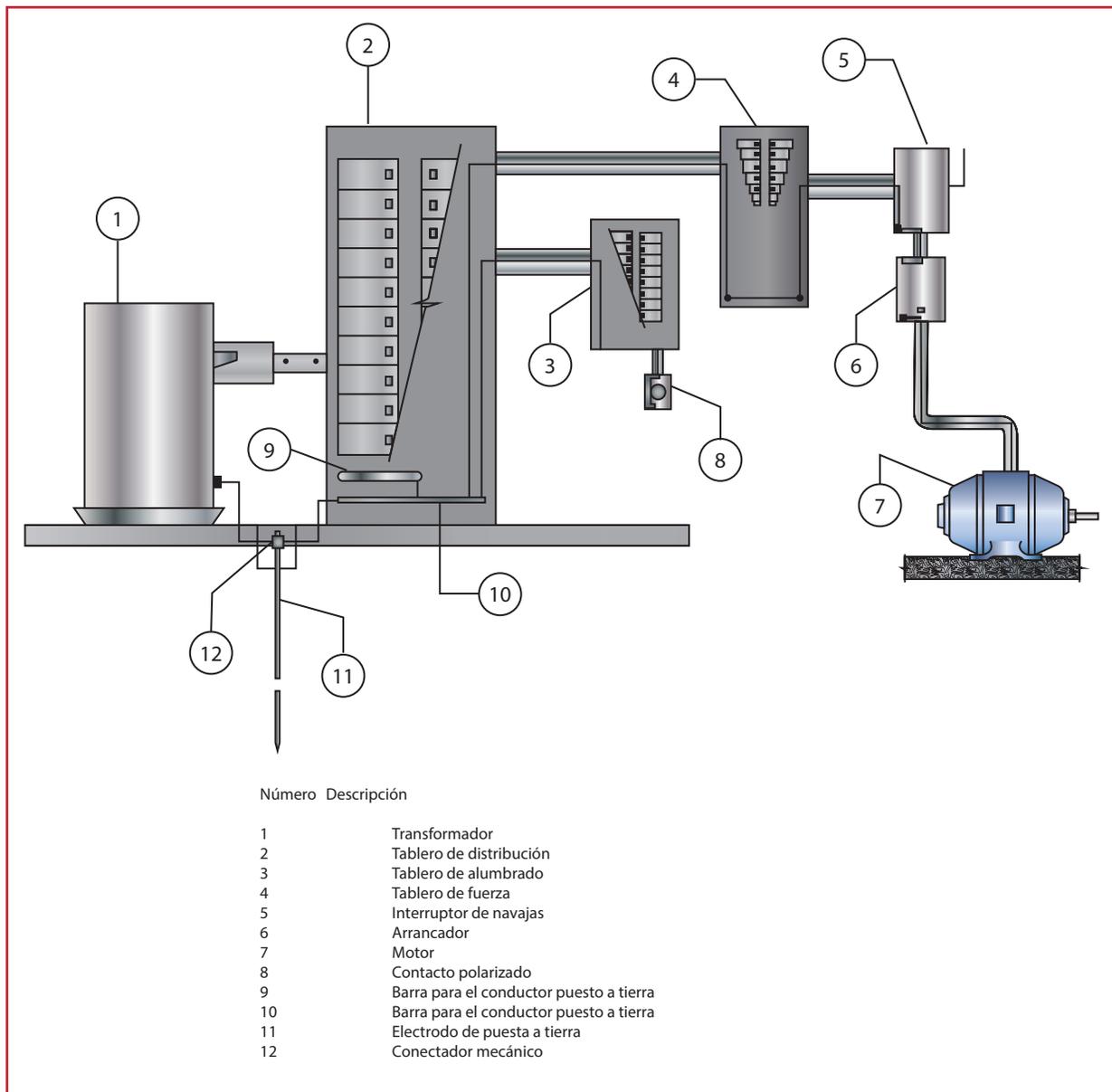
NMX-J-604-ANCE

Ilustración 6.7 Conexión a tierra de motor



NMX-J-604-ANCE

Ilustración 6.8 Diagrama general de conexión de equipos a sistema de tierra



NMX-J-604-ANCE

6.3.3. PROTECCIÓN DE ABRAZADERAS Y ACCESORIOS DE PUESTA A TIERRA

Las abrazaderas de puesta a tierra y otros accesorios deben ser aprobados para uso general sin protección, o se deben proteger del daño físico como se indica en los siguientes:

- En instalaciones en las que no es probable que sufran daño
- Cuando están encerradas en metal, madera o una cubierta protectora equivalente

6.3.4. MÉTODOS DE CONEXIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA Y DE UNIÓN A LOS ELECTRODOS

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

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

6.4. COLOCACIÓN¹⁷

6.4.1. ELECTRODOS DE TIERRA

Electrodo de tierra simple

1. Verificar que las varillas sean las apropiadas para la instalación
2. Seleccionar el lugar adecuado, introducir la varilla 15 centímetros por debajo del nivel del terreno, cuidar de no dañar el extremo de la varilla
3. Conectar el cable que lleva la conexión al exterior
4. Conformar un registro con tubo de albañal de 25 centímetros de diámetro por 1 metro de largo o un cubo de tabique

17

Fuente: NOM-001-SEDE.

repellado de 60 centímetros por lado con tapa de concreto con marco y contra marco metálico

5. Cortar el extremo golpeado de la varilla, 5 centímetros máximo, con el fin de tener una superficie plana y liza, y que no impida la colocación de un conector mecánico a compresión, un conector atornillable o una soldadura exotérmica

Electrodo de tierra de larga duración

1. Construir una zanja de 10 centímetros de diámetro por 3 metros de profundidad
2. Colocar una varilla de cobre de 16 milímetros de diámetro por 3 metros de largo en el centro del barreno
3. Colocar alrededor de la varilla, intensificador de tierra a base de grafito y silicatos, de tal manera que cubra un 80 por ciento de la longitud total de la varilla, dejando 20 centímetros libres para conexiones y para que quede dentro de un cubo de mampostería de 60 centímetros de lado, con tapa removible de concreto con marco y contra marco metálico
4. Apisonar y compactar el relleno a fin de obtener una integración del relleno con el suelo

El arreglo de un registro con electrodo de tierras se muestra en la Ilustración 6.9.

6.4.2. CABLE DE INTERCONEXIÓN DE ELECTRODOS

1. Colocar el cable de interconexión en una zanja de 50 a 70 centímetros de profundidad, dejar un tramo para conexiones

2. Rellenar la zanja con tierra limpia libre de piedras y apisonar hasta obtener compactación del terreno

6.4.3. CONECTORES

1. Verificar que los conectores sean los apropiados para la instalación
2. Cepillar las superficies a unir con cepillo de alambre y limpiar con solvente, quite la humedad
3. Colocar pasta conductora y antioxidante en ambas superficies

Conector mecánico atornillable

1. Efectuar la conexión
2. Atornillar el tornillo opresor hasta obtener un ajuste firme, pero no al máximo, ya que se trata de una cuerda fina en metal suave y fácilmente se trasroca

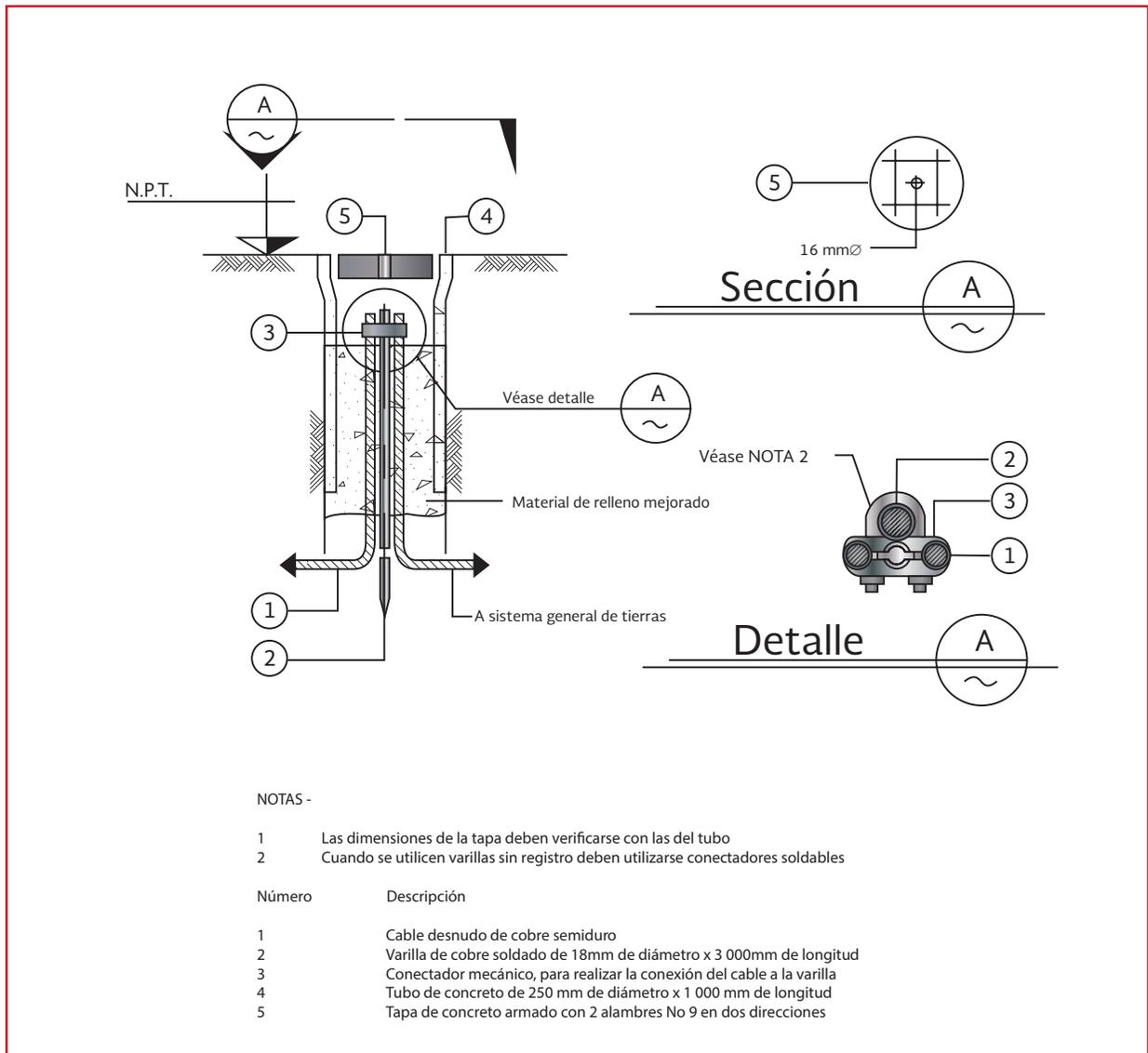
Conector mecánico a compresión

1. Seleccionar la pinza adecuada
2. Verificar la correcta operación de la pinza
3. Retirar el empaque del conector
4. Efectuar la conexión
5. Aplicar el número y forma de compresiones indicadas por el fabricante

Conector soldable

1. Sujetar el molde de grafito (T, X, etc.) con la manija adecuada
2. Calentar los moldes antes de hacer la conexión
3. Si el cable es aislado, retirar el aislante antes de soldar

Ilustración 6.9 Conexión a registro de tierra con varilla de cobre soldado



NMX-j-604-ANCE

4. Meter puntas en el molde
5. Cerrar la manija
6. Mirar a través del orificio superior del molde y verificar que los cables estén a tope al centro del orificio
7. Colocar el disco de acero dentro del crisol, verificar que esté fijo
8. Colocar el cartucho sobre el molde
9. Quitar la tapa y vaciarlo
10. Golpear en el plástico para vaciar el fundente (polvo de ignición) sobre el crisol
11. Cerrar la tapa
12. Prender el fundente con el chispero
13. Esperar 10 segundos y abrir el molde
14. Quitar el molde y limpiarlo después de terminada la conexión

6.5. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA A TIERRA¹⁸

El método para medir la resistencia de conexión a tierra de una red con electrodo múltiple es el de caída de tensión.

1. Emplear un óhmetro de tierras (megger)
 - a) Ajustar a cero
 - b) Comprobación de batería
 - c) Ajuste eléctrico del cero
 - d) Comprobación de sensibilidad
2. Seleccionar dos o tres direcciones para efectuar las mediciones
3. Enterrar un electrodo auxiliar de corriente a una profundidad de 50 a 60 centímetros en una de las direcciones seleccionadas
4. Enterrar un electrodo auxiliar de potencial a una profundidad de 50 a 60 centímetros en la misma dirección. La distancia inicial recomendable entre el electrodo de potencial y el electrodo bajo prueba es la mitad de la distancia del electrodo auxiliar de corriente al electrodo bajo medición
5. Realizar una primera medición de la resistencia de conexión a tierra
7. Hacer circular una corriente de prueba entre el electrodo bajo estudio y el elec-

trodo auxiliar de corriente

8. Desplazar el electrodo de potencial a intervalos de 5 a 10 metros (conservando la dirección original). Continuar las mediciones hasta que el valor entre tres mediciones sucesivas sea aproximadamente igual (diferencia dentro de 2 a 5 por ciento)
9. Conservando el electrodo de potencial en el último punto de medición, desplazar el electrodo de corriente entre 1.5 y 2 veces la distancia del punto inicial
10. Repetir el proceso de medición en cada dirección
11. Si el nuevo resultado es similar o ligeramente menor que el anterior, entonces se tendrá el valor de la resistencia de conexión a tierra

La Ilustración 6.10 muestra la medición de resistencia de tierra con electrodos múltiples.

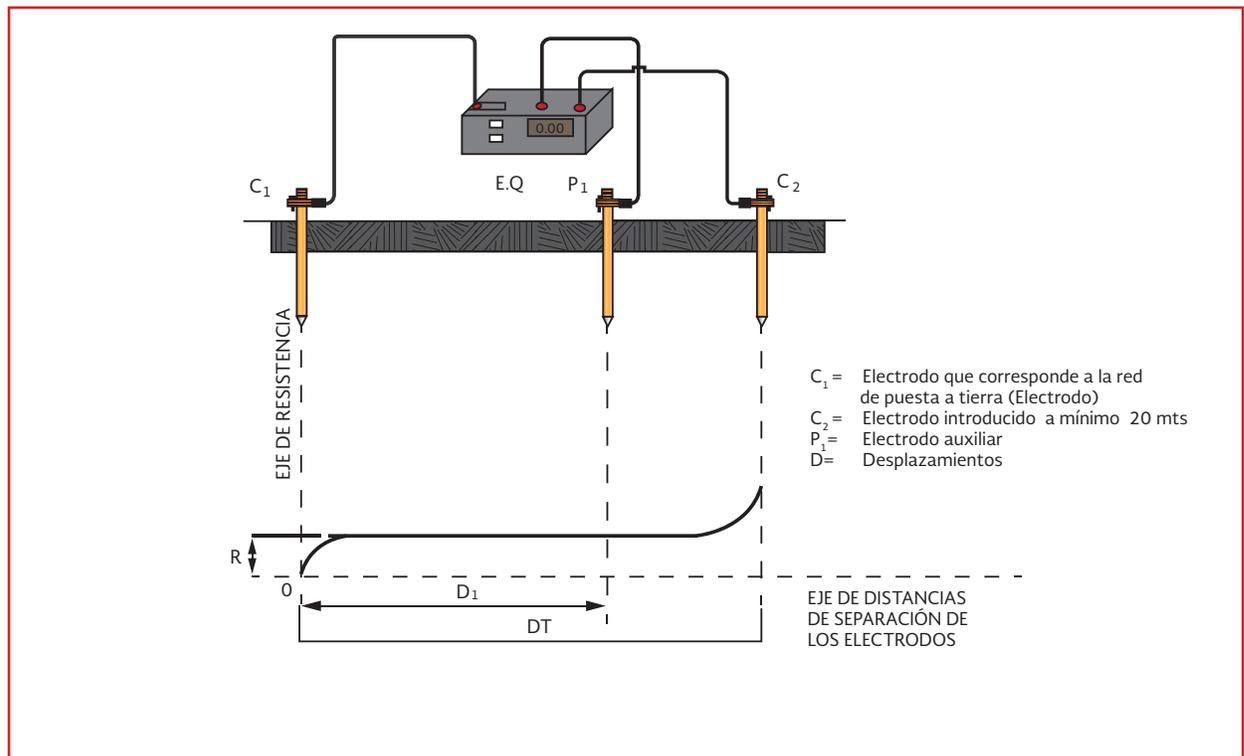
6.6. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA A TIERRA DEL 62 POR CIENTO

El procedimiento para medir la resistencia de conexión a tierra de un solo electrodo de tierra es el siguiente:

1. Emplear un óhmetro de tierras (megger)
 - a) Ajustar a cero
 - b) Comprobación de batería

18 Fuente: NOM-001-SEDE.y NOM-STPS-022

Ilustración 6.10 Medición de resistencia de tierra con electrodos múltiples



NOM-STPS-022

- c) Ajuste eléctrico del cero
- d) Comprobación de sensibilidad
2. Emplear dos electrodos auxiliares, uno de potencial y otro de corriente
3. Dependiendo de la longitud del electrodo bajo prueba, determinar la distancia del electrodo de potencial al electrodo de corriente. Si la longitud del electrodo es de 3 metros, entonces la distancia del electrodo de potencial al electrodo de prueba es de 17 metros y la distancia del electrodo bajo prueba al electrodo de corriente es de 27 metros
- a) Enterrar los electrodos auxiliares a las distancias determinadas y a una profundidad de 50 ó 60 centímetros, colocarlos en línea recta con el electrodo de prueba
- b) Hacer cuatro mediciones en direcciones opuestas y obtener el promedio
4. El valor máximo debe ser de 10 ohms según normas mexicanas, o el máximo valor según el diseño del sistema



7

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

7.1. SOPORTES DE LAS LUMINARIAS¹⁹

Las luminarias y los portalámparas se deben soportar firmemente. Una luminaria que pese más de 3 kilogramos o exceda 40 centímetros en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar mediante el casquillo roscado de un portalámparas.

7.1.1. MEDIO DE SOPORTE

- f) Cajas de salida. Se permitirá que las cajas de salida o accesorios instalados tal como se exige en la NOM-001-SEDE, soporten luminarias
- g) Plafones suspendidos. Los elementos del armazón de los sistemas de plafones suspendidos usados para soportar luminarias, se deben sujetar firmemente entre sí y a la estructura del edificio a intervalos adecuados. Las luminarias se deben sujetar a los elementos del armazón del plafón por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches
- h) Soporte de luminarias. Los soportes de luminarias que no formen parte de las cajas de salida, adaptadores, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, de hierro maleable o de otro material adecuado para esa aplicación
- i) Juntas aislantes. Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar un chasis exterior metálico aislado de ambos tornillos de conexión
- j) Herrajes de las canalizaciones. Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soportes de luminaria deben ser capaces de soportar el peso de la luminaria completa con su lámpara
- k) Electroductos (*busway*). Se permitirá conectar luminarias a electroductos (*busway*)

7.2. PUESTA A TIERRA

Las luminarias y equipos de alumbrado se deben poner a tierra.

19 Fuente: NOM-001-SEDE

7.2.1. MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA

Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, como especifica la NOM-001-SEDE.

- **Excepción 1:** Las luminarias hechas de material aislante que están directamente alambradas o fijadas a las salidas alimentadas por un método de alambrado que no proporciona un medio para la puesta a tierra de equipos, se debe hacer de material aislante y no debe tener partes conductoras expuestas
- **Excepción 2:** Se permitirá que las luminarias de reemplazo se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos desde la salida
- **Excepción 3:** Cuando no existe conductor de puesta a tierra de equipos en la salida, no se exigirá que las luminarias de reemplazo protegidas con Interruptor con protección de falla a tierra se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos

Fijación del conductor de puesta a tierra de equipos.

Las luminarias con partes metálicas expuestas deben tener un medio para conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esas luminarias.

7.3. ALAMBRADO DE LUMINARIAS

El alambrado sobre o dentro de las luminarias debe estar dispuesto en forma ordenada y no debe estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar dispuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas mayores a su temperatura nominal.

7.3.1. AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Las luminarias se deben alambrear con conductores que tengan el aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión y temperatura a las que los conductores vayan a estar sometidos.

Protección de los conductores y del aislamiento

- a) Sujetos adecuadamente. Los conductores se deben asegurar de manera que no se produzcan cortaduras ni se roce el aislamiento
- b) Protección a través de metales. Cuando los conductores pasen a través de metales su aislamiento debe de protegerse de la abrasión
- c) Brazos de las luminarias. No debe haber empalmes ni derivaciones dentro de los brazos de las luminarias

- d) Empalmes y conexiones. Dentro de una luminaria o sobre ella no se deben hacer empalmes o conexiones innecesarias
- e) Trenzado. Se deben usar conductores trenzados para el alambrado de las cadenas de las luminarias y en otras partes móviles o flexibles
- f) Tensión mecánica. Los conductores se deben instalar de modo que el peso de la luminaria o sus partes móviles no someta a tensión mecánica a los conductores

7.3.2. CONDUCTORES Y BALASTROS DEL ALIMENTADOR Y DEL CIRCUITO DERIVADO

Los conductores del alimentador y del circuito derivado a una distancia hasta de 8 centímetros de un balastro, un controlador LED, una fuente de alimentación o un transformador deben tener una temperatura nominal del aislamiento no menor a 90 °C, a menos que alimenten a una luminaria marcada como adecuada para una temperatura de aislamiento diferente.

7.4. EQUIPO AUXILIAR

Equipos auxiliares de las lámparas de descarga eléctrica:

- a) Envoltentes. Los equipos auxiliares para las lámparas de descarga eléctrica deben ir encerrados en envoltentes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor
- b) Desconectores. Cuando estén alimentados por conductores de fase de un circuito, el dispositivo de interrupción de los equipos auxiliares debe desconectar simultáneamente todos los conductores

7.4.1. TEMPERATURA

Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a ellas no estén expuestos a temperaturas mayores a 90 °C.

Cuando una luminaria está empotrada en un material resistente al fuego en un edificio de construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura mayor a 90 °C, pero no mayor a 150 °C, es aceptable si la luminaria está claramente marcada para esa aplicación.

Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar identificadas como protegidas térmicamente.

- **Excepción 1:** No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada, instalada en concreto vaciado e identificada para ese uso
- **Excepción 2:** No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada cuyo diseño, construcción y caracte-

rísticas de funcionamiento térmico son equivalentes a las luminarias térmicamente protegidas y están identificadas como inherentemente protegidas

7.4.2. SEPARACIÓN E INSTALACIÓN

Separación:

7. Que no es tipo IC. Una luminaria empotrada que no esté identificada para contacto con el aislamiento debe tener todas sus partes empotradas con una separación mínima de 13 milímetros de los materiales combustibles. Se permitirá que estén en contacto con materiales combustibles los puntos de soporte y los acabados de las guarniciones que terminan en las aberturas de la superficie del plafón, pared u otra superficie terminada
8. Tipo IC. Se permitirá que una luminaria empotrada que esté identificada para contacto con el aislamiento, tipo IC, esté en contacto con materiales combustibles en las partes empotradas, puntos de soporte y partes que pasan a través de la abertura en la estructura del edificio o terminan en ella

Instalación. No se debe instalar el aislante térmico sobre una luminaria empotrada o a menos de 8 centímetros del envoltorio de la luminaria empotrada, del compartimiento del alambrado, del balastro, transformador, controlador LED o fuente de alimentación a menos que esté identificada para contacto con el aislamiento, Tipo IC.

7.4.3. CABLEADO

Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer.

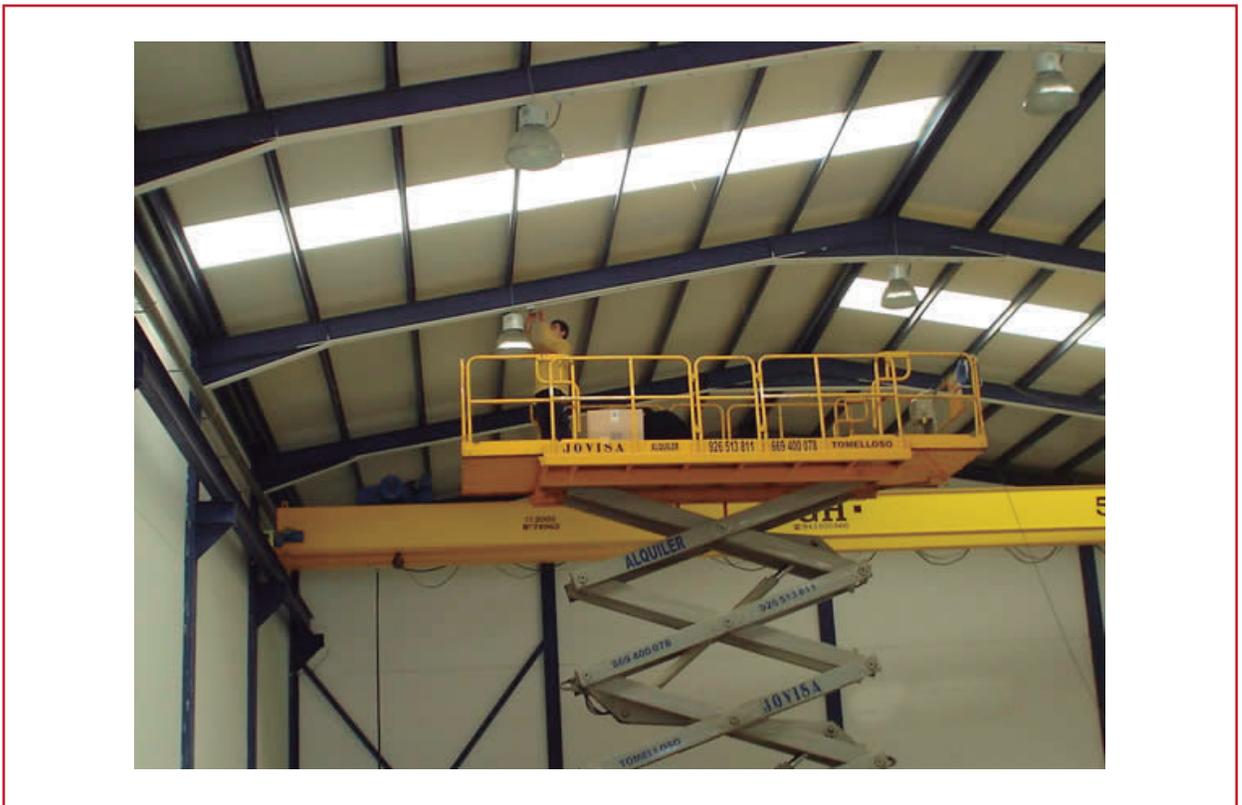
Se permitirá que los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer terminen en la luminaria.

Se permitirá que los conductores de derivación de un tipo adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer, pasen desde la conexión terminal de la luminaria hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 30 centímetros de la luminaria. Dichos conductores de derivación deben estar en una canalización adecuada o cable tipo AC o MC de al menos 45 centímetros y máximo 1.80 metros de longitud, ver ejemplos de luminarias en Ilustración 7.1 e Ilustración 7.2.

Ilustración 7.1 Instalación de luminaria exterior



Ilustración 7.2 Instalación de luminaria interior





8

EQUIPOS AUXILIARES

8.1. INTERRUPTORES DE NIVEL (ELECTRONIVEL Y PERA)²⁰

Un interruptor de nivel es un dispositivo sumergible de dos posiciones cuyos contactos son operados por el nivel de un fluido para abrir o cerrar un circuito de control que automatiza funciones de arranque y paro de equipo y señales de alarma.

8.1.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación de los interruptores de nivel se recomienda hacer una inspección visual de los mismos:

8.1.1.1. Inspección Visual

1. Verificar que los interruptores de nivel sean los adecuados para el tipo de instalación
2. Revisar que el cable de conexiones del interruptor de nivel no presente daños visibles

3. Revisar que el cuerpo del interruptor de nivel no presente daños visibles
4. Verificar la continuidad de los contactos de cierre y apertura del interruptor de nivel

8.1.2. COLOCACIÓN

Colocar los dispositivos de acuerdo a lo siguiente:

Pera

1. Colgar el control de nivel tipo pera por medio de soportes y ajustar la longitud del cable a la distancia adecuada
 - a. Ajustar el control de paro por nivel mínimo a la altura mínima del equipo a controlar
 - b. Ajustar el control de arranque cuando el nivel alcance el especificado
 - c. Cuando existan dos o más equipos a controlar, ajustar los controles de arranque de cada uno de ellos a los niveles indicados en el proyecto correspondiente
 - d. En caso de que exista alarma por alto nivel, ajustar el nivel de 15 a 30 centímetros por arriba de la pera de arranque más alta. Este dato puede variar en función de la aplicación

²⁰ Referencias del subcapítulo: NOM-001-SEDE y NEC.

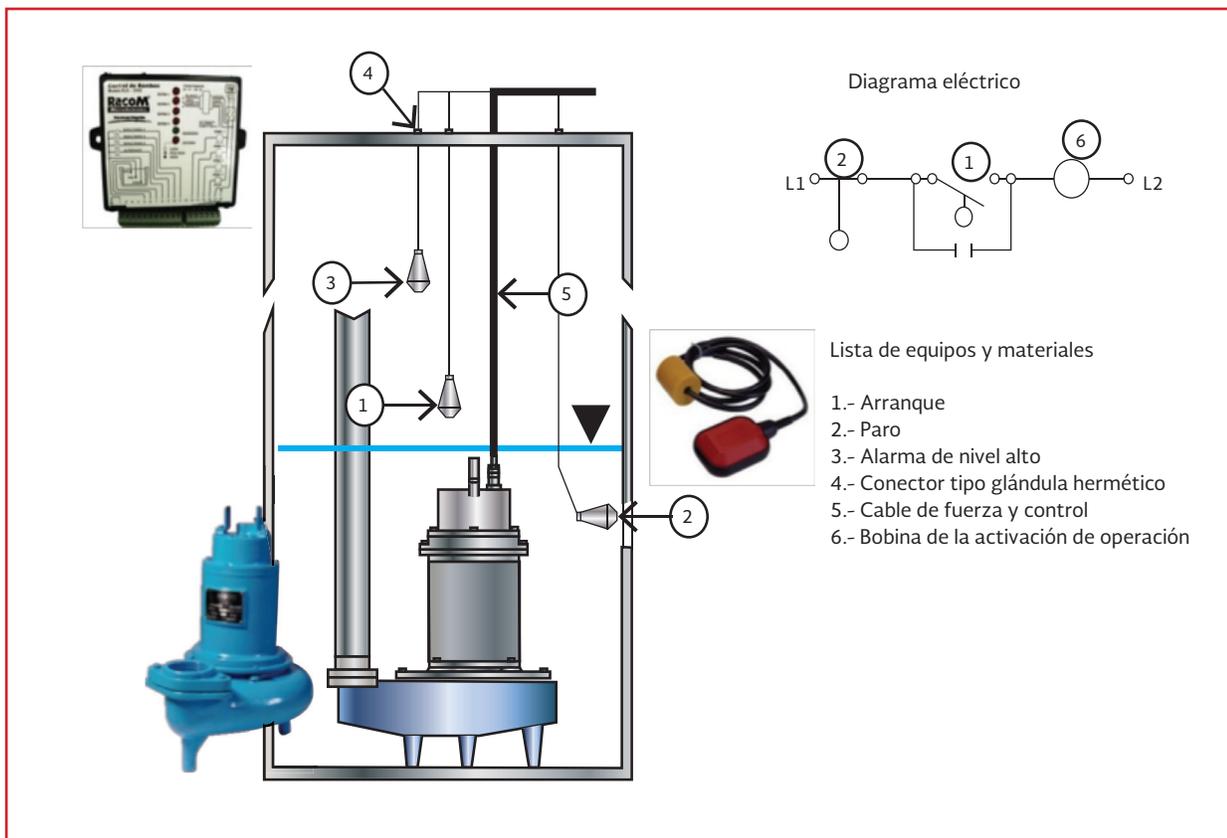
2. Si el tablero de control está colocado directamente sobre la cubierta del cárcamo, llevar los cables directamente a la caja de control y sellar las entradas y salidas con empaques herméticos para prevenir la entrada de gases explosivos en el tablero. Emplear en este caso el tablero de control a prueba de agua y polvo tipo NEMA 4
3. Si el tablero está ubicado a cierta distancia del cárcamo, tender los cables dentro de un conduit hasta el tablero, si es necesario, hacer conexiones fuera del cárcamo y en una caja hermética tipo NEMA 4

Los interruptores de nivel deben conectarse en serie con la bobina del dispositivo de arranque del equipo. Nunca conectar en serie con la línea de fuerza.

El nivel mínimo de paro del equipo a controlar nunca debe ajustarse por debajo del mismo recomendado por el fabricante, en el caso de bombas nunca debe ajustarse por debajo del nivel de succión de la bomba.

La Ilustración 8.1 muestra un arreglo típico de conexión de interruptores de nivel tipo pera para arranque, paro y alarma.

Ilustración 8.1 Interruptores de nivel tipo pera



Electronivel

1. Regular los niveles del electrodo de arranque y paro del equipo a controlar ajustando la longitud del cable
2. Si el tablero de control está colocado directamente sobre la cubierta del cárcamo, llevar los cables directamente a la caja de control y sellar las entradas y salidas con empaques herméticos para prevenir la entrada de gases explosivos en el tablero. Emplear en este caso el tablero de control aprueba de agua y polvo tipo NEMA 4
3. Si el tablero está ubicado a cierta distancia del cárcamo, tender los cables dentro de un conduit hasta el tablero, si es necesario hacer conexiones fuera del cárcamo y en una caja hermética tipo NEMA 4
4. Pruebas en sitio

Pera y electronivel

Con el equipo a controlar instalado y sin alimentación, medir la resistencia de aislamiento del equipo a controlar. Si la resistencia de aislamiento es la correcta, es indicación de que el interruptor de nivel funciona bien.

8.2. BOTONERAS EXTERIORES²¹

Un botón (pulsador) es un dispositivo de operación que funciona por medio de una presión manual generalmente en la dirección de su eje.

La botonera está formada por una o más unidades básicas, operadas exteriormente, incluyendo otros dispositivos como lámparas indicadoras o selectores, en una caja o gabinete adecuado.

²¹ Referencias del subcapítulo: NOM-001-SEDE y NEC.

8.2.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Antes de la instalación de la botonera se recomienda hacer una inspección a sus dispositivos componentes.

8.2.1.1. Inspección

1. Verificar que los dispositivos son los adecuados para instalación exterior
2. Revisar que la placa frontal metálica o de plástico moldeado de montaje no presente daños visibles
3. Revisar que el gabinete de montaje sea el adecuado y que no presente defectos
4. Revisar que las piezas de sujeción no presentes defectos
5. Revisar que el elemento de conexión no presente defectos. Accionar el mecanismo de contacto y medir continuidad
6. Revisar que el elemento de accionamiento no presente defectos:
 - a) Si el elemento de accionamiento es de llave, introducir la llave y verificar el funcionamiento del enclavamiento
 - b) Si el elemento de accionamiento es de selector, girar el selector y verificar los contactos en sus diferentes posiciones

8.2.2. COLOCACIÓN

Botonera exterior

1. Fijar firmemente la botonera en base o pared con tornillería adecuada. Verificar que la botonera no se desprenda espontáneamente o cuando vaya a estar bajo intensas vibraciones

2. Colocar conduit en la botonera con sus accesorios de fijación
3. Colocar cables. Hacer la conexión en los tornillos de tal manera que se ejerza una presión permanente de contacto para no exceder los límites de elevación de temperatura
4. Verificar conexiones
5. Verificar el apagado y prendido de la botonera
6. Colocar tapa

En la Ilustración 8.2 se muestra una botonera.

8.2.2.1. Pruebas en Sitio

Verificar el arranque y paro del equipo a controlar.

8.3. PLANTAS GENERADORAS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE DIÉSEL²²

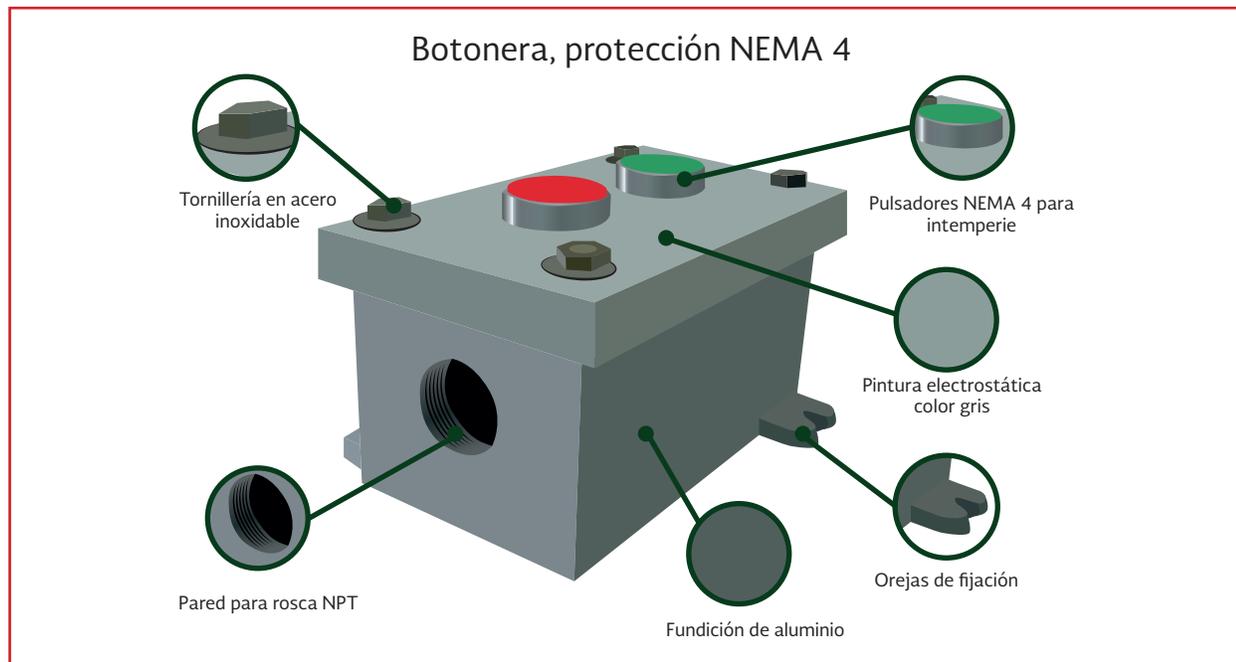
8.3.1. REQUISITOS GENERALES

Estos sistemas están destinados para suministrar iluminación, fuerza o ambos, a equipos o áreas designadas en el evento de que falle el suministro normal o en el caso de un accidente en elementos del sistema previstos para suministrar, distribuir y controlar la iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida humana.

El suministro de energía debe ser tal, que en caso de falla del suministro normal, la energía

²² Referencias del subcapítulo: NOM-001-SEDE y NEC.

Ilustración 8.2 Botonera



de reserva éste disponible dentro del tiempo requerido para tal aplicación. Al seleccionar una fuente de alimentación se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración.

Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos debido a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

En la Ilustración 8.3 se muestra el modelo típico de una planta generadora de diésel.

8.3.1.1. Equipo de Transferencia

El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe de ser automáticos y estar identificado para usarlo como equipo de reserva. El equipo de transferencia se

debe de diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia.

Desconectores de desviación

Se permitirá un medio para conectar en desviación y aislar físicamente el interruptor de transferencia. Si se emplean desconectores de desviación se debe evitar la operación accidental en paralelo.

Interruptores de transferencia automática

Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, que operen a 600 volts de corriente alterna o menos, deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia legalmente requeridos.

Ilustración 8.3 Modelo típico de planta generadora



Señalización

Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los siguientes propósitos:

- **Avería.** Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva.
- **Con carga.** Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga
- **No funciona.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando
- **Falla a tierra.** Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1 000 amperes o más. El sensor de los dispositivos para indicar una falla a tierra debe estar en, o delante de, los medios principales de desconexión de la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser una corriente de falla a tierra de 1 200 amperes. Se deben colocar en la ubicación del sensor o cerca de él, instrucciones sobre lo que hay que hacer en el caso de presentarse una indicación de falla a tierra.

8.3.1.2. Fuentes de alimentación

Cuando se emplean máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el

sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo.

Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque del motor-generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de respaldo.

Cuando se utilizan baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como el medio de arranque del motor, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador.

8.3.1.3. Conexión a Tierra

Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCION:

Existe peligro de descarga eléctrica si el conductor de puesta a tierra o la conexión de unión de este equipo es retirada, mientras la fuente alterna está energizada.

8.3.1.4. Pruebas y mantenimiento

- a) **Dirigir o presenciar las pruebas.** La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente
- a) **Pruebas periódicas.** Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas
- a) **Mantenimiento de sistema de baterías.** Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico
- a) **Registro escrito.** Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados
- a) **Pruebas con carga.** Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista

Antes de la instalación de la planta generadora se recomienda hacer una inspección de la misma.

8.3.2. PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

8.3.2.1. Inspección Visual

1. Revisar que la base de colocación de la planta e interruptor de transferencia (si existe este último) estén terminadas y alineadas
2. Verificar los datos de placa de la planta
3. Verificar que la planta es la adecuada para la instalación

Planta eléctrica

1. Revisar detenidamente que los siguientes sistemas no presenten daños y que sus recubrimientos y acabados estén en buenas condiciones, es decir, que ninguna parte tenga abolladuras, rayones u otras señas de daño y que no se encuentre ningún cable suelto o con falso contacto:
 - a) Sistema de enfriamiento
 - b) Sistema de protección contra alta temperatura del agua
 - c) Sistema de baja presión del aceite y sobrevelocidad
 - d) Sistema de motor de arranque
 - e) Sistema de controles de arranque y paro
 - f) Sistema de válvulas de purga
 - g) Sistema de bomba de inyección de combustible
 - h) Sistema de filtros de aire

- i) Sistema de aceite y combustible
- 2. Revisar que el silenciador y su tubo flexible de conexión al escape del motor no presenten daños
- 3. Revisar que los amortiguadores antivibratorios estén completos y no presenten daños. Verificar que los pernos de anclaje estén completos

Tablero de control

1. Revisar detenidamente el tablero de control, de tal manera que los siguientes circuitos no presenten daños y que no se encuentre algún cable suelto o con falso contacto:
 - a) Circuito de control de arranque y paro automático
 - b) Circuito del mantenedor de carga de baterías
 - c) Circuito de fusibles de protección
 - d) Circuito de relevador de transferencia
 - e) Circuito de relevador de paro del motor
 - f) Circuito de reloj programador
 - g) Circuito de relevadores sensitivos de tensión
2. Revisar los instrumentos de medición, de tal manera que los siguientes instrumentos no presenten daños y que no se encuentre algún cable suelto o con falso contacto:
 - a) Voltímetro
 - b) Amperímetro
 - c) Frecuencímetro
 - d) Horómetro
 - e) Conmutadores de fases para el voltímetro y el amperímetro
 - f) Kilowattthorímetro (si existe)

Interruptor de transferencia

1. Revisar detenidamente el interruptor de transferencia, de tal manera que los siguientes circuitos no presenten daños y que no se encuentre algún cable suelto o con falso contacto:
 - a) Circuito de contactor de alimentación normal
 - b) Circuito de contactor de alimentación de emergencia
 - c) Mecanismo del juego de palancas de bloqueo mecánico
 - d) Circuito de lámpara piloto de la alimentación normal (verde)
 - e) Circuito de lámpara piloto de la alimentación de emergencia (roja)
2. Revisar los instrumentos de medición, de tal manera que no presenten daños y que no se encuentre algún cable suelto o con falso contacto

Baterías

1. Revisar que las baterías no tengan daño y que no presenten derrame de electrolito. Revisar también que los cables de conexiones no presenten daños, estén flojos o sin conectar
2. Verificar que los acumuladores estén bien sujetos para evitar vibraciones y con ello rompimientos internos

8.3.2.2. Colocación

Planta eléctrica

1. Alinear la base y colocar los amortiguadores antivibratorios
2. Manejar la planta con grúa, cables y ganchos

3. Levantar siempre la planta de sus aditamentos especiales para tal función. Manejarla de tal manera que ninguna de sus partes sea golpeada
4. Orientar y bajar en su base
5. Anclar con tornillería adecuada

Tablero de control y transferencia

1. Montarse el gabinete preferentemente en posición vertical y a una distancia de 3 metros del motor de combustión interna
2. Si se instala junto al motor de combustión interna, colocar amortiguadores adecuados para evitar la vibración. Usar conductores flexibles con aislamiento resistente al aceite y a la temperatura
3. El conductor no debe provocar una caída de tensión mayor del 25 por ciento de tensión normal

8.3.2.3. Conexiones

Para obtener la tensión deseada ver los siguientes pasos:

1. Retirar la tapa de cables
2. Conectar los cables según el caso
3. Revisar que no existan falsos contactos
4. Re colocar la tapa de cables
5. Conectar los cables de fuerza al tablero de transferencia

8.4. BANCOS DE BATERÍAS²³

8.4.1. GENERALIDADES

Banco de baterías. Conjunto de baterías conectadas en arreglo serie y/o paralelo/serie para lograr la tensión de corriente continua requerida. Ver Ilustración 8.4 Baterías de plomo-ácido y níquel-cadmio.

El banco de baterías debe ser diseñado para uso industrial y servicio interior.

Las baterías deben ser de tipo adecuado según el proyecto, selladas, con tiempo de vida útil mínimo de 20 años en condiciones normales de operación.

8.4.1.1. Componentes principales

Baterías

Dispositivo construido por celdas electroquímicas que almacena y proporciona energía eléctrica de corriente continua.

Bastidores

Son armazones rígidos diseñados para soportar celdas o charolas con celdas. Los bastidores deben ser sólidos y su construcción debe ser:

²³ Fuente: NOM-001-SEDE, NRF-196, y CFE V71200-48.

- De metal tratado de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito, y dotado de elementos no conductores que sostengan directamente las celdas, o de un material aislante continuo, diferente de la pintura, sobre los elementos conductores
- De otro material como fibra de vidrio o cualquier material no conductor adecuado

Charolas

Las charolas son armazones tales como huacales o cajas poco profundas generalmente de madera u otro material no conductor, construidas o tratadas de modo que resistan la acción deteriorante del electrolito, en la Ilustración 8.5 se muestra el arreglo de un banco de baterías.

8.4.1.2. Aislamiento

Aislamiento de las baterías de máximo 250 volts

- Baterías ventiladas de plomo-ácido.** No se exigirá que las celdas y baterías de múltiples celdas con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional
- Baterías ventiladas de tipo alcalino.** No se exigirá que las celdas con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las celdas

en vasos de material conductor se deben instalar en charolas de material no conductor con un máximo de 20 celdas (24 volts) en el circuito en serie en cualquier charola

c) Recipientes de hule. No se exigirá que las celdas en contenedores de hule o en recipientes compuestos tengan un soporte aislante adicional. Cuando la tensión total exceda los 150 volts, las baterías se deben dividir en grupos de 150 volts o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en charolas y bastidores individuales

d) Celdas o baterías selladas. No se exigirá que las celdas y las baterías selladas de varios compartimientos construidas de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las baterías con recipiente de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra

Aislamiento de las baterías de más de 250 volts

A las baterías de acumuladores con celdas de modo que operen a tensiones nominales mayores a los 250 volts se les deben aplicar las disposiciones de aislamiento de baterías menores a 250 volts y las siguientes disposiciones. Las celdas deben estar instaladas en grupos con una tensión nominal total no mayor que 250 volts. El aislamiento que puede ser el aire, se debe proporcionar, entre los grupos, y debe haber una separación mínima de 5 centímetros entre las partes vivas de polaridad opuesta de la batería, para tensiones de batería que no exceda de 600 volts.

Ilustración 8.4 Baterías de plomo-ácido y níquel-cadmio

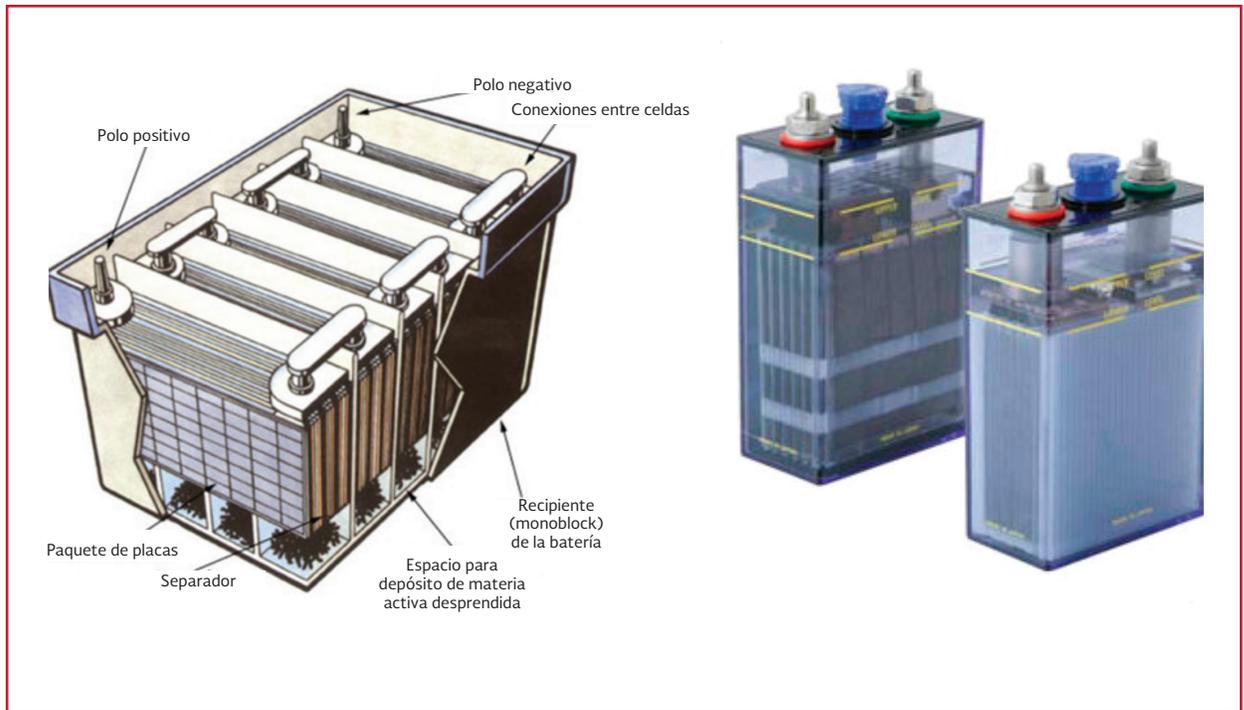
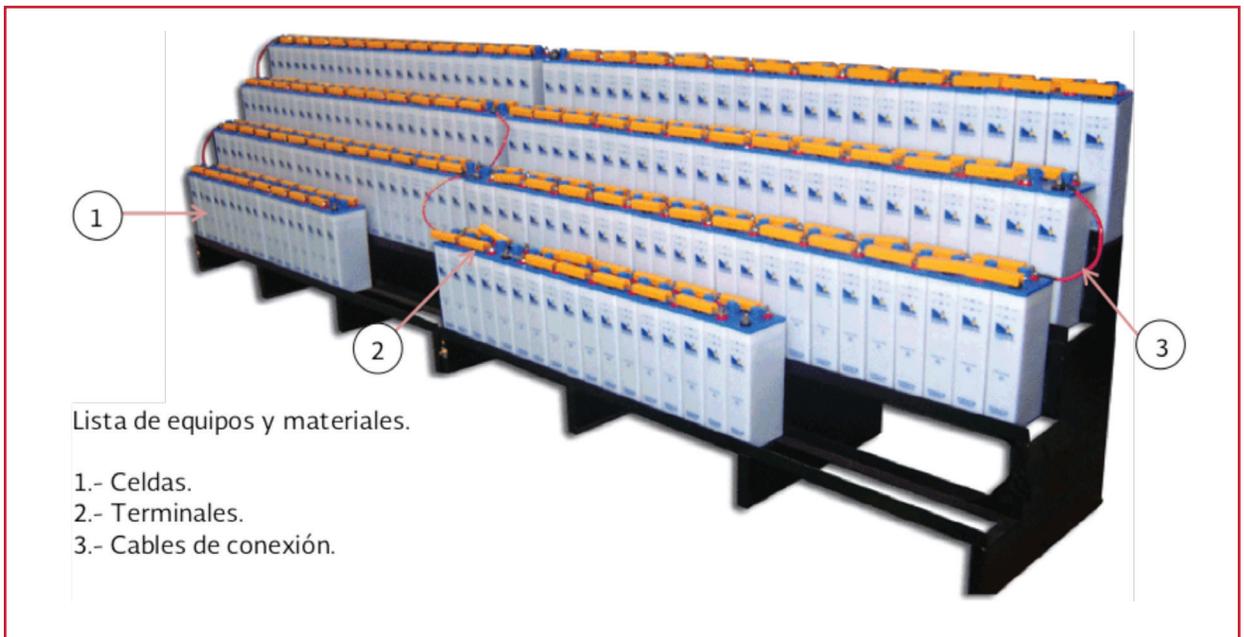


Ilustración 8.5 Banco de baterías



8.4.1.3. Conexión a tierra del gabinete del cargador

El gabinete del cargador de baterías debe tener preparaciones para conexión a tierra para recibir conectores mecánicos. Se debe de suministrar una barra de conexión a tierra del gabinete, con capacidad no menor a 100 amperes. El material para conexión a tierra debe cumplir con la NOM correspondiente.

8.5. CARGADOR DEL BANCO DE BATERÍAS²⁴

8.5.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Cargador de baterías. Equipo electrónico con alimentación de corriente alterna, que entrega corriente directa a una demanda continua o intermitente y además suministra corriente para cargar las baterías.

8.5.1.1. Cargador de baterías

El cargador de baterías debe ser diseñado para uso industrial y servicio interior. Las funciones deben ser controladas por microprocesador, fabricado con componentes de estado sólido. La fuente de energía eléctrica al cargador debe ser de corriente alterna y salida en corriente continua.

El cargador de baterías debe ser filtrado y regulado a base de rectificadores controlados de silicio o transistores bipolares de compuerta aislada, que suministre carga continua en flotación o carga periódica de igualación.

El cargador de baterías debe cumplir con las siguientes funciones:

- Alimentar el consumo constante de amperes en corriente continua
- Recargar la batería (carga de igualación)
- Mantener cargada la batería (carga de flotación)

8.5.1.2. Componentes principales

Un transformador de aislamiento tipo seco trifásico o monofásico, para aislar eléctricamente de la fuente de alimentación y para reducir la tensión a niveles propios para el rectificado, con descargadores sobre tensión transitoria en el arrollamiento secundario.

Un rectificador de tipo estado sólido, potencia constante, fase controlada, rectificador de onda completa, a seis pulsos como mínimo para rectificador trifásico a base de tiristores, salida de tensión regulada, rectificador con dispositivo de carga con dos regímenes de carga.

Filtros de entrada para eliminar armónicos y mantener el voltaje de rizo a 0.1 V RMS máximo, con batería conectada.

Un circuito automático para ajuste de tensión nominal, de igualación y flotación, control manual en el panel frontal o relevador de tiempo para control de carga de igualación.

Instrumentos de medición, protección, alarmas y señalización. Deben ser del tipo estado sólido y digital.

En la Ilustración 8.6 se muestra el arreglo de un Cargador de Baterías.

²⁴ Fuente: NOM-001-SEDE, NRF-196 y CFE V71200-48

Ilustración 8.6 Cargador de baterías



8.5.1.3. Conexión a Tierra

El gabinete del cargador debe tener preparaciones para conectarlo a tierra.

8.5.1.4. Alambrado de control

El alambrado de control debe hacerlo el proveedor, atendiendo a los siguientes requisitos:

- a) El arreglo del alambrado debe ser tal, que los aparatos e instrumentos pueden ser removidos sin causar problemas en el alambrado
- b) La ruta del alambrado debe ser ordenada y no obstaculizar la revisión del

equipo, acceso a terminales, aparatos e instrumentos

- c) El alambrado se debe agrupar en paquetes y asegurar con lazos no inflamables y no metálicos
- d) El alambrado debe ser instalado conectado y probado por el proveedor antes del embarque
- e) Todo el alambrado debe soportar las pruebas indicadas en la NOM correspondiente
- f) Conductores:
 - Se debe utilizar cable tipo flexible para 600 V y 90°C libre de halógenos
 - Los cables que pasen a puertas embisagradas, deben ser del tipo extra flexible adecuada para esta aplicación
 - El cable de los conductores usados, debe ser el adecuado para cada aplicación, pero en ningún caso menor de 2.08 mm² de sección transversal, excepto en aplicaciones especiales, como son algunos circuitos electrónicos con pequeña intensidad de corriente
 - No se debe efectuar ningún empalme en los cables
 - Cada cable debe ser identificado con el mismo número en ambos extremos por medio de un anillo de plástico u otra identificación permanente similar



9

VÁLVULAS

9.1. VÁLVULAS DE COMPUERTA²⁵

Válvula montada con una compuerta dentro del cuerpo, a 90° del conducto, a efectos de un cierre. La Ilustración 9.1 muestra una configuración típica de una válvula de compuerta.

La válvula de compuerta tiene un obturador que se mueve en un plano perpendicular a la dirección de flujo, la válvula de compuerta pue-

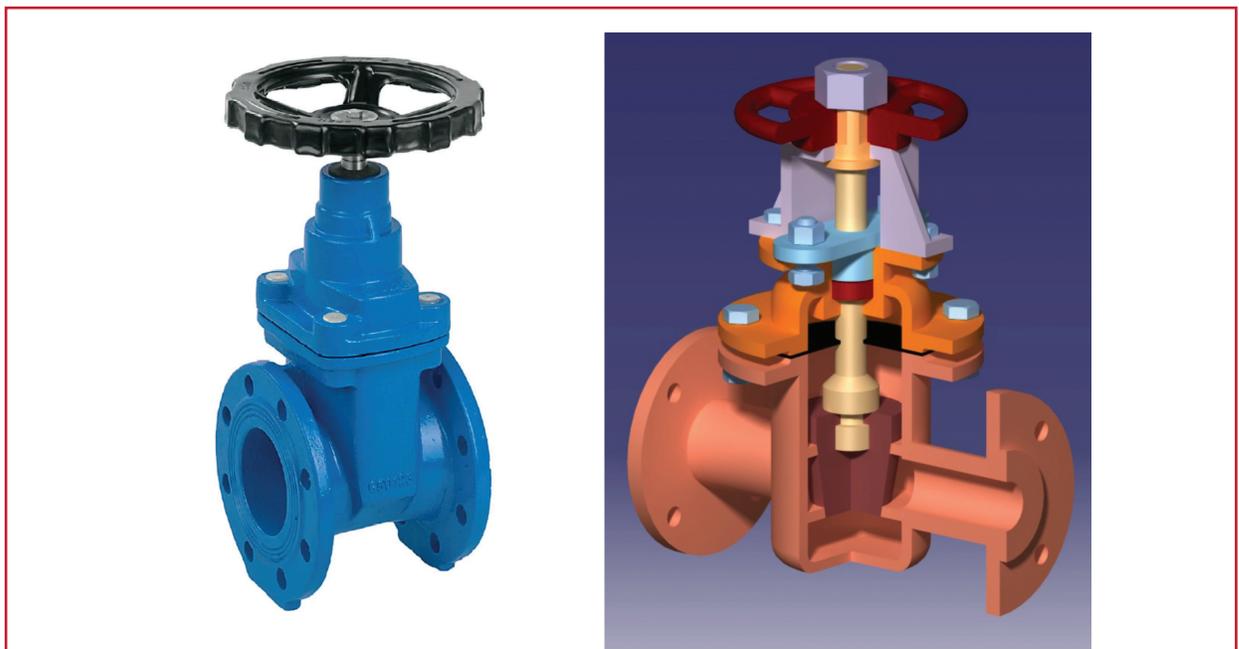
de ser construida de una sola pieza o de dos o más piezas.

La válvula de compuerta deberá proporcionar un ajuste limpio o un secundario sellado de vástago además de la principal característica del sello del vástago.

Válvula API 600, trabajo pesado, mayor tolerancia a la corrosión, amplia variedad, asientos de cara dura, paso total o puerto convencional.

²⁵ Fuente: API 600, API 602, API 6D Y API 6A.

Ilustración 9.1 Válvula de compuerta



Las Válvulas de Compuerta Forjadas API 602 son de puente y eje exterior, bonete atornillado (de sello a presión para presiones muy altas), de paso convencional, y cuña sólida cónica. Estas válvulas se fabrican en serie siendo algunas de sus partes intercambiables a otros modelos de válvulas permitiendo así una gran flexibilidad de montaje. Son bidireccionales y de fácil operación, siendo de gran utilización en la industria de energía, procesos y petróleo. Su accionamiento estándar es por volante. Aplicación general: vapor, agua, gas y aceite.

Las Válvulas de Compuerta API 6D S90 son de paso total con cuña flexible la cual proporciona una flexión a las superficies de cierre de la compuerta. Los dos asientos inclinados permiten un cierre estanco incluso contra altas presiones. Las válvulas S90 se fabrican en serie siendo algunas de sus partes intercambiables a otros modelos de válvulas permitiendo así una gran flexibilidad de montaje. Las Válvulas de Compuerta son bidireccionales y de fácil operación siendo de gran utilización en la industria de energía, procesos y petróleo. La gama también comprende Válvulas de Sello a Presión, utilizadas especialmente para servicios de alta presión / temperatura en la industria energética. El accionamiento estándar es con volante, pero pueden ser provistas con reductor manual, actuador eléctrico o hidráulico entre otros. Aplicación general: Vapor, agua, gas y aceite.

Válvulas de compuerta de la serie de 6A. Válvula de puerta manual, Válvula de puerta hidráulica. El diseño sin reducción en la sección de paso elimina eficientemente gota de presión y el vórtice, elimina lavarse por los sólidos en líquido. Presión de funcionamiento: 2 000 psi~20

000 psi. Medio de funcionamiento: Aceite, gas natural, rango y gas conteniendo H₂S, CO₂. Temperatura de trabajo: -46°C~121°C (clase LU).

Las partes principales de la válvula de compuerta se muestran en la Ilustración 9.2 e Ilustración 9.3.

9.1.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Para evitar fugas deformación o ruptura del cuerpo, la tubería deberá ser puesta de tal manera que las fuerzas de empuje o de flexión no actúen sobre el cuerpo de la válvula cuando esté siendo instalada o puesta en funcionamiento.

Solamente remueva la tapa que cubre la conexión de la válvula, sólo antes de la instalación. El sellado de las caras de las bridas deberá limpiarse sin dañarla.

Las juntas de las bridas deberán ser introducidas con precisión. Use solamente juntas y empaques de materiales apropiados.

Cuando pinten las tuberías, no aplicar pintura sobre los pernos ni vástagos. Si todavía hay trabajos de construcción en progreso, las válvulas deberán ser protegidas contra el polvo, arena y material de construcción

Si la válvula es usada al final de la tubería, esta válvula deberá ser protegida contra una apertura no autorizada o no intencional para prevenir serios daños a la propiedad.

Ilustración 9.2 Válvula de compuerta de vástago ascendente con interiores de bronce

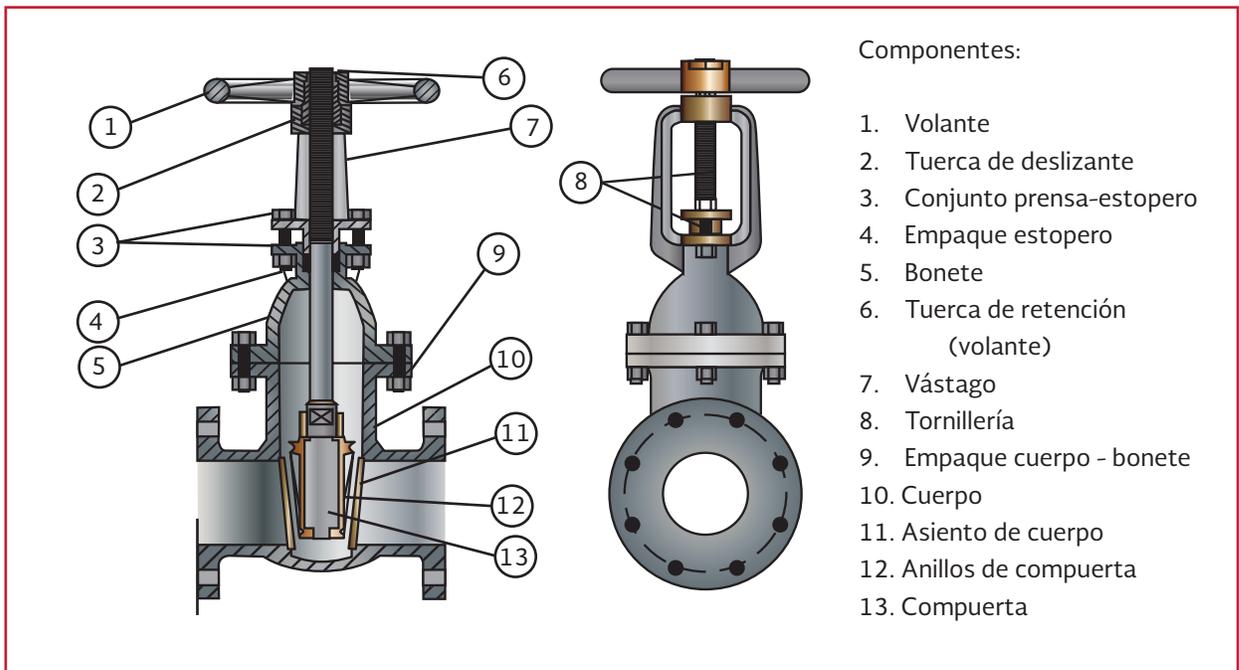
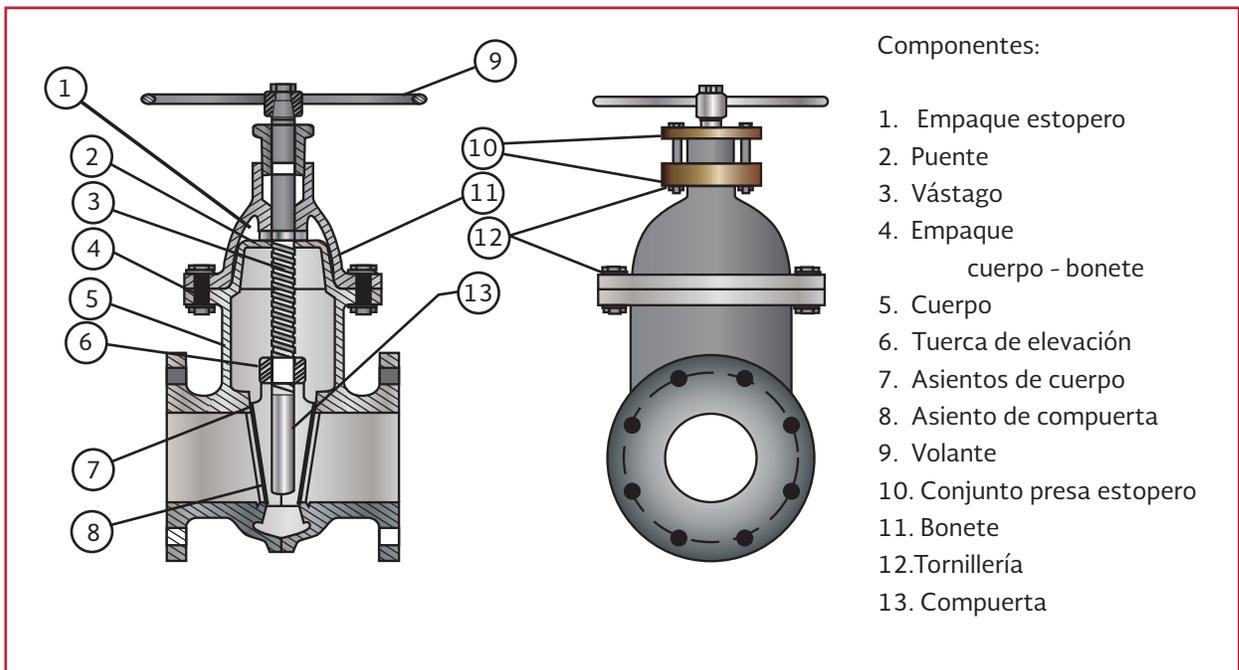


Ilustración 9.3 Válvula de compuerta vástago fijo interior de bronce diámetros de 2" a 12" Ø



Cuando el cuerpo de la válvula es marcado con una flecha indicando la dirección del flujo, la válvula deberá ser instalada de tal manera que la dirección del flujo real coincida con la flecha del cuerpo de la válvula.

El flujo puede pasar en ambas direcciones en una válvula de compuerta. Cuando instale una válvula de compuerta en una tubería horizontal, el vástago deberá quedar vertical con el volante o actuador. Sin embargo, en el caso de que la posición del vástago quede horizontal o inclinado, el actuador deberá ser soportado por medios adecuados.

Antes de instalar la válvula en la tubería debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etcétera)
2. Verificar que no existan componentes rotos en la válvula
3. Abrir y cerrar la válvula manualmente

Recomendaciones

1. Colocar la válvula en la tubería en un lugar accesible para ser operada y para facilitar las maniobras de mantenimiento (de acuerdo con las especificaciones de diseño del sistema)
2. Colocar la válvula en posición vertical siempre que sea posible, de tal manera que su volante quede en la parte superior, para asegurar un mejor funcionamiento y prolongar su vida útil, evitando así los requerimientos excesivos de mantenimiento
3. Evitar la colocación de la válvula invertida, de manera que su volante quede

en la parte inferior. Esto propicia que se acumulen sólidos en la cavidad de alojamiento del disco y su mecanismo de accionamiento, y consecuentemente, el mal funcionamiento de la válvula. También tendrá requerimientos de mantenimiento mucho más frecuentes que los necesarios, además de la reducción de su vida útil

4. Evitar golpear la válvula durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y su mal funcionamiento
5. No retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas o en las bridas sino hasta el momento preciso en que se va a instalar
6. Cuando se instale la válvula evitar que tenga que soportar parte del peso de la tubería

Al instalar la válvula en la tubería aplique el siguiente procedimiento:

1. Limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación de la válvula, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad, para evitar que se introduzcan en la válvula
2. Alinear correctamente los tubos a los que se conecta la válvula como se muestra en la Ilustración 9.4, para evitar la inducción de esfuerzos innecesarios en la válvula, en los soportes y en la tubería

En caso de válvulas bridadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las bridas
2. Colocar las juntas adecuadas para las bridas
3. Sujetar la válvula a la tubería, apretando los tornillos en ángulos de 180 grados y en el orden que se muestra en la Ilustración 9.5, para evitar distorsiones en las bridas y/o tubos y asegurar el hermetismo adecuado de la unión

En caso de válvulas roscadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas
2. Aplicar la pasta para cuerdas exclusivamente a las roscas macho
3. Conectar el tubo con la válvula sin emplear demasiada fuerza para evitar que el tubo penetre en el interior de la válvula, provocando deformaciones en el cuerpo. Para esto, aplicar una llave universal (inglesa) o de estrías a la válvula, precisamente en el extremo en que se va a unir

al tubo. Las llaves para tubo (Stilson) deben ser aplicadas únicamente a la tubería

4. Lubricar el vástago de la válvula
5. Al poner en servicio la válvula nueva, se debe asegurar que los prensaestopas estén ajustados adecuadamente para evitar fugas
6. Accionar los mecanismos y/o motores (si existen) para verificar el funcionamiento adecuado de cierre y apertura de la válvula

Ilustración 9.4 Alineación de tubos

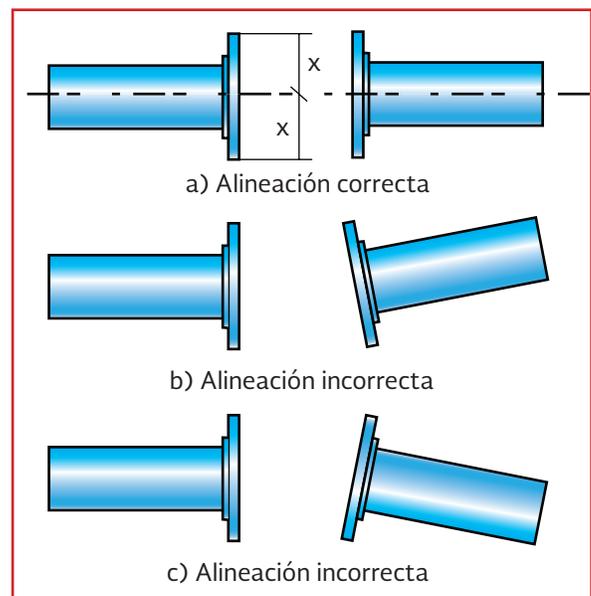
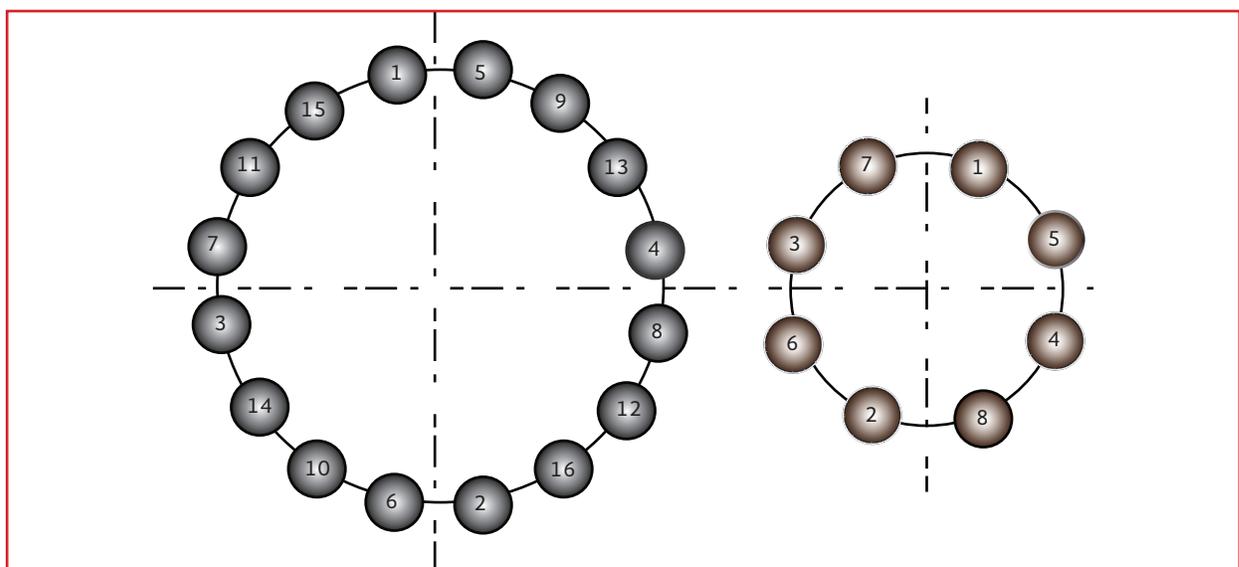


Ilustración 9.5 Orden para apretar tornillos de bridas



9.2. VÁLVULAS DE MARIPOSA²⁶

9.2.1. INTRODUCCIÓN

Una válvula de mariposa es un dispositivo para interrumpir el flujo de un fluido en un conducto aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa denominada mariposa, que gira sobre un eje.

La Ilustración 9.6 muestra una configuración típica de una válvula de mariposa. Las partes principales de la válvula de mariposa se muestran en la Ilustración 9.7.

9.2.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

9.2.2.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar la válvula en la tubería debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etcétera)
2. Verificar que no existan componentes rotos en la válvula
3. Abrir y cerrar la válvula manualmente

Recomendaciones

- a) Colocar la válvula en la tubería en un lugar accesible para ser operada y para facilitar las maniobras de mantenimiento (de acuerdo con las especificaciones de diseño)
- b) Colocar la válvula en posición vertical u horizontal siempre que sea posible, de tal manera que su volante quede en la parte

superior o en posición horizontal (según sea el diseño)

- c) Evitar la colocación de la válvula invertida, de manera que su volante quede en la parte inferior. Existen algunos diseños especiales de válvulas de mariposa que permiten colocarlas inclusive en esta posición
- d) Evitar golpear la válvula durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y su mal funcionamiento
- e) No retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas o en las bridas sino hasta el momento preciso en que se va a instalar
- f) Cuando se instale la válvula evitar que tenga que soportar parte del peso de la tubería

Al instalar la válvula en la tubería aplique el siguiente procedimiento:

1. Limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación de la válvula, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad, para evitar que se introduzcan en la válvula
2. Alinear correctamente los tubos a los que se conecta la válvula como se muestra en la Ilustración 9.4, para evitar la inducción de esfuerzos innecesarios en la válvula, en los soportes y en la tubería

En caso de válvulas bridadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las bridas
2. Colocar las juntas adecuadas para las bridas

²⁶ Fuente: API 609.

Ilustración 9.6 Válvula de mariposa

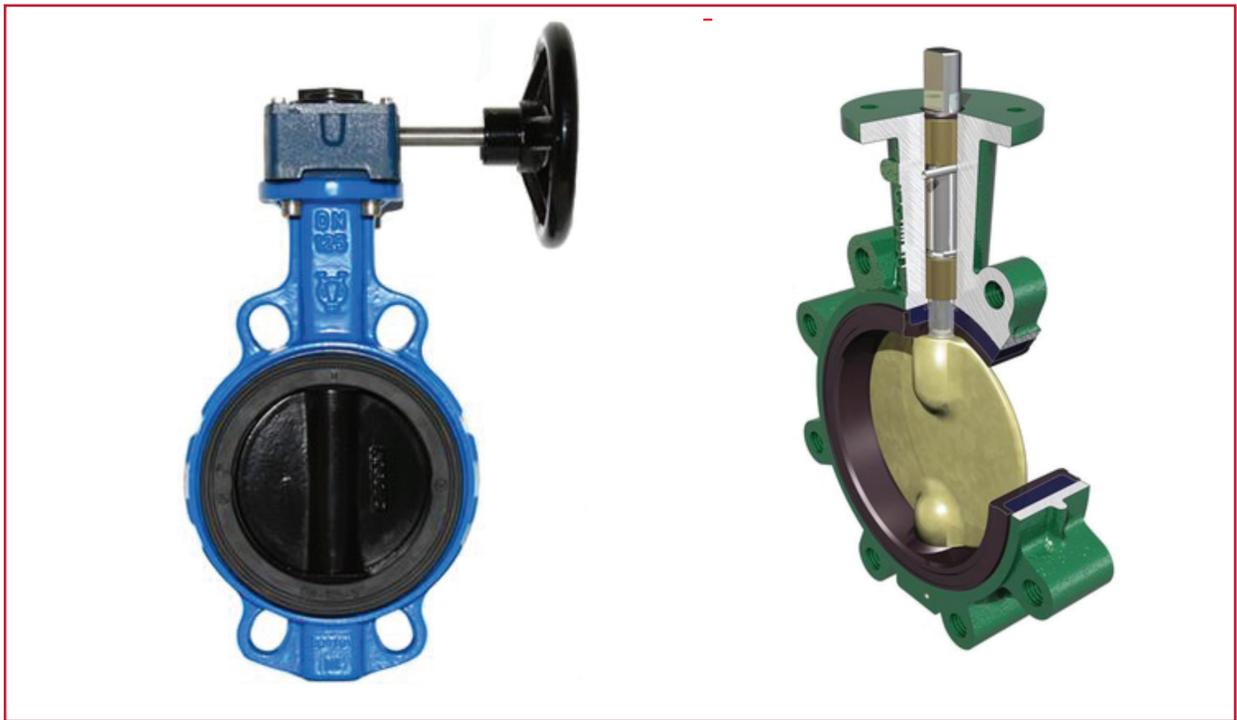
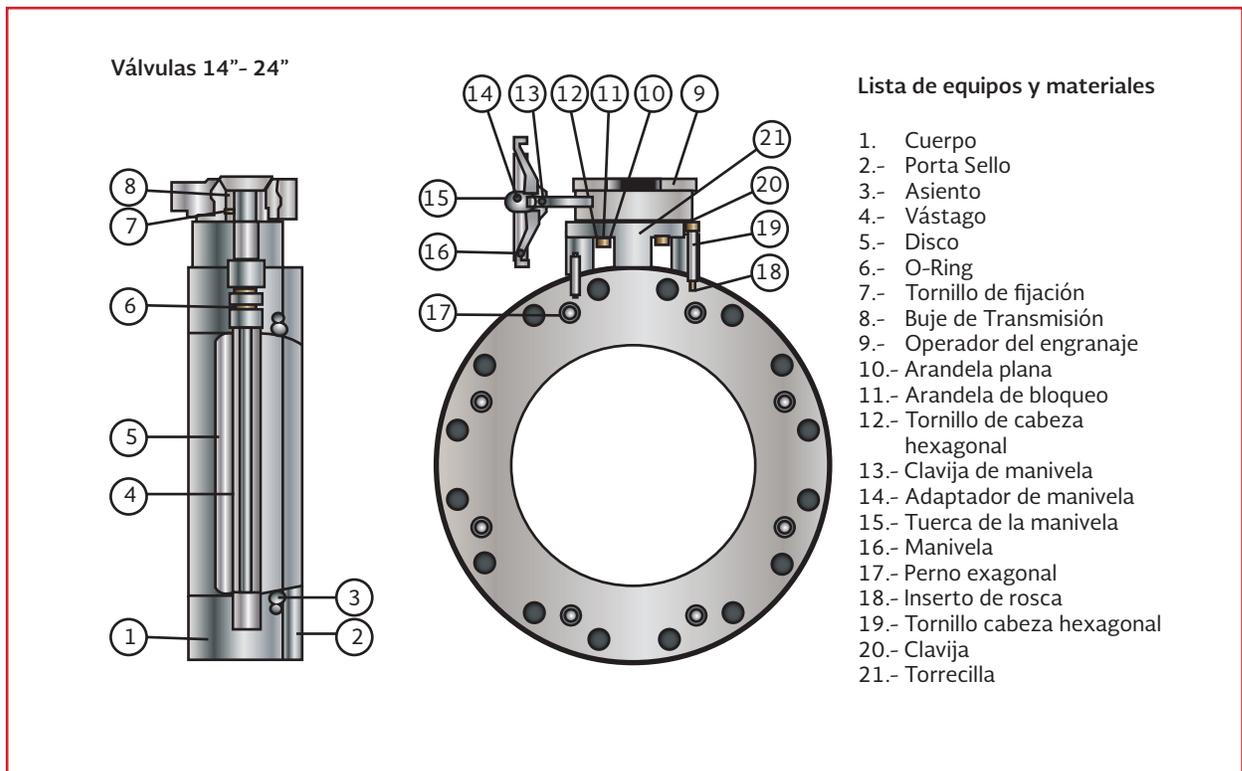


Ilustración 9.7 Partes de una válvula de mariposa



3. Colocar la válvula entre los tubos, manteniendo el disco en la posición de cerrado. Antes de apretar los pernos se requiere abrir el disco cuidadosamente hasta la posición de apertura total, para verificar el alineamiento y el claro requerido entre el disco y la tubería. En esta posición, apriete los pernos en ángulos de 180 grados y en el orden que se muestra en la Ilustración 9.5, y posteriormente, gire el disco cuidadosamente hasta la posición de cierre total para asegurarse que gira libremente dentro de la tubería

En caso de válvulas roscadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas
2. Aplicar la pasta para cuerdas exclusivamente a las roscas macho
3. Colocar la válvula entre los tubos, manteniendo el disco en la posición de cerrado. Antes de apretar el niple se requiere abrir el disco cuidadosamente hasta la posición de apertura total, para verificar el alineamiento y el claro requerido entre el disco y la tubería. En esta posición, apriete el niple y posteriormente, gire el disco cuidadosamente hasta la posición de cierre total para asegurarse que gira libremente dentro de la tubería. Al apretar el niple, se requiere no emplear demasiada fuerza para evitar que el tubo penetre en el interior de la válvula. Para esto, aplicar una llave universal (inglesa) o de estrías a la válvula, precisamente en el extremo en que se va a unir al tubo. Las llaves para tubo (Stillson) deben ser aplicadas únicamente a la tubería

4. Lubricar el vástago de la válvula
5. Al poner en servicio la válvula nueva, se debe asegurar que las empaquetaduras o sellos estén ajustados correctamente para evitar fugas
6. Accionar los mecanismos y/o motores (si existen) para verificar el funcionamiento adecuado de cierre y apertura de la válvula

Nota: Cuando sea necesario desmontar la válvula de la tubería se requiere que la tubería no esté presurizada y que el disco se mantenga en la posición de cierre total para evitar que se dañe.

9.3. VÁLVULAS DE NO RETORNO (VÁLVULA CHECK TIPO COLUMPIO)²⁷

Una configuración típica de válvula check es mostrada en la Ilustración 9.8. Las válvulas check pueden ser de oblea, flujo axial y de retención de elevación. La válvula deberá tener un obturador el cual responde automáticamente para bloquear el fluido en una dirección.

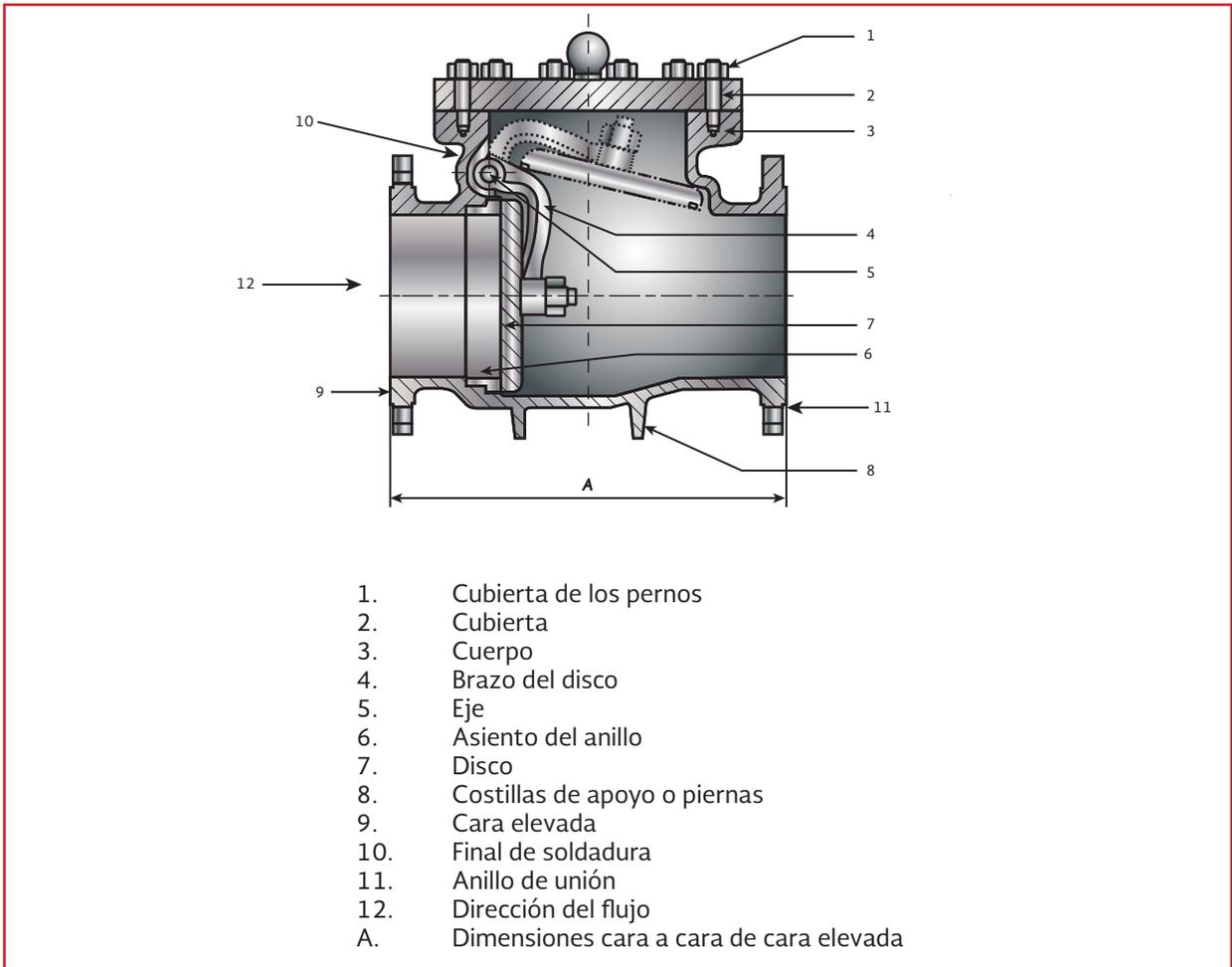
9.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Para evitar fugas deformación o ruptura del cuerpo, la tubería deberá ser puesta de tal manera que las fuerzas de empuje o de flexión no actúen sobre el cuerpo de la válvula cuando esté siendo instalada o puesta en funcionamiento.

Solamente remueva la tapa que cubre la conexión de la válvula, sólo antes de la instalación. El sellado de las caras de las bridas deberá limpiado sin dañarlo.

²⁷ Fuente: API 6D y ISO 5208.

Ilustración 9.8 Válvula check tipo columpio



Fuente: API 6D- ISO 14313

Las juntas de las bridas deberán ser introducidas con precisión. Use solamente juntas y empaques de materiales apropiados.

Si todavía hay trabajos de construcción en progreso, las válvulas deberán ser protegidas contra el polvo, arena y material de construcción.

Cuando el cuerpo de la válvula check es marcado con una flecha indicando la dirección del flujo, la válvula check deberá ser instalada de tal manera que la dirección del flujo real coincida con la flecha del cuerpo de la válvula.

La válvula check columpio deberá preferentemente ser instalada en tuberías horizontales. Cuando instale las válvulas en tuberías verticales asegurarse que la dirección del flujo es ascendente así que es una condición sin presión, el disco deberá cerrarse por su propio peso.

Antes de instalar la válvula en la tubería debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etcétera)

2. Verificar que no existan componentes rotos en la válvula
3. Abrir y cerrar la válvula manualmente

Recomendaciones

1. Colocar la válvula en la tubería en un lugar accesible para ser operada y para facilitar las maniobras de mantenimiento (de acuerdo con las especificaciones de diseño del sistema)
2. Evitar golpear la válvula durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y mal funcionamiento
3. No retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas o en las bridas sino hasta el momento en que se va a instalar
4. Cuando se instale la válvula evitar que tenga que soportar parte del peso de la tubería
5. Colocar la válvula en tuberías horizontales (si es de columpio, debido a que trabaja por gravedad). El pasador de anclaje del colgador debe quedar en la parte superior, es decir, nunca debe colocarse la válvula inclinada. Si la válvula es dúo check, puede colocarse también en tuberías verticales

Al instalar la válvula en la tubería aplique el siguiente procedimiento:

1. Limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación de la válvula, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad, para evitar que se introduzcan en la válvula
2. Alinear correctamente los tubos a los que se conecta la válvula como se

muestra en la Ilustración 9.4 para evitar la inducción de esfuerzos innecesarios en la válvula, en los soportes y en la tubería

En caso de válvulas bridadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las bridas
2. Colocar las juntas adecuadas para las bridas
3. Sujetar la válvula con los tubos, apretando los tornillos en ángulos de 180 grados y en el orden que se muestra en la Ilustración 9.5 para evitar distorsiones en las bridas y/o tubos y asegurar el hermetismo adecuado de la unión

En caso de válvulas roscadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas
2. Aplicar la pasta para cuerdas exclusivamente a las roscas macho
3. Conectar el tubo con la válvula sin emplear demasiada fuerza para evitar que el tubo penetre en el interior de la válvula, provocando deformaciones en el cuerpo. Para esto, aplicar una llave universal (inglesa) o de estrías a la válvula, precisamente en el extremo en que se va a unir al tubo. Las llaves para tubo (Stilson) deben ser aplicadas únicamente a la tubería
4. Al poner en servicio la válvula nueva, se debe asegurar que la tapa esté ajustada correctamente para evitar fugas

Nota: Cuando sea necesario desmontar la válvula de la tubería se requiere que la tubería no esté presurizada.

9.4. VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE

La válvula eliminadora de aire es un dispositivo para eliminar gases en líquidos.

Las partes principales y la combinación de las válvulas de admisión y expulsión se muestran en la Ilustración 9.9, Ilustración 9.10 e Ilustración 9.11.

9.4.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Una válvula eliminadora de aire es requerida en las partes más altas de un sistema hidráulico, en equipos o en cualquier sitio donde se pueda acumular aire e incondensables.

La válvula eliminadora siempre deberá ser instalada de forma vertical con la conexión de entrada por la parte inferior y por encima del equipo o línea donde se instala. La línea de entrada deberá ser de la misma medida de la conexión, debiendo ser instalada una válvula para mantenimiento del equipo. La descarga debe ser conducida hacia el drenaje o punto seguro para prevenir daños.

Antes de instalar la válvula en la tubería debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etc.)
2. Verificar que no existan componentes rotos en la válvula

Recomendaciones

- a) Colocar la válvula en la tubería en un lugar accesible para facilitar las maniobras de instalación y mantenimiento (de acuerdo con las especificaciones de diseño del sistema)
- b) Evitar golpear la válvula durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y provocar un mal funcionamiento
- c) No retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas o en las bridas sino hasta el momento preciso en que se va a instalar
- d) Cuando se instale la válvula evitar que tenga que soportar parte del peso de la tubería
- e) Se recomienda instalar una válvula de compuerta para seccionar la válvula de admisión y expulsión de aire

Al instalar la válvula en la tubería se debe limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación de la válvula, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad, para evitar que se introduzcan en la válvula.

En caso de válvulas bridadas realice lo siguiente:

1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las bridas
2. Colocar las juntas adecuadas para las bridas
3. Sujetar la válvula con el tubo, apretando los tornillos en ángulos de 180 grados y en el orden que se muestra en la Ilustración 9.5 para evitar distorsiones en las bridas y/o tubos y asegurar el hermetismo adecuado de la unión

Ilustración 9.9 Válvula de admisión y expulsión de aire

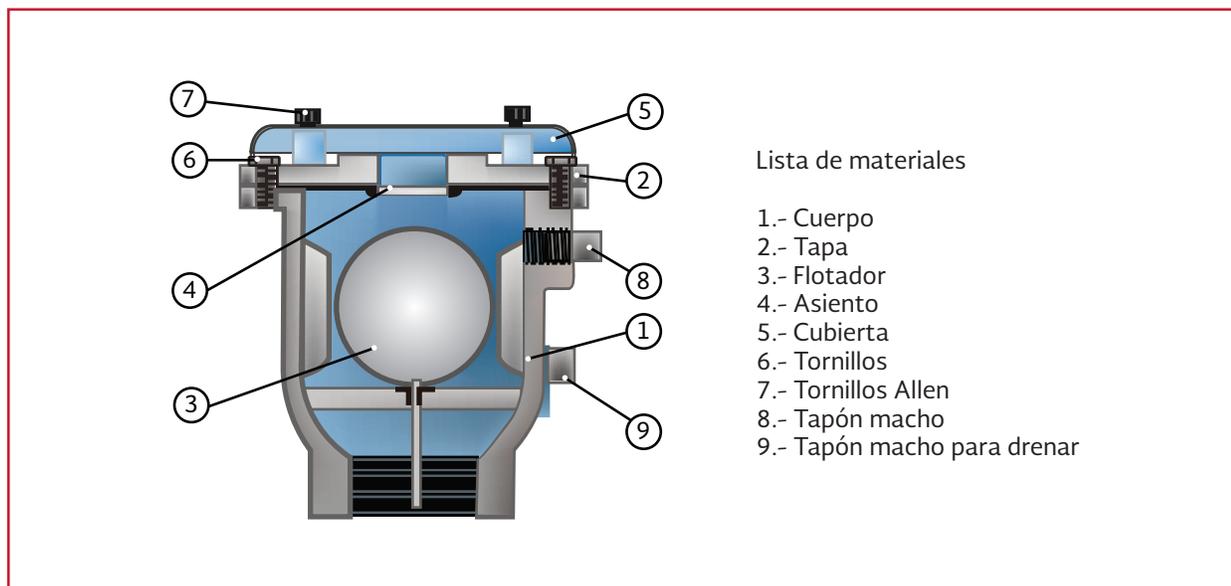
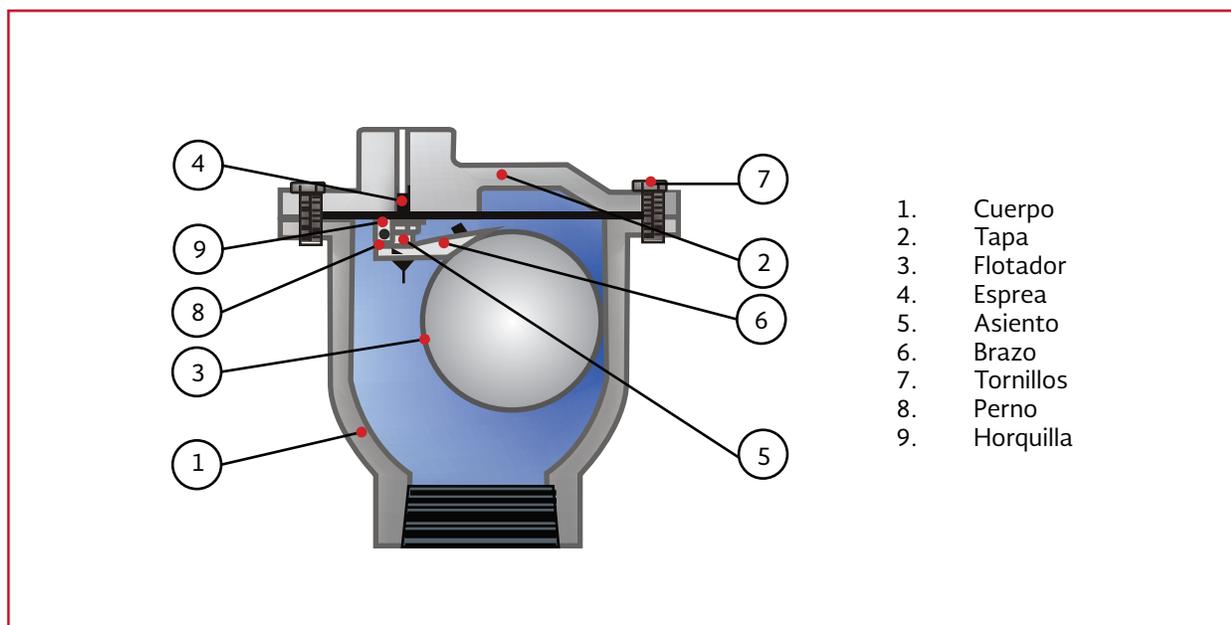


Ilustración 9.10 Válvula de eliminación de aire



En caso de válvulas roscadas realice lo siguiente:

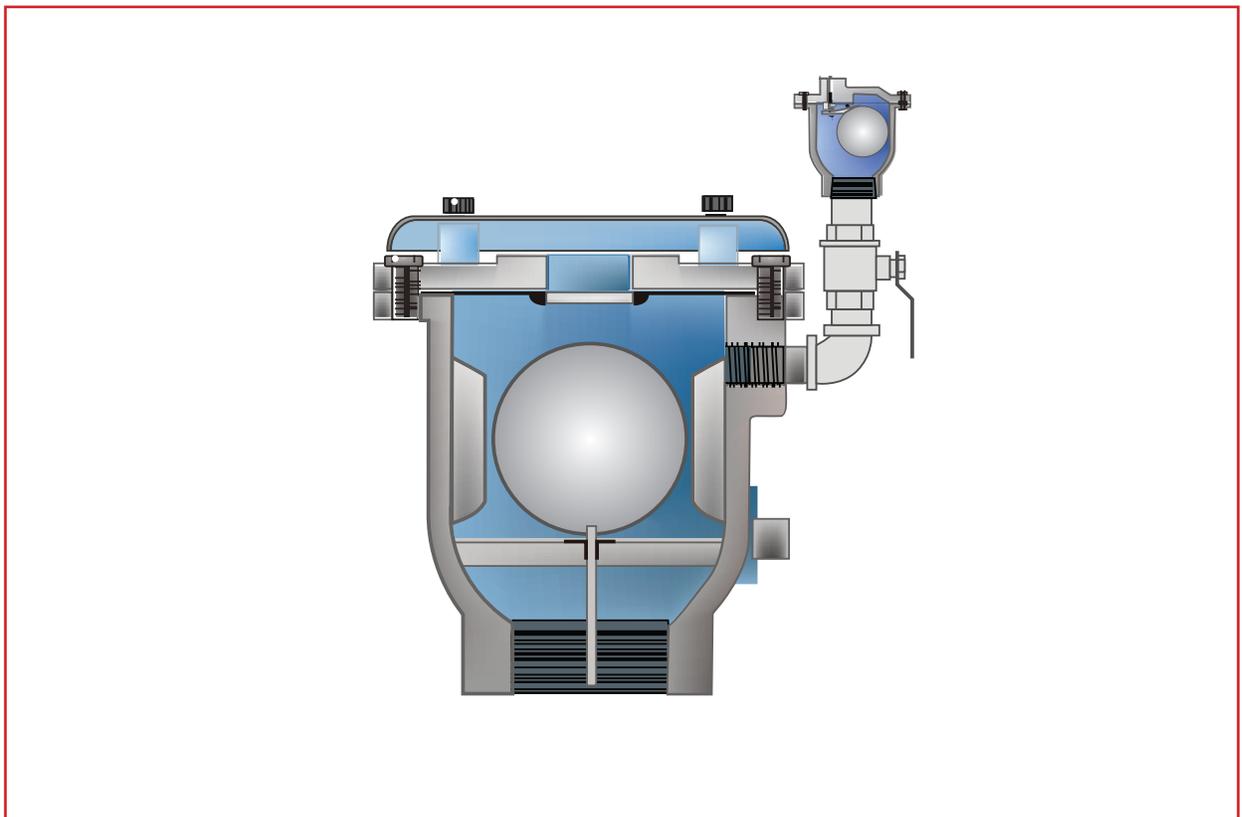
1. Retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas
2. Aplicar la pasta para cuerdas exclusivamente a las roscas macho
3. Conectar el tubo con la válvula sin emplear demasiada fuerza para evitar que el tubo penetre en el interior de la válvula, provocando deformaciones en el cuerpo. Para esto, aplicar una llave universal (inglesa) o de estrías a la válvula, precisamente en el extremo en que se une al tubo

4. Al poner en servicio la válvula nueva, se debe asegurar que la cubierta de protección esté ajustada, así como la tapa para permitir el cierre hermético con el flotador y evitar fugas

Nota Importante:

Cuando sea necesario desmontar la válvula de la tubería se requiere que la tubería no esté presurizada o que la válvula de seccionamiento esté totalmente cerrada.

Ilustración 9.11 Válvulas de admisión, expulsión y eliminación de aire combinadas





10

BOMBAS PARA EXTRACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

10.1. BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES²⁸

conjunto de bombas verticales y su uso en el sector agua.

10.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las bombas verticales, cuando son correctamente instaladas y operadas y cuando se le da un cuidado y mantenimiento razonable, deberán operar satisfactoriamente por un largo periodo de tiempo.

Las bombas verticales son construidas en una gran variedad de diseños y muchos servicios diferentes. En la Ilustración 10.1 se muestra un

10.1.1.1. Ubicación

Para bombas que requieren ensamble en sitio deberá proporcionarse un área limpia y drenada cerca del punto de instalación, de tamaño adecuado para la colocación de los componentes de la bomba y el motor en la secuencia en que serán instalados. Se deben de poner cubiertas protectoras sobre todas las aperturas de la bomba

28 Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2 y ANSI/HI 2.4.

Ilustración 10.1 Bombas centrífugas verticales



hasta la hora de la instalación para prevenir que suciedad y objetos extraños entren a la bomba. Del mismo modo, se deben aplicar revestimientos protectores sobre las superficies pulidas para prevenir oxidación. Para instalaciones al aire libre los componentes deberán cubrirse con lonas impermeables durante el periodo de instalación para protección contra los efectos atmosféricos. Esto es particularmente importante en climas fríos con condiciones de congelación para prevenir que el agua se almacene en las cavidades de la bomba y posiblemente cause daños de congelación.

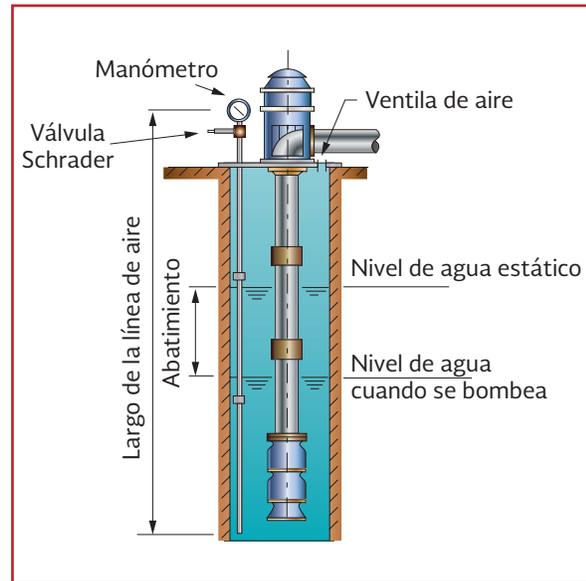
Todas las bombas requieren mantenimiento regular. Por lo tanto es importante colocar la tubería de descarga de la bomba, así como el equipo auxiliar y de control y paneles de arranque, de tal manera que sea previsto acceso adecuado para el mantenimiento.

Para minimizar las pérdidas de carga por fricción, ubicar la bomba de tal manera que pueda ser instalada con una tubería de descarga corta y directa y con el mínimo número de codos y conexiones. De ser práctico, la bomba debe ser colocada de modo que sea accesible para inspección durante su operación. El equipo seleccionado deberá ser compatible con el ambiente. Las bombas y motores que no sean sumergibles, y los controles deben ser protegidos contra inundación.

10.1.1.2. Comprobación de pozos

Cuando se instalan bombas verticales en un pozo, sean de tipo turbina o sumergibles, se debe de examinar el pozo antes de la instalación, ver Ilustración 10.2.

Ilustración 10.2 Instalación típica de pozo profundo



Fuente: ANSI/HI 2.4

La instalación de una unidad en un pozo torcido puede doblar y distorsionar la columna de la bomba o del ensamble bomba-motor y podría provocar averías. La rectitud del pozo debe cumplir con AWWA-A100. Si la rectitud está en duda, el pozo debe ser “explorado” antes de la instalación del conjunto de la bomba-motor bajando, por medio de un cable, un ensamble ficticio ligeramente más largo y más ancho en diámetro que el ensamble real bomba-motor.

10.1.1.3. Comprobación de pozo húmedo

Nota: Esta sección aplica para bombas tipo vertical sumergible multietapa, bomba vertical de flujo mixto, bomba de pozo profundo, bomba vertical de doble succión y bomba vertical de flujo axial (VS0, VS1, VS2 y VS3). Ilustración 10.3, Ilustración 10.4, Ilustración 10.5, Ilustración 10.6, Ilustración 10.7 e Ilustración 10.8.

Antes de comenzar la instalación de la bomba a cielo abierto, hay varias comprobaciones que se pueden hacer:

- a) Longitud de la bomba frente a la profundidad del sumidero
- b) Ajuste correcto de los pernos de anclaje de la placa de soporte y de la placa de soporte a la base de montaje de la bomba
- c) Ubicación angular satisfactoria de los pernos de anclaje o alineación correcta del cabezal de descarga con la tubería de descarga
- d) Lugar apropiado para los conductos del motor
- e) Suficiente espacio libre para el manejo

10.1.2. TUBERÍA Y CONEXIONES

Las tuberías de succión y descarga deben ser ancladas, soportadas y restringidas cerca de la bomba para evitar la aplicación de fuerzas y momentos en la bomba.

Requisitos de tubería de succión

Una bomba vertical tipo barril (tipo VS6, VS7 y VS7a, Ilustración 10.10, Ilustración 10.11, Ilustración 10.12) o una bomba vertical multietapa (tipo VS8, Ilustración 10.13) se desempeña correctamente sólo si se suministra flujo constante con un perfil de velocidad uniforme y presión suficiente para proporcionar una adecuada altura neta positiva en la aspiración (NPSH).

La falla de la tubería de succión para entregar el líquido a la bomba en este estado puede provocar un funcionamiento ruidoso, remolinos de líquido alrededor del ensamble suspendido de la bomba,

fallo prematuro del cojinete y daños de cavitación en el impulsor y entrada de la carcasa.

Para operación de bombas con presión de succión debajo de la presión atmosférica o manejo de fluidos cerca de su presión de vapor, la línea de succión debe estar inclinada continuamente en forma ascendente hacia la bomba para evitar el atrapamiento de vapor utilizando reducciones ex-céntricas en caso necesario, ver Ilustración 10.14.

En sistemas donde la línea de succión no siempre se mantiene llena de líquido, existe la posibilidad de que el aire o vapor pueda ser barrido dentro de la bomba durante un arranque posterior, causando una pérdida total o parcial del cebado de la bomba. Cualquier punto alto en la línea de succión acumulara gas con similares resultados.

El aire atrapado en la bomba reduce la carga total y la velocidad del flujo con cantidades tan pequeñas como 1 por ciento en volumen, que afecta a bombas de flujo radial, y de 3 a 5 por ciento, que afecta a bombas de flujo axial.

Si es necesario cebar la bomba antes de la puesta en marcha, entonces las conexiones del cebado deben estar en el punto más alto de la cámara de aspiración de la bomba.

Una línea de ventilación permanente de retorno a la fuente de succión puede ser también deseable para bombas que operan en un sistema cerrado.

Reducciones de tubería

Los reductores son instalados justo antes de la succión de la bomba cuando la tubería es más grande que la boquilla de la bomba. Las

reducciones utilizadas en la succión de la bomba deben ser de tipo cónico y suficientemente grande para prevenir turbulencia en el líquido.

Con la fuente del líquido debajo de la bomba, la reducción debe ser excéntrica e instalada con la parte recta hacia arriba, ver Ilustración 10.14.

Pueden ser usados reductores excéntricos o concéntricos cuando la fuente del líquido está por encima de la bomba y la tubería de succión está inclinada hacia arriba, hacia la fuente.

Válvulas de descarga

Una válvula de no retorno (llamada también válvula check) y una válvula de aislamiento deberán ser instaladas en la línea de descarga. La válvula check sirve para proteger la bomba del flujo a la inversa y sobrepresión excesiva. La válvula de aislamiento es usada en el cebado, arranque y apagado de la bomba. Excepto en bombas de flujo axial, flujo mixto y bombas de gran energía, es aconsejable para cerrar la válvula de aislamiento antes de parar o arrancar la bomba. Bombas que operan a velocidad específica por encima 100 (5 000) al apagar pueden causar un aumento peligroso en la presión o potencia. Si se utilizan expansiones en el lado de descarga de la bomba para aumentar el tamaño de las tuberías, deben ser colocadas entre la valvular check y la bomba. Si se utilizan juntas de expansión deberán ser colocadas entre el anclaje de tuberías y la valvular check (Ver Ilustración 10.15).

Alineación

Para las bombas de flecha sin embargo es recomendable la verificación de alineación de la flecha del cabezal al motor en el momento cuando el mismo se monta.

Sin embargo la bomba de eje de transmisión, es recomendable la verificación de alineación del eje del cabezal en el momento en que se monta el último controlador.

Después de que la lechada se ha fijado y los pernos de anclaje estén ajustados apropiadamente, la alineación de la unidad debe ser verificada. Si la unidad no quedo alineada o correctamente instalada, puede causar:

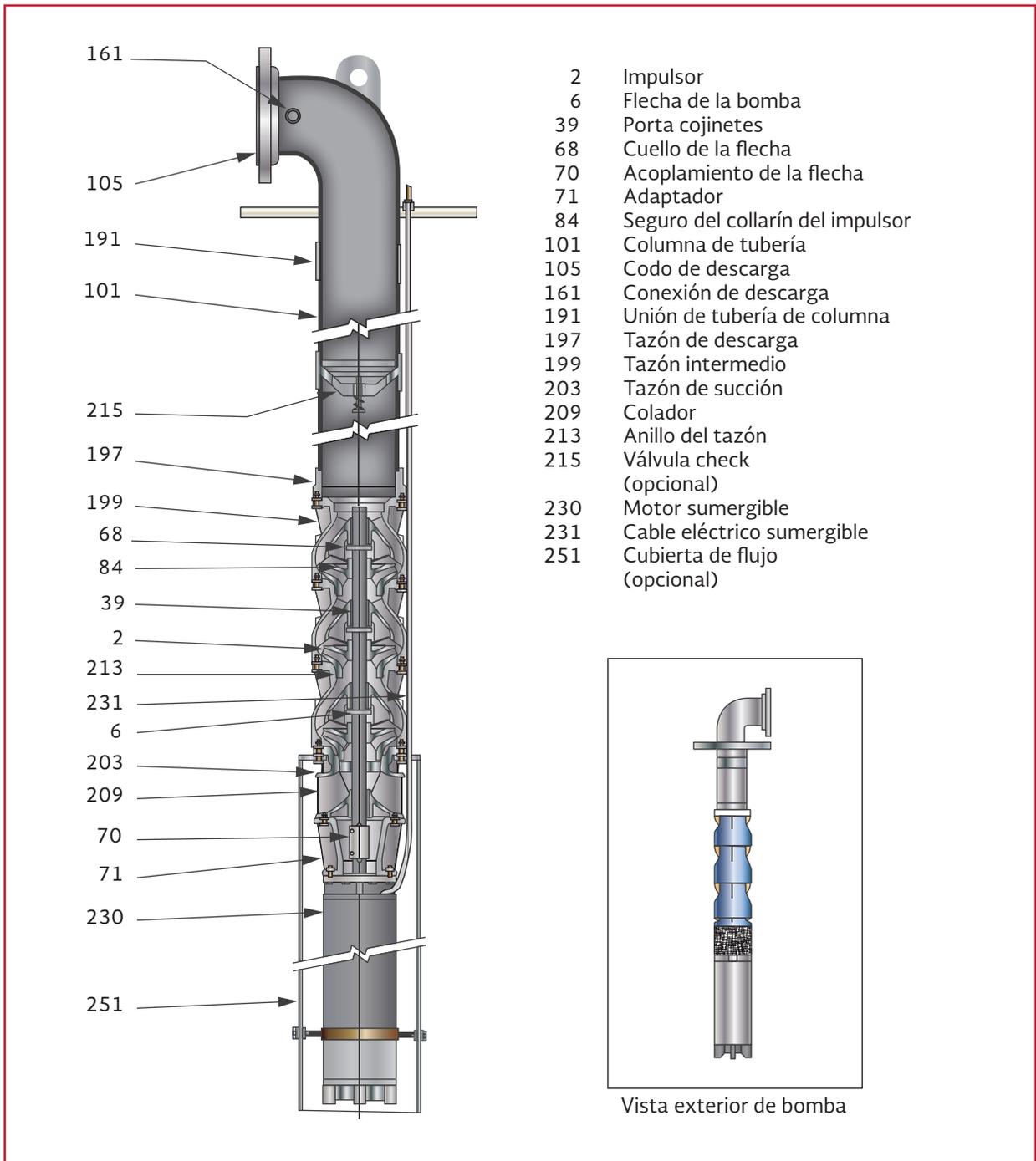
- a) Descalibración o vibración de la base
- b) Excesiva distorsión de esfuerzos en la tubería o desplazamiento de la maquina

En el libro *Sistemas de Medición del Agua: Producción, operación y consumo* del MAPAS, se presenta a detalle los instrumentos de medición de flujo y presión, así como las condiciones en que estos deben ser instalados.

Para detalle de espaciamientos en la instalación de equipos de bombeo, ver libro de equipo de *Cálculo, estudio y diseño de instalaciones mecánicas*, del MAPAS.

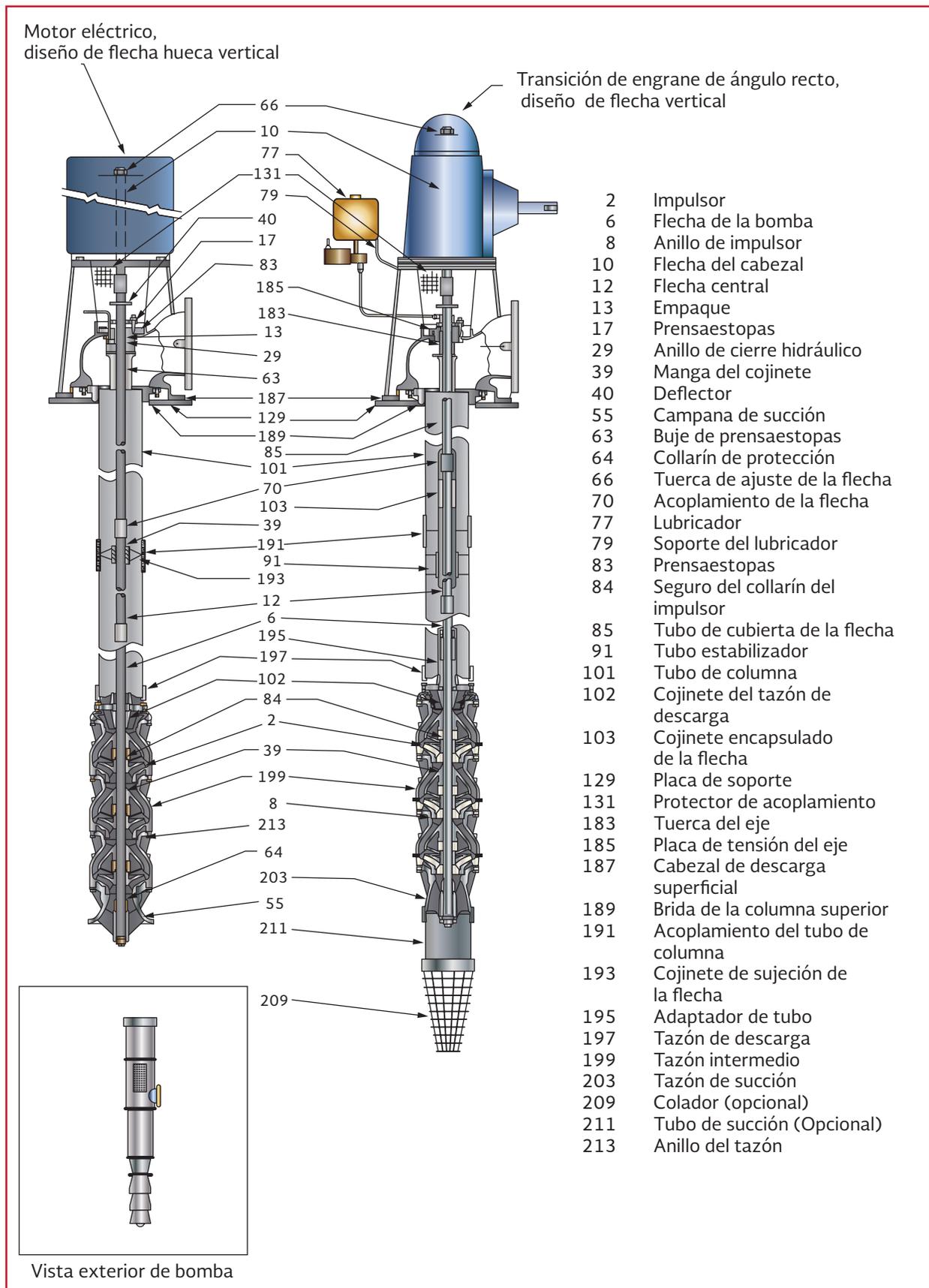
En la Ilustración 10.16 se ejemplifica un tren de descarga para un pozo profundo.

Ilustración 10.3 Bomba sumergible de pozo profundo (VSO)



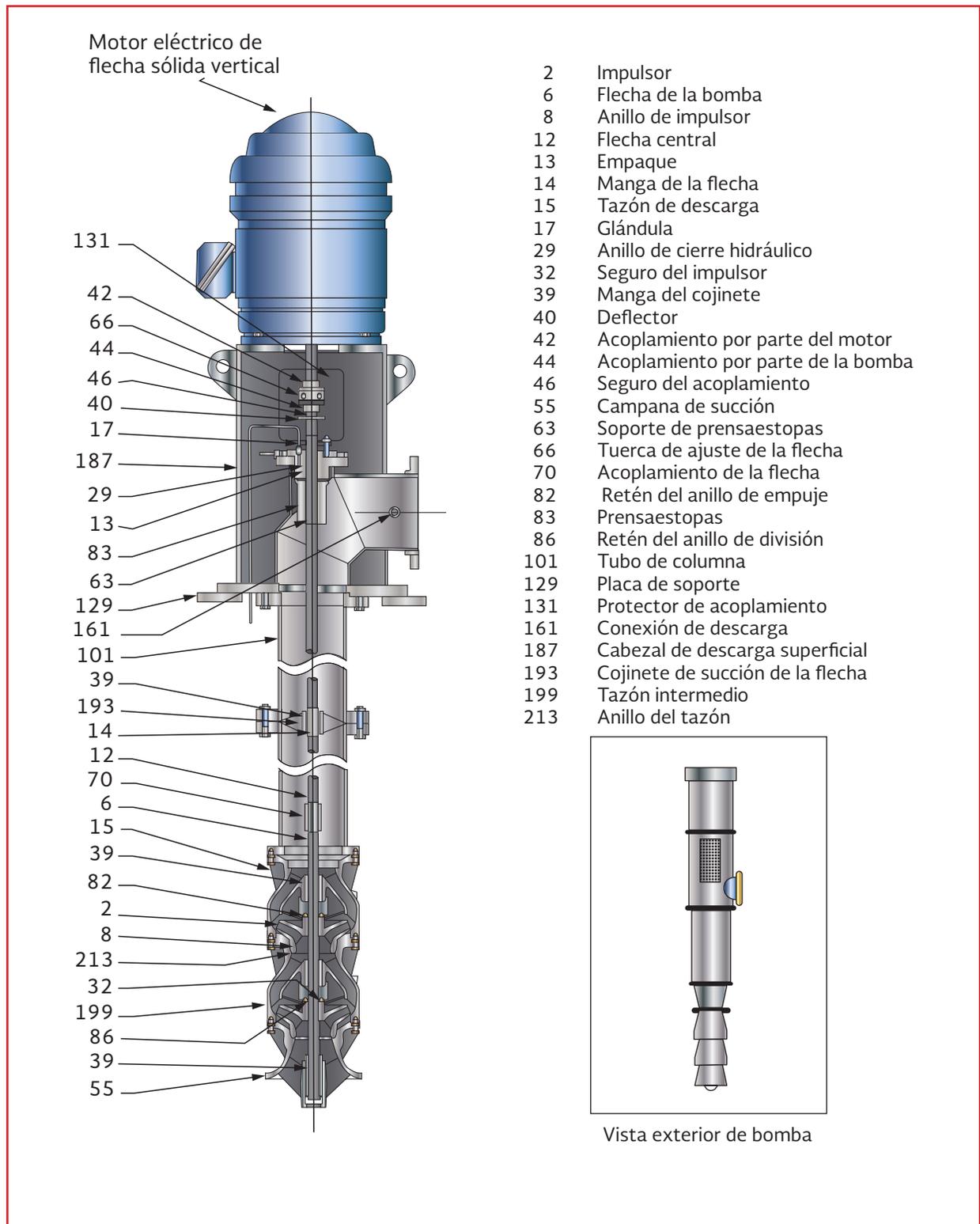
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.4 Bomba vertical de pozo profundo (VS1)



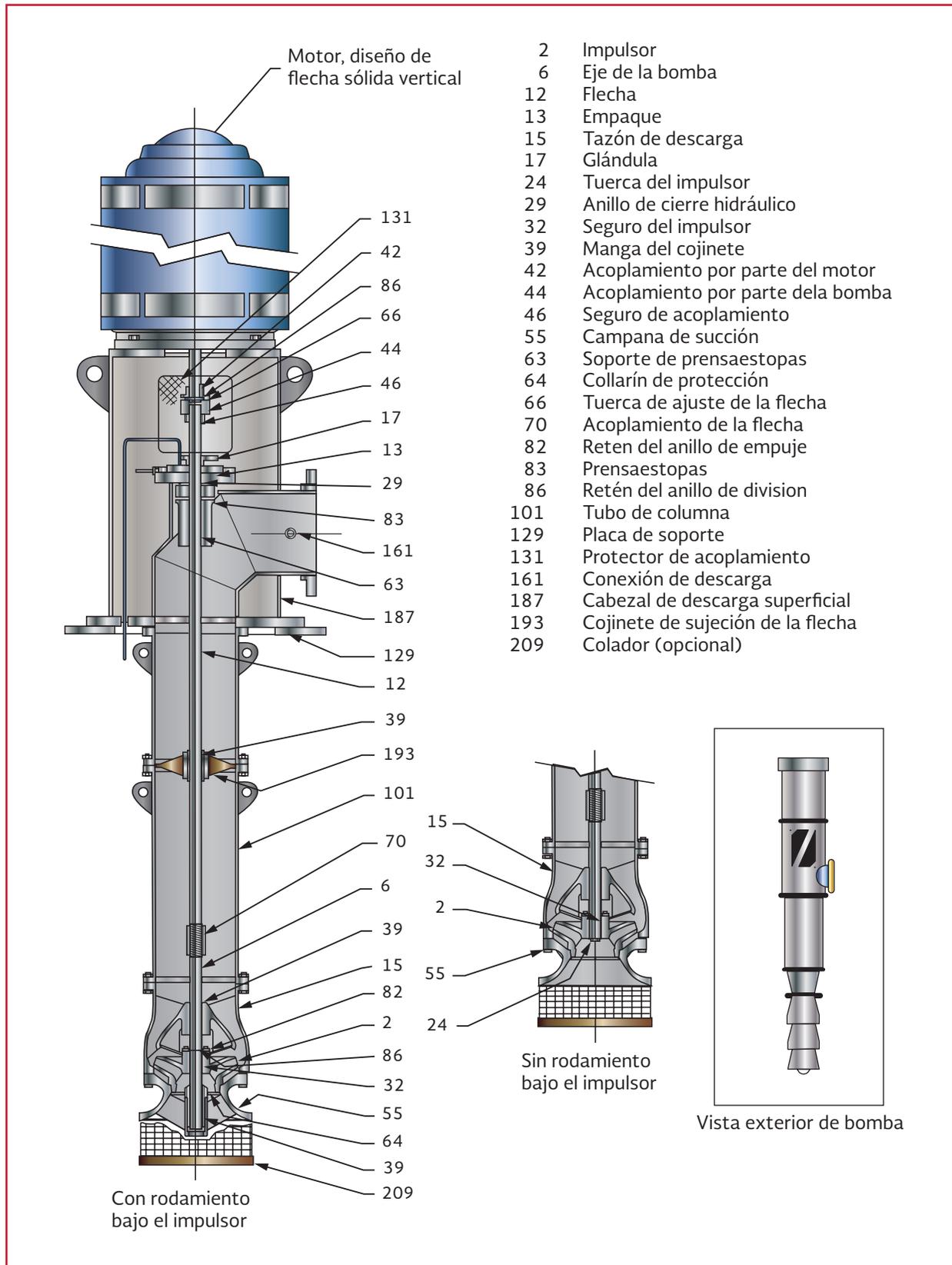
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.5 Bomba vertical de una sola etapa o multietapa, conjunto corto de flecha de línea abierta (VS1)



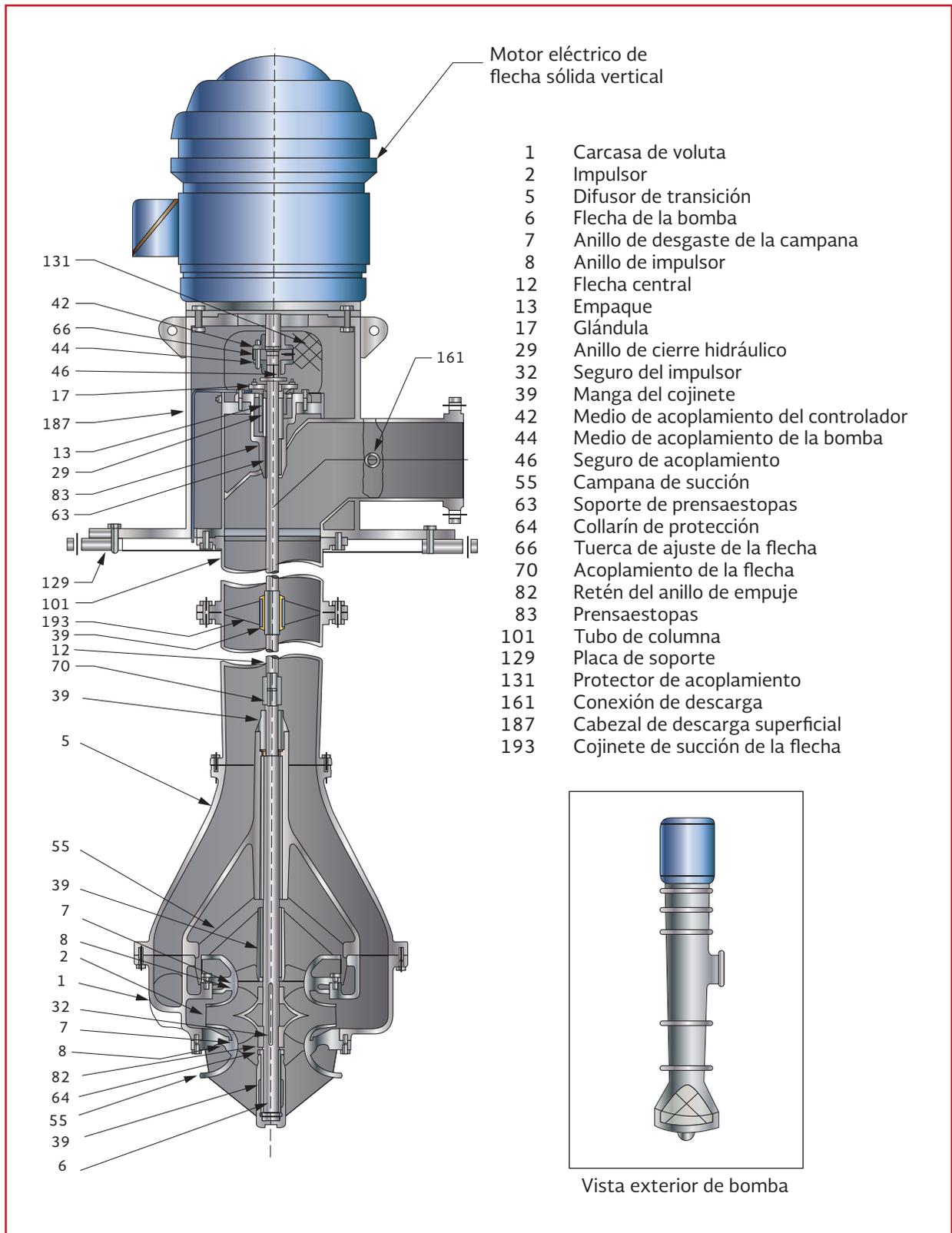
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.6 Bomba vertical de flujo mixto de flecha de línea abierta (VS1)



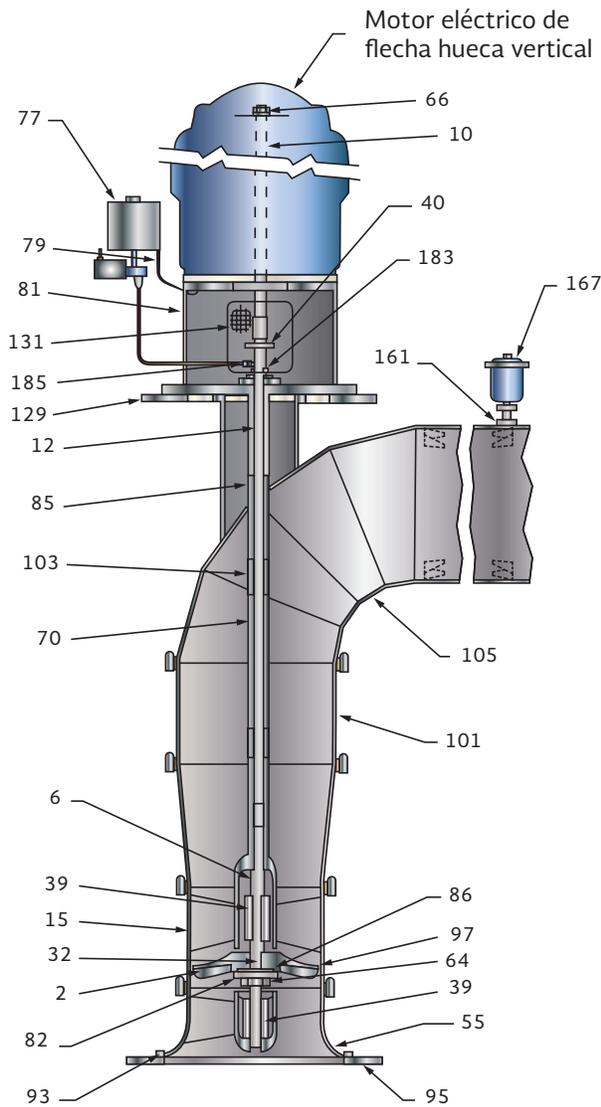
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.7 Bomba vertical de doble succión tamaño corto de flecha abierta (VS2)

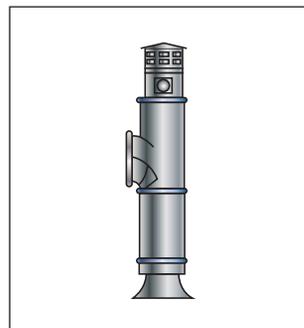


Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.8 Bomba vertical con impulsor de flujo axial (propela), flecha cubierta, configuración de descarga debajo de piso (VS3)



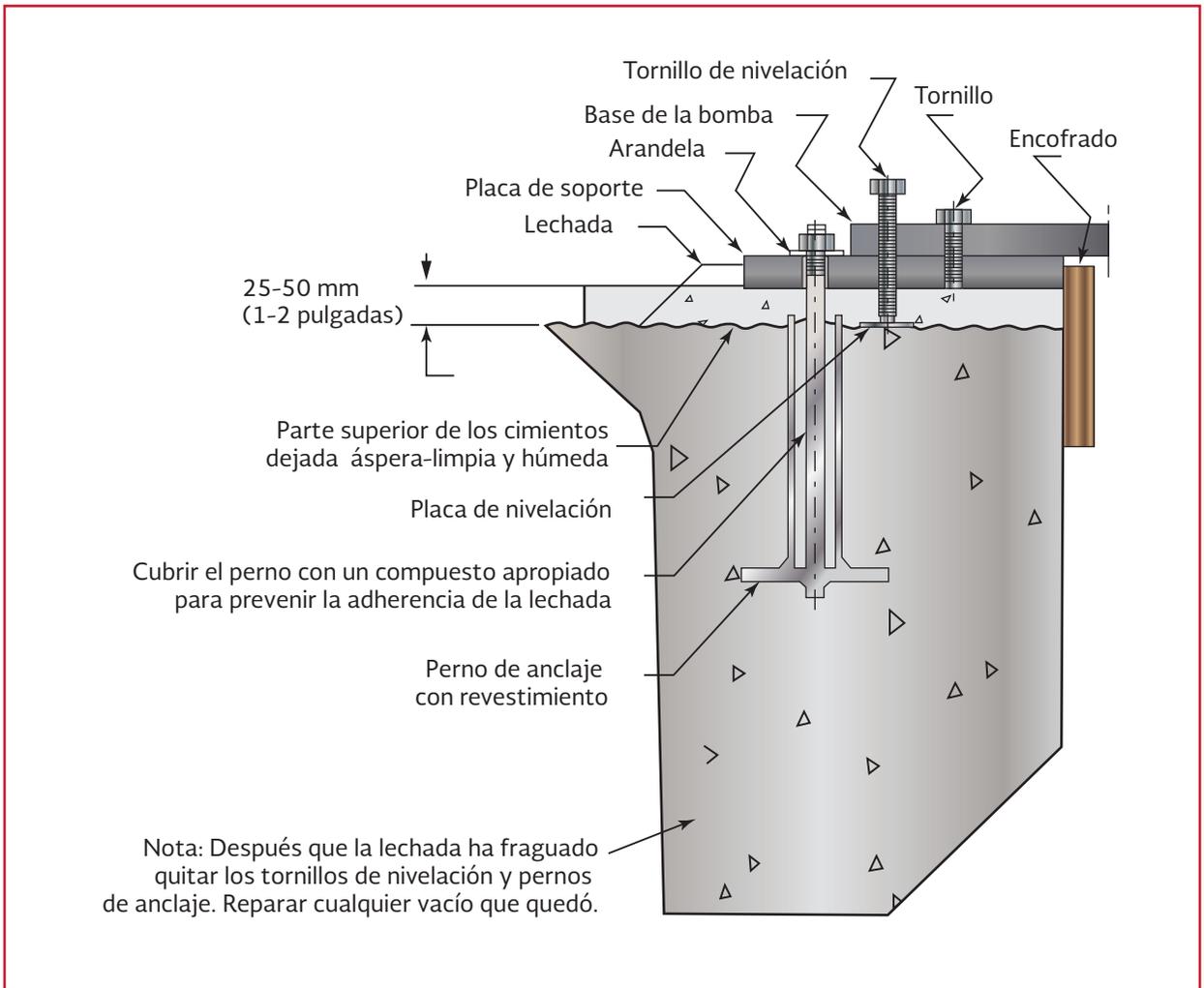
- 2 Impulsor
- 6 Flecha de la bomba
- 8 Anillo de impulsor
- 10 Flecha del cabezal
- 12 Flecha central
- 15 Tazón de descarga
- 32 Seguro del impulsor
- 39 Manga del cojinete
- 40 Deflector
- 55 Campana de succión
- 64 Collarín protector
- 66 Tuerca de ajuste de la flecha
- 70 Acoplamiento de la flecha
- 77 Lubricador
- 79 Soporte de lubricador
- 81 Pedestal del motor
- 82 Retén del anillo de empuje
- 85 Tubo de cubierta de la flecha
- 86 Reten del anillo de división
- 93 Abrazadera sombrilla
- 95 Succión de sombrilla (opcional)
- 97 Revestimiento de tazón
- 101 Tubo de columna
- 103 Cojinetes encapsulado de la flecha
- 105 Codo de descarga
- 129 Placa de soporte
- 131 Protector de acoplamiento
- 161 Prueba de descarga
- 167 Válvula de admisión y expulsión de aire
- 183 Placa de tensión del tubo
- 185 Placa de tensión del tubo



Vista exterior de bomba

Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.9 Configuración típica de tornillos de base, pernos de nivelación y detalles de anclaje



Referencia: ANSI/HI 2.4

Ilustración 10.10 Bombas verticales de una etapa o multietapas de difusor tipo bote o barril (VS6)

Motor, diseño de flecha sólida vertical

Ventilación

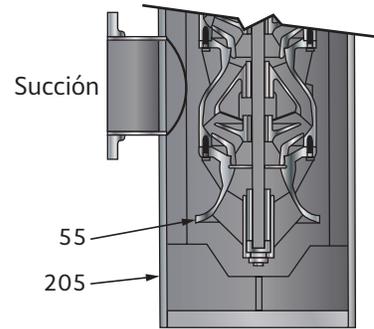
Succión

Descarga

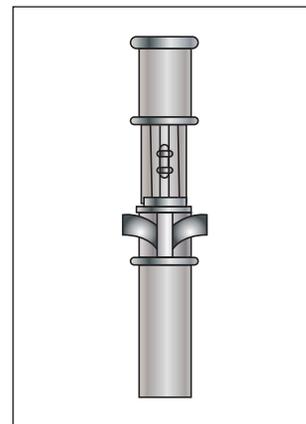
Álabes guía

Boquilla de succión en cabezal de descarga

- 2 Impulsor
- 6 Flecha de la bomba
- 8 Anillo del impulsor
- 39 Manga del cojinete
- 42 Acoplamiento por parte del motor
- 44 Acoplamiento por parte de la bomba
- 46 Seguro de acoplamiento
- 55 Campana de succión
- 66 Tuerca de ajuste de la flecha
- 73 Empaque
- 80 Sello mecánico, del elemento giratorio
- 84 Seguro del collarín del impulsor
- 86 Retén del anillo de división
- 87 Cámara de sellado
- 88 Separador de acoplamiento
- 89 Sello mecánico
- 101 Tubo de columna
- 131 Protector de acoplamiento
- 161 Conexión de descarga
- 187 Cabezal de descarga superficial
- 193 Cojinete de sujeción de la flecha
- 199 Tazón intermedio
- 205 Barril o bote de succión
- 213 Anillo de tazón



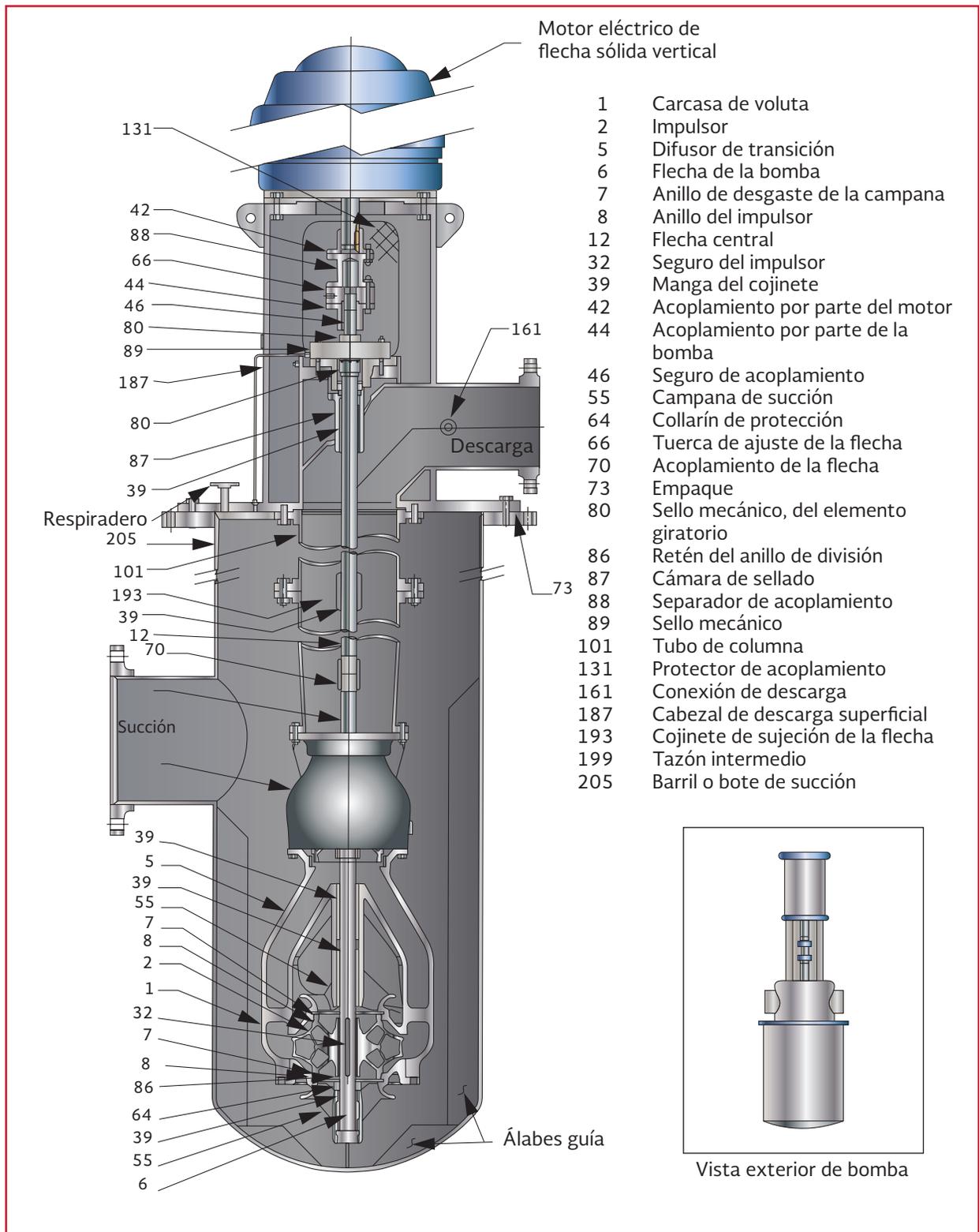
Boquilla de succión en barril



Vista exterior de bomba

Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

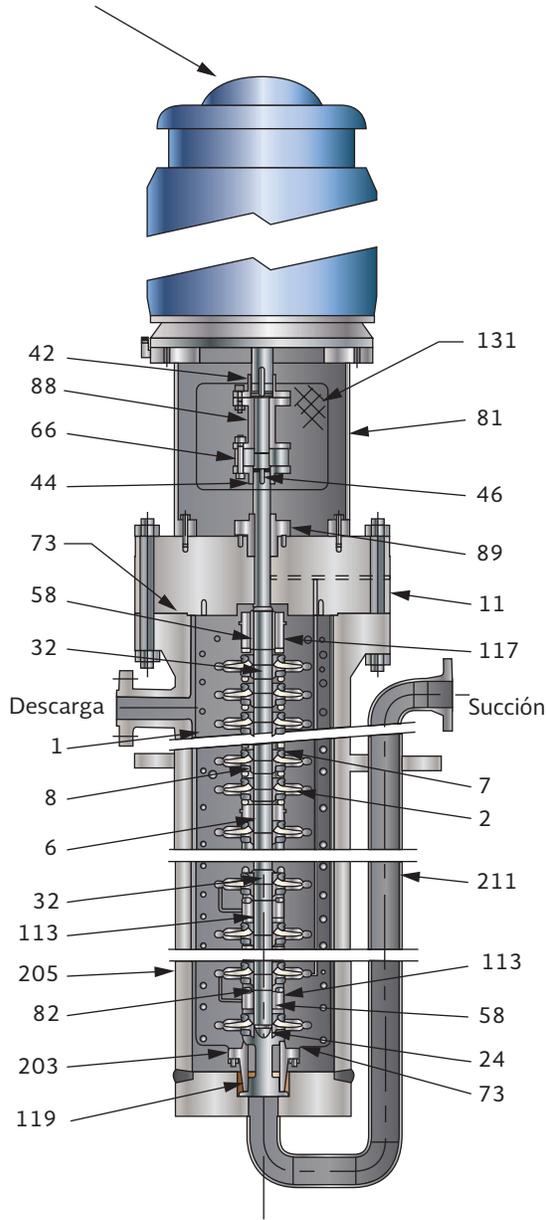
Ilustración 10.11 Bomba doble succión de una etapa o multietapas tipo barril (VS7)



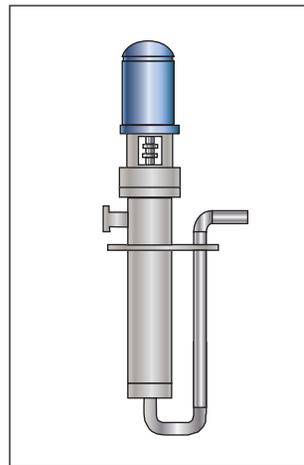
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.12 Bomba vertical de multietapas de voluta o espiral (doble carcasa) tipo barril (VS7a)

Motor eléctrico de
flecha sólida vertical



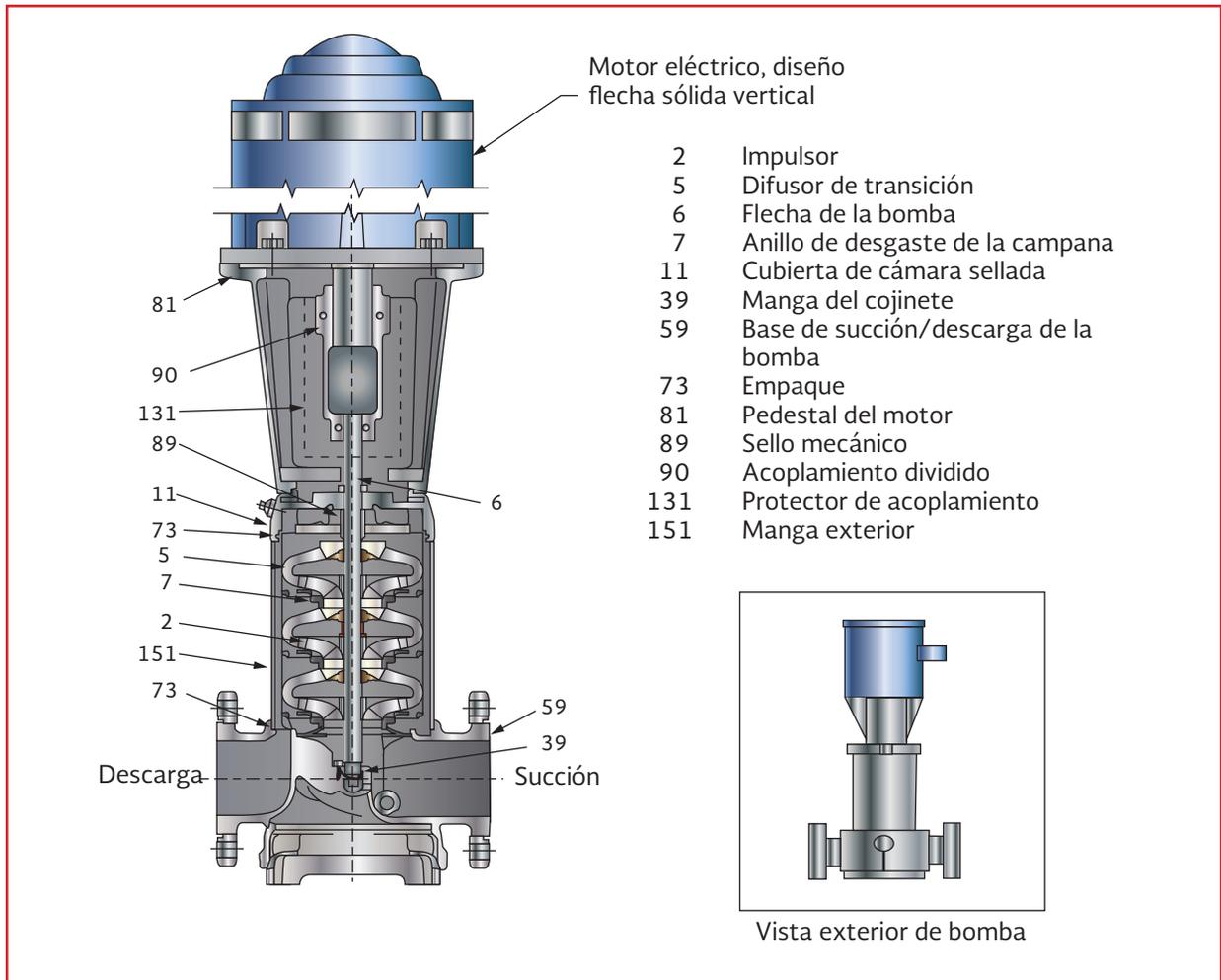
- 1 Carcasa de voluta
- 2 Impulsor
- 6 Flecha de la bomba
- 7 Anillo de desgaste de la campana
- 8 Anillo del impulsor
- 11 Cubierta de la cámara sellada
- 24 Tuerca del impulsor
- 32 Seguro del impulsor
- 42 Medio de acoplamiento del motor
- 44 Medio de acoplamiento de la bomba
- 46 Llave de acoplamiento
- 58 Manga entre etapas
- 66 Tuerca de ajuste de la flecha
- 73 Empaque
- 81 Pedestal del motor
- 82 Retén del anillo de empuje
- 88 Separador de acoplamiento
- 89 Sello mecánico
- 113 Casquillo entre etapas
- 203 Carcasa de succión
- 205 Barril
- 117 Buje reductor de presión
- 119 Anillo
- 131 Protector de acoplamiento
- 205 Barril o bote de succión
- 211 Tubería de succión



Vista exterior de bomba

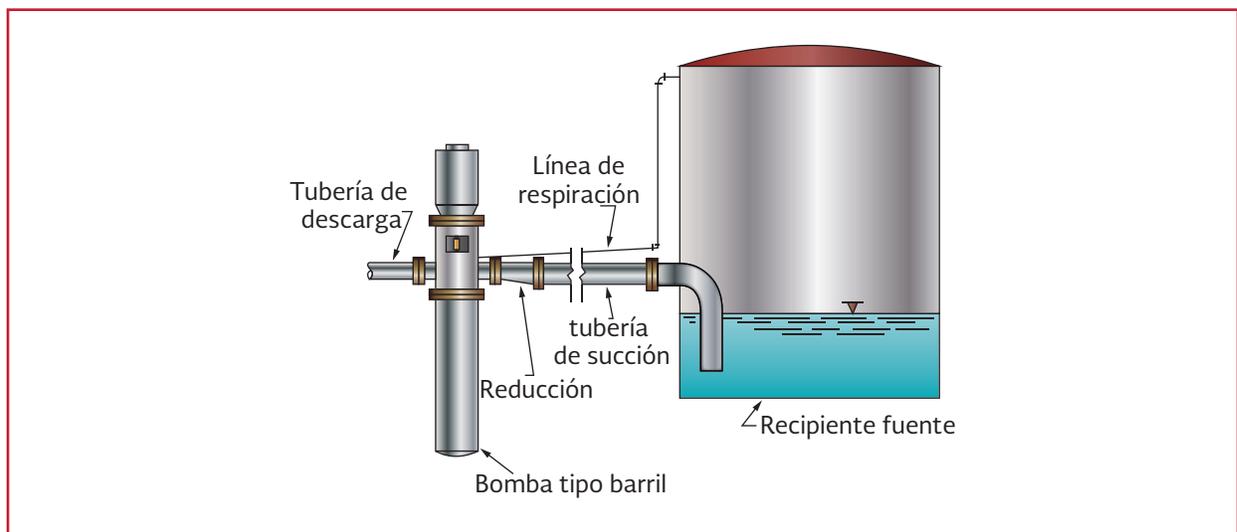
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.13 Bomba vertical de difusor de carcasa en línea (VS8)



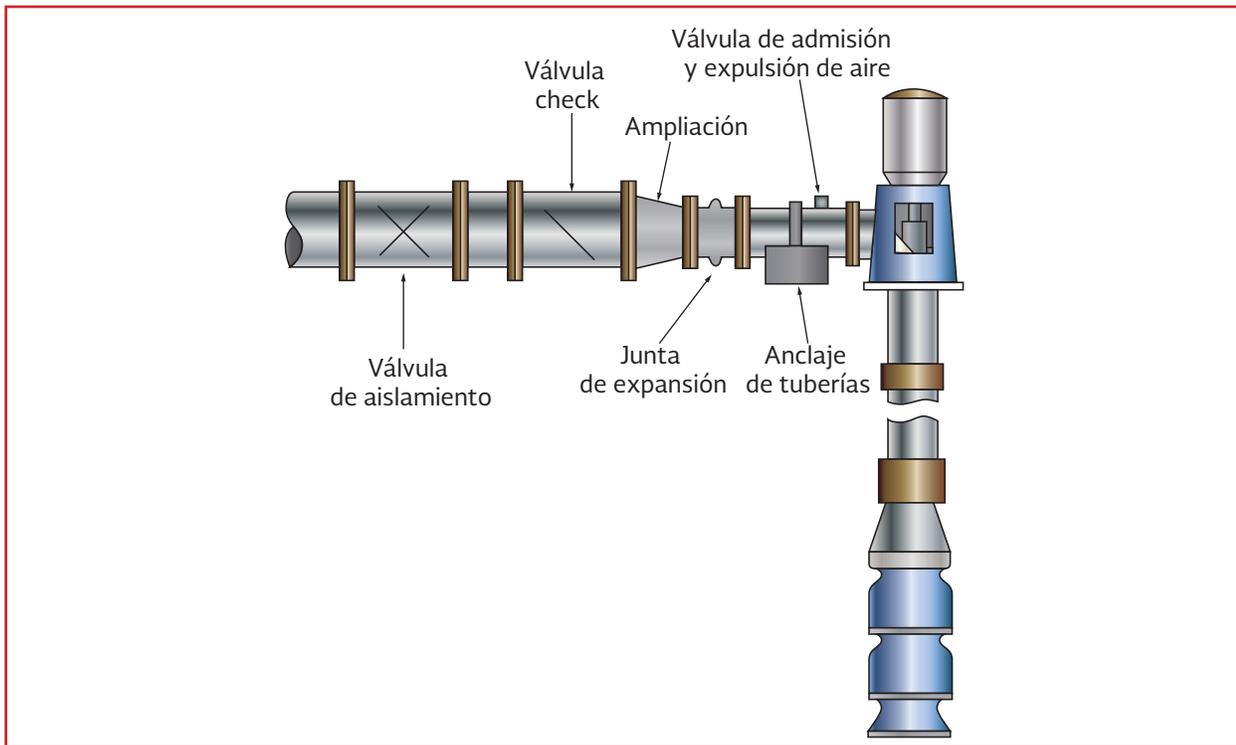
Fuente: ANSI/HI 2.1-2.2

Ilustración 10.14 Sistema de bombeo con reducción excéntrica en tubería de succión



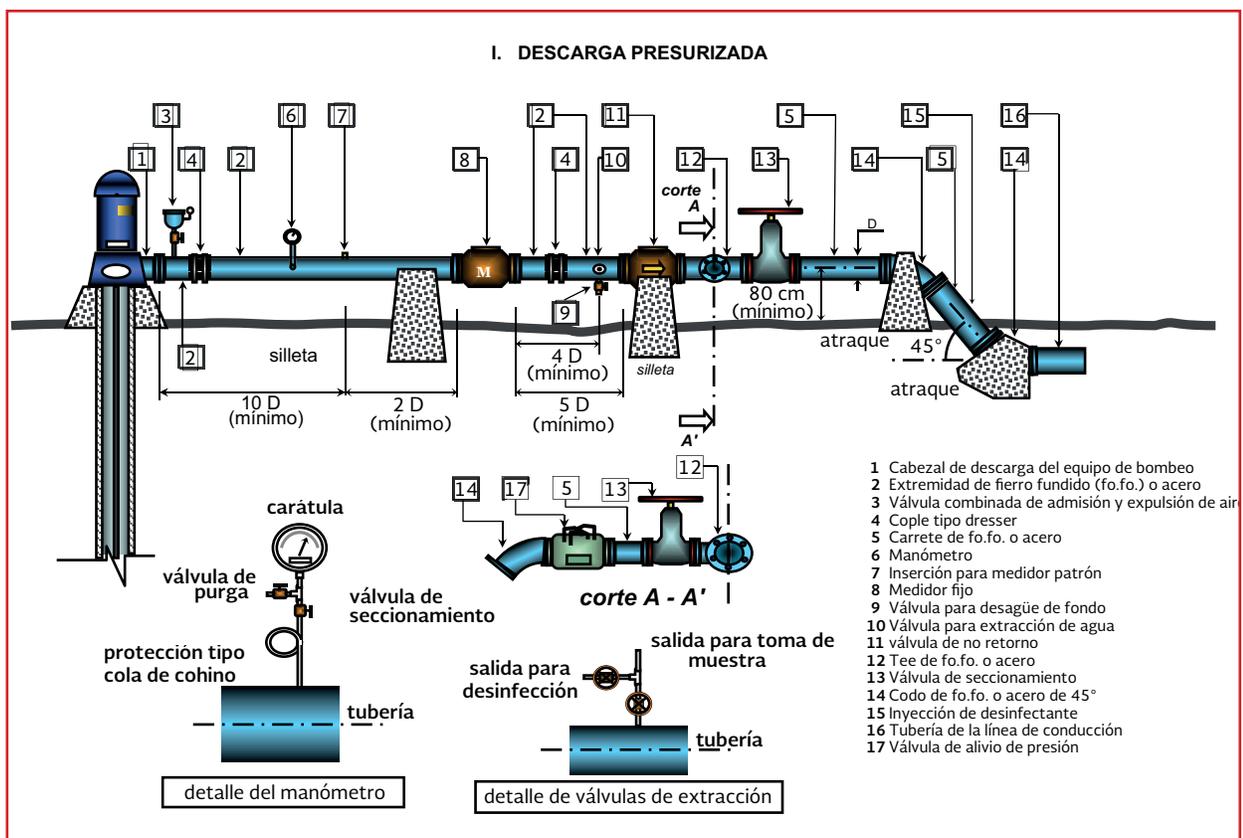
Fuente: ANSI/HI 2.4

Ilustración 10.15 Sistema de bomba con junta de expansión en tubería de descarga



Fuente: ANSI/HI 2.4

Ilustración 10.16 Tren de descarga tipo para pozo profundo



10.1.3. PARTE ELÉCTRICA

Se deben ubicar conductos y cajas eléctricas para evitar la obstrucción de las ventanas del cabezal de descarga. Estos conductos y cajas deben ser dimensionados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante junto con todas las normas y estatutos correspondientes locales.

Para lograr un arranque suave del equipo de bombeo se pueden conectar autotransformadores al panel de arranque o arrancadores de estado sólido utilizados. Estos proporcionan un incremento gradual en el voltaje hasta la tensión nominal, asegurando una aceleración uniforme.

Muchos fabricantes producen cable diseñado para usar con motores sumergibles. El tipo de cable exacto para ser utilizado es generalmente especificado por el fabricante de la bomba o seleccionado por el instalador.

Pueden ser tres conductores individuales torcidos o tres conductores sellados en una envoltura circular común. El aislamiento alrededor del conductor deberá ser de tipo RW, RUW, TW o su equivalente, especificando en el forro su uso bajo el agua. El uso de cable conductor sólido o trenzado es opcional. El uso de cable de cobre es preferido.

Protección contra rayos y sobretensiones para motores sumergibles

Aun cuando los motores sumergibles son más vulnerables a daños por rayos y sobretensiones que cualquier otro motor de bomba, los pararra-

ayos, cuando son correctamente seleccionados e instalados pueden proporcionar una protección a bajo costo. La necesidad de pararrayos es mayor en las instalaciones de bombeo que están distantes del circuito de alimentación primaria y en las zonas donde ocurren tormentas eléctricas frecuentemente. Las líneas eléctricas son sujetas a sobretensiones muy altas causadas por cambios de cargas y tormentas eléctricas. Una correcta selección de supresores de sobretensión puede proporcionar protección contra daños al motor.

Control, monitoreo y equipo de alarma

Todos los controles y sistemas de alarma, que pueden ser eléctricos, hidráulicos o neumáticos, deben ser revisados para su correcta instalación y funcionamiento de acuerdo con el manual de instrucciones. Todas las configuraciones de alarma deben ser verificadas.

Una vez iniciado el bombeo, el nivel del agua en el pozo disminuirá. Sin embargo, una excesiva disminución puede causar que la unidad, ya sea de flecha o sumergible, rompa la succión, resultando en daño potencial a la bomba. La instalación de relés de mínima corriente en las líneas de alimentación normalmente proporcionará protección contra tales sucesos.

Es recomendado un manómetro en la descarga de la bomba para supervisar la operación de la bomba.

Las bombas horizontales son de diseño compacto que permite el fácil acceso para la instalación de la mayoría de sus componentes.

10.2. BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES TIPO BOTE O BARRIL

10.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las bombas centrífugas verticales tipo bote están dedicadas a la operación sumergida y están desarrolladas para bombear, generalmente, agua entre tanques de almacenamiento. Estas bombas están diseñadas con una flecha que pueda fácilmente subirse o bajarse desde arriba para permitir el ajuste apropiado de la posición del impulsor en el tazón. La Ilustración 10.10, Ilustración 10.11 e Ilustración 10.17 muestra una bomba centrífuga vertical tipo bote con línea de flecha abierta (lubricación con agua). El diseño de este tipo de bombas incluye, generalmente, la utilización de un motor de flecha sólida.

10.2.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

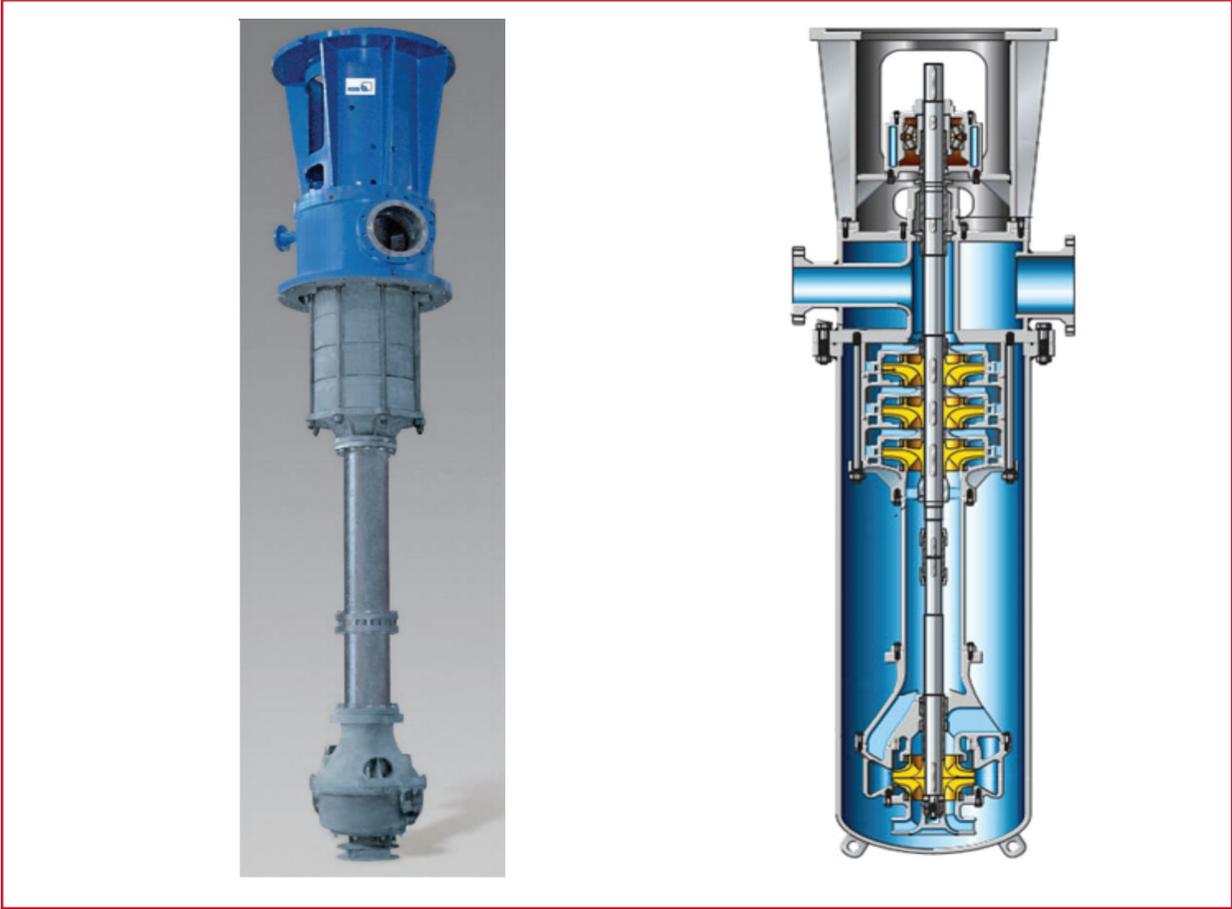
El proceso completo de instalación de una bomba vertical tipo bote incluye los siguientes puntos:

1. Identificar y revisar las partes: Debe efectuarse una inspección visual de cada uno de los ensambles o partes de la bomba, esta actividad debe ser acompañada con una identificación e inventario de partes
2. Instalar el barril
3. Instalar el ensamble de tazones
 - a) Sujetar los elevadores al ensamble de tazones y levantarlo a una posición directamente sobre la cimentación
4. Instalar el ensamble de columna
 - a) Sujetar la sección inferior de columna, con una cuerda y dar una vuelta alrededor del tubo y otra vuelta alrededor de la flecha
 - b) Levantar la columna completa y la flecha ensamblada a una posición vertical directamente sobre el tazón de descarga
 - c) Tener cuidado de prevenir deslizamiento o cabeceo de la flecha, cuando se levanta el conjunto
5. Acoplar las flechas y columna intermedia
 - a) Limpiar las cuerdas de las flechas de la bomba e intermedia
 - b) Bajar el ensamble de columna para acoplar la flecha intermedia con la flecha de la bomba. Es importante mencionar que las flechas tienen cuerda izquierda. En este proceso, se deben sujetar firmemente las flechas teniendo el cuidado de no dañarlas con las llaves utilizadas para la sujeción
 - c) Verificar que las caras de las bridas estén limpias y con una capa ligera de grasa
 - d) Levantar la columna completa de tal forma que se puedan remover los elevadores inferiores
 - e) Bajar el conjunto hasta que los elevadores superiores se apoyen sobre la cimentación
 - f) Verificar que la flecha se encuentre centrada en el tubo de columna. En

- caso contrario, se debe corregir esta condición, debido a que seguramente la flecha pudo haber sufrido de una flexión durante la etapa de montaje
- g) Instalar el ensamble de portachumacera y chumacera de hule (componente bridado) en el tubo de columna
 - h) Bajar el siguiente tramo de tubo de columna
 - i) Acoplar las bridas del tubo de columna. Es necesario verificar que los registros hembra y macho de las bridas coincidan entre si y queden a tope, para que los barrenos para los tornillos también queden alineados. Durante el acoplamiento de bridas los tornillos deben colocarse con la cabeza hacia arriba
6. Instalar el cabezal de descarga
 - a) Verificar que se haya instalado el último tubo de columna, generalmente llamado tubo de columna superior
 - b) Limpiar la superficie de la brida de columna que estará en contacto con el cabezal de descarga de la bomba
 - c) Aplicar una capa de silicón o una junta entre la brida de columna y el cabezal de descarga de la bomba
 - d) Levante el cabezal de descarga hasta una posición en donde quede sobre la base de cimentación
 - e) Bajar el cabezal de descarga de la bomba hasta que se apoye sobre la base de la cimentación
 - f) Instale las tuercas de fijación del cabezal de descarga a la base de cimentación sin apretar
 7. Instalar el ensamble de sellos mecánicos
 8. Nivelar el cabezal de descarga
 - a) Nivelar y ajustar el cabezal de descarga de tal forma que la flecha superior quede en posición vertical. La superficie que estará sobre la cimentación debe apoyarse sobre calzas de metal o cuñas de metal. Las piezas de soporte deben colocarse cerca de pernos de la cimentación
 - b) Apretar las tuercas de los tornillos de la cimentación, una vez nivelado el cabezal de descarga
 9. Instalar el motor eléctrico. El procedimiento general para el montaje de un motor de flecha sólida es el siguiente:
 - a) Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos o ganchos
 - b) Revisar que las superficies del cabezal de descarga, base de instalación del motor, estén limpias y libres de elementos extraños
 - c) Instalar la mitad inferior del cople, roscándolo totalmente en la flecha superior
 - d) Instalar la mitad superior del cople, el anillo retén bipartido y la cuña en la extensión de la flecha del motor
 - e) Levantar el motor sobre el cabezal de descarga
 - f) Orientar y bajar el motor, colocarlo sobre el cabezal de descarga o pedestal de la bomba, alinear los tornillos de fijación de ambos elementos
 - g) Verificar el alineamiento angular de las dos mitades del cople
 - h) Colocar los tornillos para fijar el motor al cabezal de descarga o pedestal, sin apretar (flojos)
 - i) Verificar el sentido de rotación del motor, el cual debe ser contrario a

- las manecillas del reloj, visto desde la parte superior del motor. Cabe mencionar que acción debe realizarse antes de unir las dos mitades del cople
- j) Efectuar el alineamiento longitudinal (vertical) del acoplamiento:
- Colocar un indicador de carátula sobre la extensión de la flecha sólida del motor
 - Ajustar el indicador, haciendo contacto con la flecha superior
 - Girar lentamente con la mano la flecha del motor, y registre las lecturas en cuatro puntos opuestos (generalmente a 0°, 90°, 180° y 270°), para determinar la posición relativa entre la flecha del motor y la flecha superior de la bomba
 - Ajustar la posición del motor sobre el cabezal de descarga o pedestal de acuerdo a las lecturas del indicador de carátula, hasta obtener el alineamiento vertical de las flechas
- k) Girar la mitad inferior del cople sobre la flecha superior de la bomba hasta que la distancia entre las dos mitades sea de aproximadamente 19.05 mm del juego axial de la bomba y coloque la cuña
- l) Colocar los tornillos que unen las dos mitades del cople y apriete firmemente
- m) Verificar nuevamente el alineamiento de las flechas
10. Ajustar los impulsores
- a) Levantar los impulsores hasta que giren libremente
 - b) Ajustar los impulsores. Para el ajuste de los impulsores deben seguirse las recomendaciones del fabricante de la bomba
11. Efectuar la conexión eléctrica del motor
- a) Conectar las terminales del motor a los conductores del arrancador
 - b) Arrancar el motor de forma instantánea para verificar el sentido de rotación; generalmente, en sentido contrario a las manecillas del reloj (visto desde la parte superior). En caso de que el sentido de rotación sea incorrecto, intercambie dos de las tres terminales conectadas (para motores trifásicos). Después de realizar el cambio, verifique nuevamente el sentido de rotación

Ilustración 10.17 Bombas centrífugas verticales tipo bote o barril



10.3. BOMBAS RECIPROCANTES DE POTENCIA TIPO PISTÓN

10.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En la Ilustración 10.18 e Ilustración 10.19 se muestra bomba recíproca horizontal de potencia tipo pistón.

10.3.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

10.3.2.1. Cimentación

Las bombas pequeñas pueden colocarse sobre el piso o superficies de soporte, considerando que sean fuertes y que soporten un 150 por ciento del total del peso de la unidad, incluyendo la unidad motriz. Para la cimentación de bombas medianas y grandes, la cimentación deberá reforzarse con concreto, esta capa deberá ser de 30.48 cm sobre el nivel medio del piso, ver Ilustración 10.9.

10.3.2.2. Pernos de cimentación

La camisa de los pernos deberá ser de un diámetro de 2 o 3 veces mayor para permitir la variación de las partes de la bomba o base del plato. No tape las camisas con la lechada hasta que la unidad completa sea alineada y nivelada.

10.3.2.3. Equipo y herramientas para instalación

La instalación de una bomba centrífuga vertical requiere de la utilización de un equipo de elevación como tripies, grúas, malacates y camiones

grúa, los cuales deben tener la altura suficiente para el montaje de las diferentes secciones o ensamblajes de la bomba. Entre las herramientas que pueden requerirse para la instalación se encuentran los cables de acero, cadenas, llaves de estrías, llaves españolas, abrazaderas, graseras y brochas.

10.3.2.4. Instalación de la bomba

1. Si la bomba se ubica en un cárcamo, deberá hacerse una protección a la bomba contra el agua, en caso de alguna filtración o inundación
2. Al montar la bomba considere un espacio suficiente para remover los pistones, varillas, o cigüeñales, o para el mantenimiento
3. Al montar la bomba considere un espacio suficiente para el mantenimiento
4. Al apoyar, nivelar y fijar la bomba a la cimentación, se debe vigilar que no se altere el alineamiento de la unidad
5. Se recomienda que para el montaje de bombas grandes éste se realice en secciones, y bajo la supervisión de un instalador competente

10.3.2.5. Nivelación de la unidad

1. Dejar un espacio de 19.05 a 25.4 mm entre la placa de base y la cimentación para el vaciado de la lechada
2. Ajuste los soportes de metal o cuñas hasta que los ejes de la bomba y del elemento motriz estén a nivel
3. Conectar el cople, generalmente de tipo flexible, hasta que las operaciones de alineación se hayan terminado
4. Verificar que las caras de acoplamiento sean paralelas

5. Verificar que las bridas de succión y descarga de la bomba tengan una correcta posición horizontal o vertical, según sea el caso, utilizando un nivel

10.3.2.6. Instalación de empaquetaduras

Las bombas reciprocantes cubren una gama muy amplia de aplicaciones de bombeo y los estilos y los materiales de los empaques difieren mucho. La instalación de una empaquetadura (en caso de efectuarse en campo) incluye:

1. Extraer el empaque viejo completamente
2. Limpiar perfectamente la superficie de la barra o varilla del pistón
3. Reponer las empaquetaduras
4. Revisar el estopero para asegurarse que está en condiciones aceptables
5. Revisar que la empaquetadura nueva sea del tipo adecuado para el líquido, presión y temperatura de operación
6. Insertar cada anillo de empaquetadura por separado, empujándolo y asentando firmemente dentro de la caja. Los anillos de empaque sucesivos deberán girarse para que sus juntas queden separadas 120 o 180 grados

Generalmente los empaques del pistón son instalados por el fabricante de la bomba y en fábrica. Sin embargo, a continuación se incluyen algunos aspectos o recomendaciones.

Empaque hidráulico

El llamado empaque hidráulico está localizado en la cabeza del pistón. En la instalación, el empaque de lona deberá ser aplicado dando

buena profundidad con presión relativamente baja para mantener la elasticidad:

1. Los empaques deberán sumergirse en agua tibia antes de su instalación (8 horas)
2. Cuando se instala un empaque en forma de rollo, se debe cortar a la longitud adecuada que ocupará en el diámetro interior del cilindro, o también de tal forma que tenga el tamaño exacto del diámetro interior del cilindro
3. El claro de orillas será de 1.587 mm cuando el ancho del empaque sea menor de 76.2 mm, y de 3.175 para anchos mayores de 76.2 mm

10.3.2.7. Instalación de pistones

Pistones tipo copa

Procedimiento de instalación de pistones de copa incluye:

1. Asegurar que exista un claro suficiente en pared interior de la copa y el diámetro exterior del seguidor del disco y la cabeza del pistón
2. Verifique que la superficie cilíndrica esté lisa y sin desgastar
3. Empuje la varilla del pistón lo suficiente dentro del cilindro para permitir introducir la cabeza del pistón en la superficie cilíndrica
4. Coloque la cabeza del pistón sobre la varilla fijando el resalto de la varilla
5. Insertar el primer empaque de copa sujetando la copa horizontalmente hasta que el reborde haya entrado en el cilindro

6. Colocar en posición vertical el ensamble
7. Deslice el disco espaciador sobre la varilla del pistón y apriete en contra de la primera copa
8. Inserte la segunda copa. Repita el procedimiento hasta completar el número total de copas
9. Apretar la tuerca de la varilla del pistón, pero sin deformar la última copa

10.3.2.8. Conexión al elemento motriz

En el caso en que se transmita la potencia del elemento motriz a la flecha de la caja de engranes a través de bandas, se recomienda seguir las siguientes acciones durante la instalación:

1. Evitar torcer o forzar las bandas sobre las ranuras. Esto evitará que se rompan las cuerdas y que se deforme la estructura
2. Mantener las bandas limpias y libres de aceite o grasa
3. Alinear las flechas, verificando que éstas están paralelas y que la banda esta perpendicular a estas flechas
4. Verificar que las poleas estén alineadas de tal forma que los bordes de las mismas formen un ángulo recto con los ejes longitudinales de las flechas
5. Separar las poleas hasta obtener una tensión adecuada de la banda. También se debe verificar que la banda no toque el fondo de la ranura de la polea
6. Verificar la tensión de la banda después de los primeros días de operación del equipo

10.3.2.9. Pruebas y Puesta en Servicio

En esta sección se incluyen las pruebas y verificaciones que deben considerarse para la puesta en servicio de una bomba recíprocante.

Verificación de Alineamiento

Debe verificarse la alineación entre el motor y la bomba. El primer paso es el de asegurarse que giren libremente tanto el rotor o flecha de la bomba como el impulsor. Se debe colocar una regla recta a través del acoplamiento por un lado y por arriba; al mismo tiempo, las caras de las mitades del acoplamiento deberán verificarse con un medidor cónico de espesores o con un calibrador de hojas, para saber si las caras están paralelas. Se tendrá un alineamiento adecuado cuando la distancia entre las caras es la misma en todos los puntos y una regla recta asiente bien en cualquier punto de los cantos. En el caso en que las caras no sean paralelas, tanto el medidor de espesores como el calibrador de hojas mostraran una diferencia en distintos puntos. Por otra parte, si un acoplamiento está más alto que otro, la cantidad de desalineamiento puede determinarse utilizando una regla recta y los calibradores de hojas.

Pruebas de Funcionamiento

En campo, generalmente no se cuenta con toda la instrumentación para efectuar una prueba en donde se verifique el comportamiento completo de la bomba. Sin embargo, basado en la información del fabricante, como la curva de comportamiento, el equipo debe cumplir operar bajo determinadas condiciones para garantizar el buen funcionamiento de la instalación. Existen dos parámetros que determinan el punto (en la curva de comportamiento) de operación de una bomba: la carga total y el gasto o caudal. En vista de que la mayoría de las instalaciones cuentan con medidor de caudal, la tarea restante consiste en la determinación de la carga total. Conociendo esta última, la prueba de verificación del funcionamiento se realiza al localizar la intersección de estas dos variables en la curva del fabricante, la cual debe estar muy próxima al punto de diseño de la bomba.

Ilustración 10.18 Bomba tipo pistón

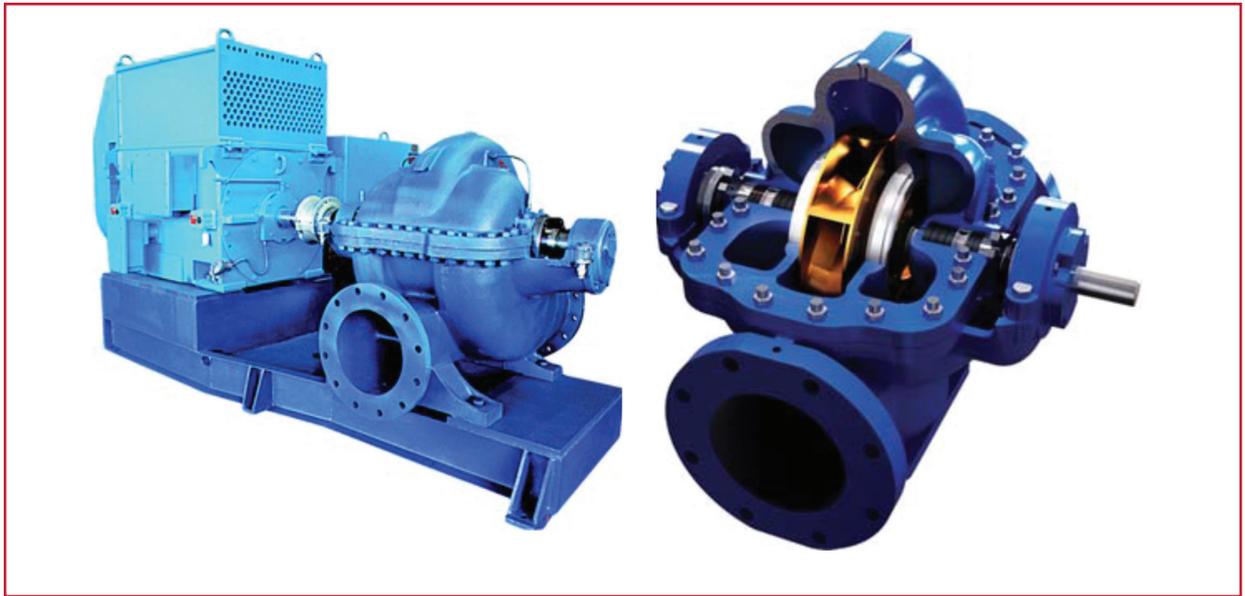
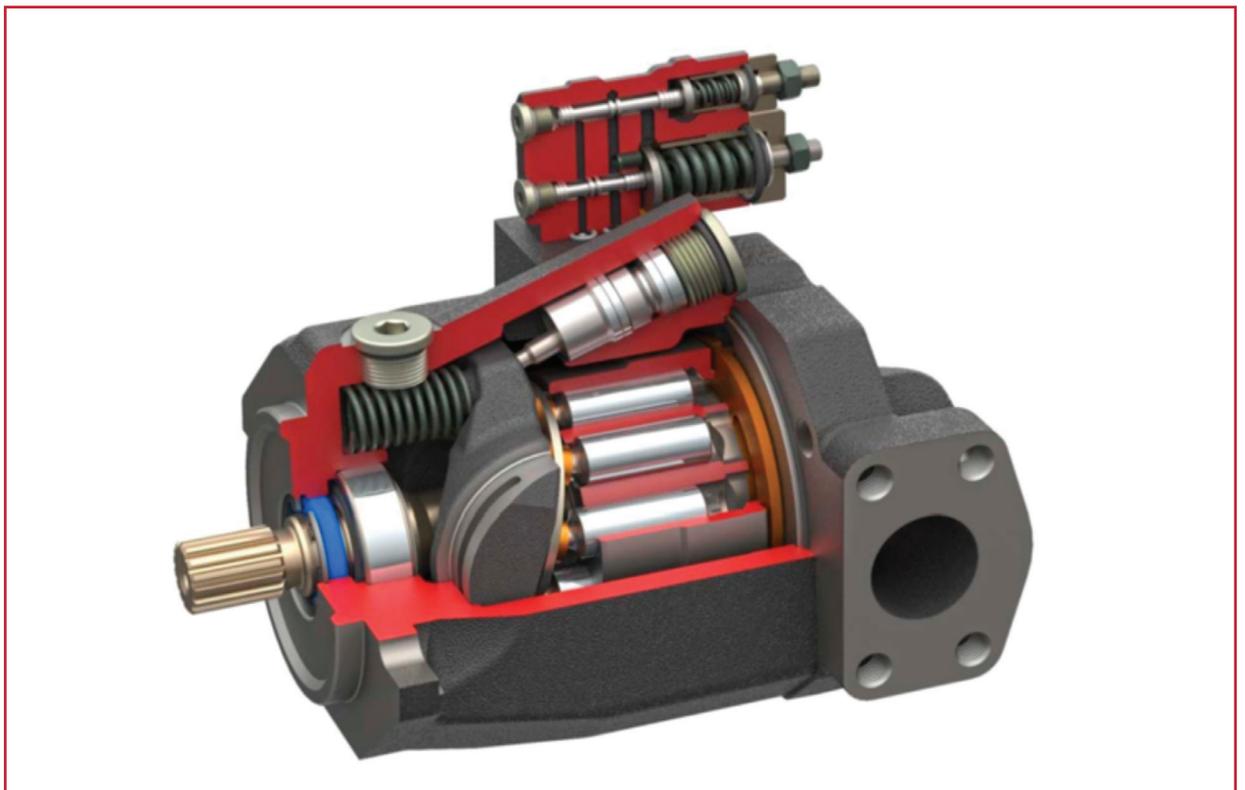


Ilustración 10.19 Bomba recíproca tipo pistón lado líquido



10.4. BOMBAS TIPO ARIETE

10.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En la Ilustración 10.20 e Ilustración 10.21 se muestra una fotografía y un esquema típico de una bomba tipo ariete. El principio de funcionamiento de la bomba se basa en la transformación repentina de la energía cinética del agua a una energía de presión, provocada por el cierre instantáneo de una válvula en un ducto cerrado, fenómeno conocido como golpe de ariete.

10.4.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Generalmente, las bombas tipo ariete que son instaladas adecuadamente, deben operar satisfactoriamente durante períodos prolongados de tiempo.

Los procedimientos de instalación deben apearse a las instrucciones del fabricante antes de su puesta en servicio. Sin embargo en esta sección se indican los aspectos que deben considerarse.

10.4.3. INSPECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PARTES

Inspección visual de cada uno de los ensambles o partes de la bomba, esta actividad debe ser acompañada con una identificación e inventario de partes.

10.4.3.1. Cimentación

La cimentación es una estructura rígida para proporcionar un soporte rígido permanente a toda el área de la plancha de la base y para absorber cualquier esfuerzo.

Cimentación de concreto

Cabe mencionar que una buena cimentación de concreto se desplanta desde el suelo firme. Durante la construcción de la cimentación, se debe dejar un margen para poner lechada de concreto entre la superficie áspera del concreto y la cara inferior de la placa base (si es el caso). En el caso que la bomba sea muy grande, ésta puede montarse directamente sobre la cimentación

Pernos de anclaje

El espacio requerido por la bomba y la colocación de los pernos de anclaje se determinan con los planos suministrados por el fabricante. Cada perno de cimentación deberá rodearse de una camisa de tubo, de diámetro tres o cuatro veces mayor que la del perno. Una vez colada la cimentación de concreto, el tubo queda fijo mientras que el perno podrá moverse para ajustarse al agujero de la placa de la base.

10.4.3.2. Instalación de tubería de succión y descarga

1. Verificar que la bomba se encuentra correctamente instalada
2. Instale la tubería de succión a la brida de succión de la bomba, verificando el correcto alineamiento (tanto angular como paralelo) de las bridas. En caso de contar con un canal debe proporcionarse la adecuada instalación para que el líquido sea

- dirigido hacia la brida de succión
3. Instale la tubería de descarga a la brida de descarga de la bomba, verificando el correcto alineamiento (tanto angular como paralelo) de las bridas

10.4.3.3. Pruebas y Puesta en Servicio

1. Debe verificarse que se cuente con el adecuado suministro de agua a la línea de succión de la bomba
2. Debe verificarse que no existan cuerpos extraños que afecten el funcionamiento de la bomba

Ilustración 10.20 Bomba tipo ariete

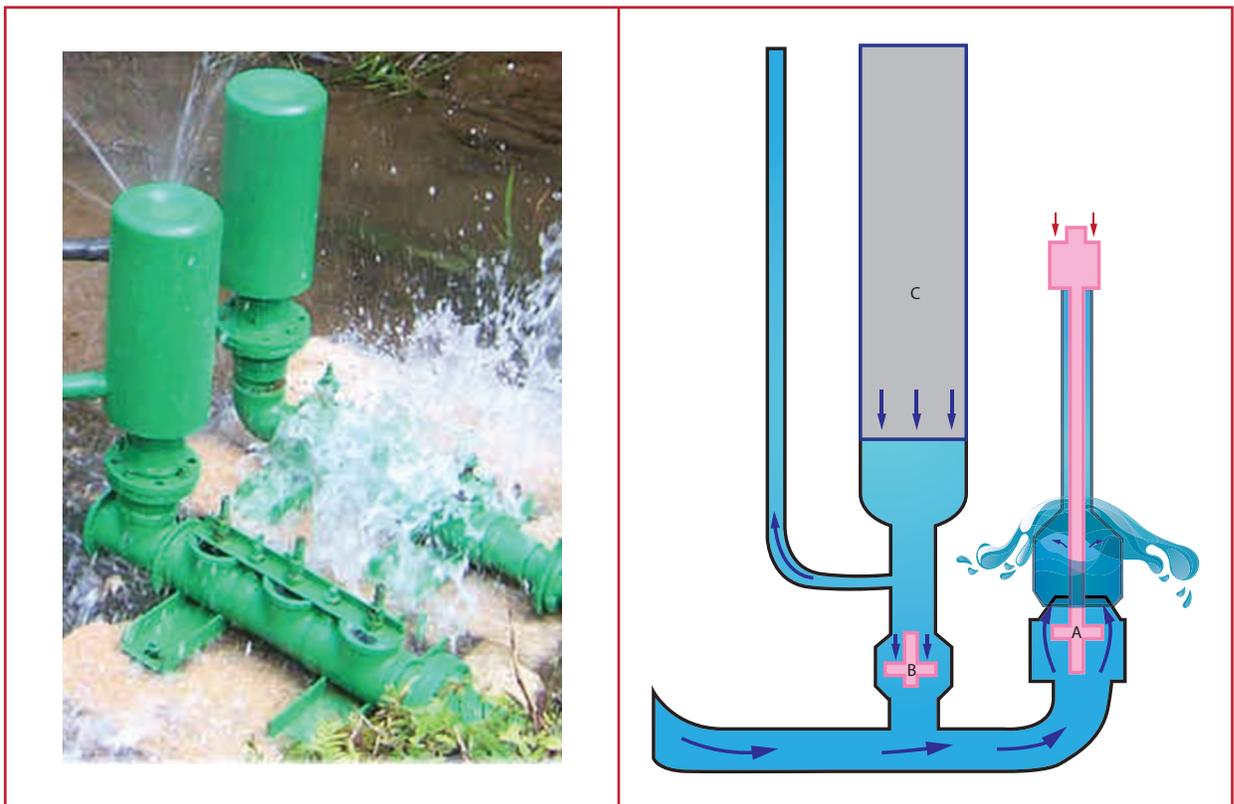
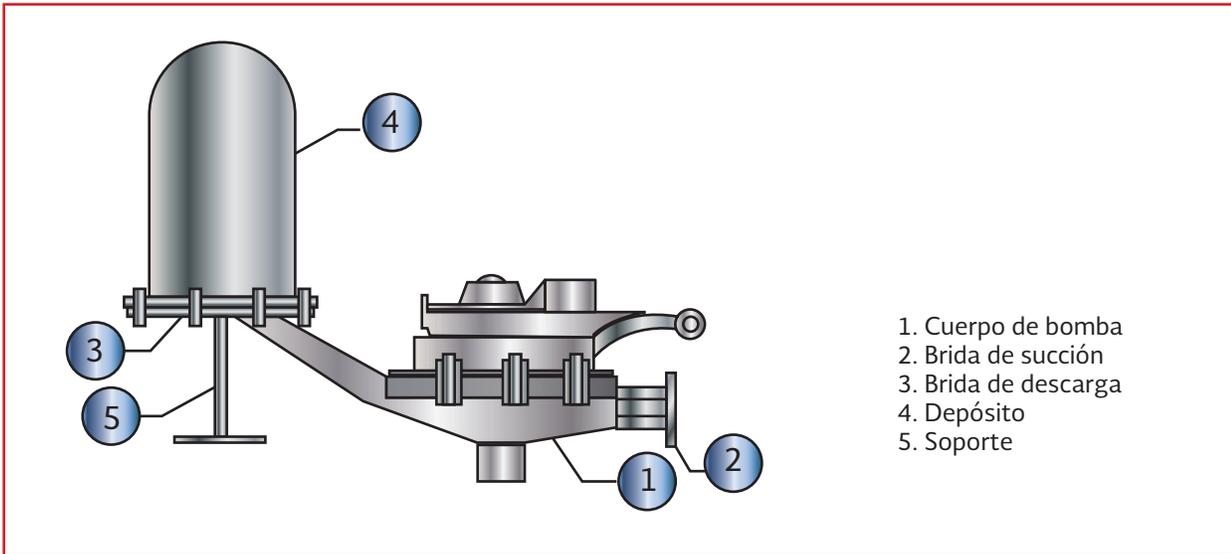


Ilustración 10.21 Esquema típico de una bomba tipo ariete



11

BOMBAS PARA AGUAS RESIDUALES

11.1. BOMBAS ROTATORIAS TIPO TORNILLO

11.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

En la Ilustración 11.1 e Ilustración 11.2 se muestra un esquema típico y fotografías de bombas tipo tornillo. En este tipo de bombas, cuando gira el elemento de bombeo, se abre en el lado de entrada para producir vacío que se llena con el líquido que entra. Al seguir la rotación del rotor el líquido se encierra entre el elemento de bombeo o entre el elemento y el cilindro. En este momento, el rotor está a la presión de entrada hasta que se abre la parte encerrada hacia el conducto de salida.

11.1.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Generalmente, las bombas rotatorias que son instaladas adecuadamente deben operar satisfactoriamente durante períodos prolongados de tiempo. Dadas las diferencias en diseño y materiales de construcción de las bombas rotatorias tipo tornillo, los procedimientos de instalación deben apegarse a las instrucciones del fabricante antes de su puesta en servicio. Sin embargo en esta sección se indican los aspectos principales que deben considerarse.

11.1.2.1. Inspección e identificación de partes

Inspección visual de cada uno de los ensambles o partes de la bomba, esta actividad debe ser acompañada con una identificación e inventario de partes.

11.1.2.2. Cimentación

El diseño de la cimentación, pernos y placas de anclaje deberá realizarse de acuerdo con las recomendaciones proporcionadas por el fabricante en los dibujos e instructivos de montaje e instalación del equipo, ver Ilustración 10.9.

11.1.2.3. Nivelación

1. Verificar que las superficies de la placa de base que se colocarán sobre la cimentación estén lisas y limpias
2. Colocar la placa de base sobre la cimentación. La placa debe soportarse con pequeñas tiras de placa de acero o laminas cerca de los pernos de anclaje
3. Nivelar la placa de base adicionando o eliminando lanas bajo la placa, utilizando un nivel de burbuja
4. Verificar la nivelación, si es posible, colocando el nivel en alguna otra parte como la flecha de la bomba

Ilustración 11.1 Bombas rotatorias tipo tornillo

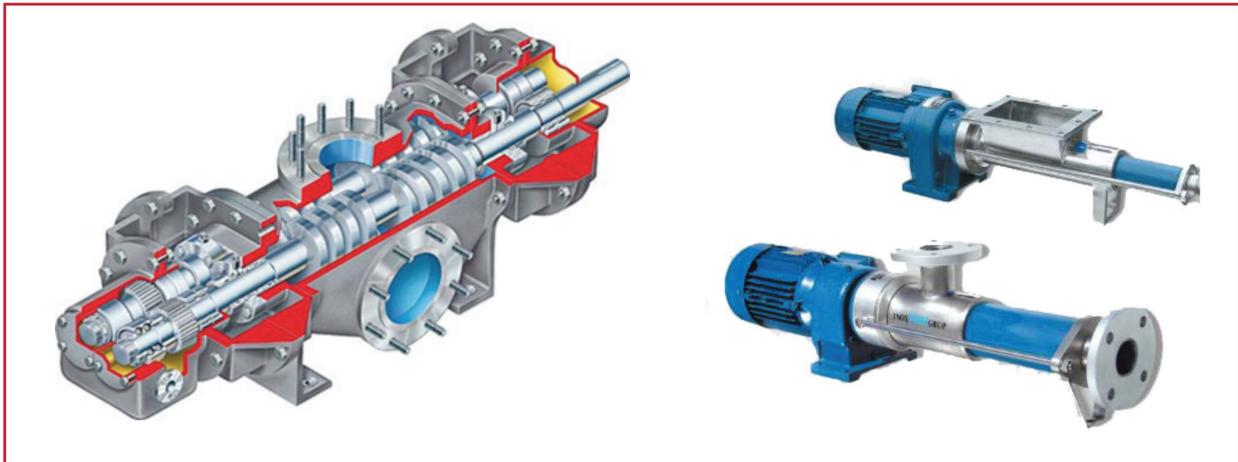
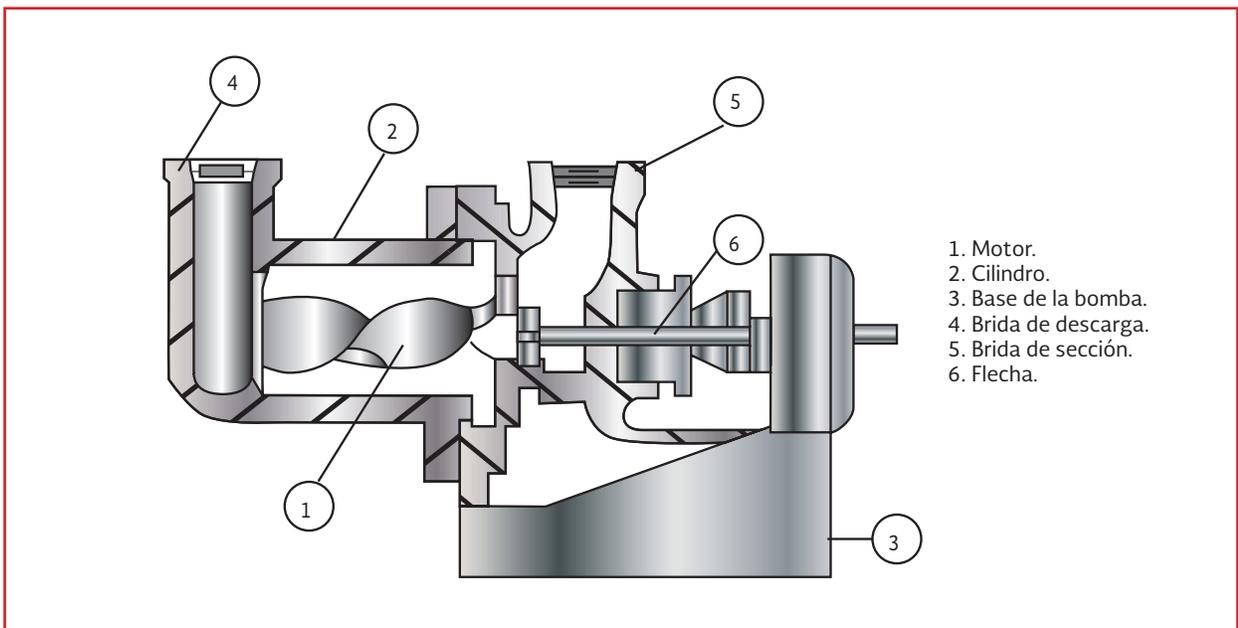


Ilustración 11.2 Esquema típico de una bomba rotatoria tipo tornillo



5. Verificar que durante el proceso de nivelación de la bomba y la placa de base (si es el caso) se mantenga el alineamiento de los dos medios coples (desacoplados) entre la flecha de la bomba y el motor
6. Apretar con los dedos las tuercas de los pernos de anclaje
7. Ajustar los soportes de metal o cuñas hasta que los ejes de la bomba y del motor estén a nivel
8. Verificar con un nivel de burbuja que las

caras del acoplamiento así como de las bridas de succión y descarga de la bomba estén horizontales o verticales según se requiera, y la bomba esté a la altura especificada y en su lugar

11.1.2.4. Alineamiento

Cuando el conjunto motor-bomba está montado sobre una misma placa de base y se instala por primera vez, generalmente está alineado en fá-

brica y no se requiere la alineación del conjunto. Sin embargo, la verificación del alineamiento será necesaria en los siguientes casos:

1. Después de que el conjunto ha sido nivelado sobre la cimentación
2. Después de que la lechada se ha secado y los pernos de cimentación hayan sido apretado
3. Después de que ha sido instalada la tubería a la bomba

Todas las verificaciones de alineación deben hacerse con las mitades del acoplamiento desconectadas.

11.1.2.5. Equipo y herramientas para instalación

La instalación de una bomba tipo tornillo requiere de la utilización de un equipo de elevación como triples y grúas los cuales deben tener la altura suficiente para el montaje de las diferentes secciones o ensambles de la bomba. Entre las herramientas que pueden requerirse para la instalación se encuentran los estrobos, llaves de estrías, llaves españolas, abrazaderas, graseras y brochas.

11.1.2.6. Montaje del Motor Eléctrico

1. Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos o ganchos
2. Levantar siempre el motor de sus armetas ubicadas en la cabeza
3. Orientar el motor y colocarlo en su base

4. Alinear la base y anclar el motor con tornillería adecuada (si es necesario, emplear rellenedor plástico y viguetas de acero)
5. Cuando la transmisión a la carga sea por medio de bandas o cadenas, montar el motor sobre rieles tensores para ajustar la tensión de las bandas siempre de acuerdo con las recomendaciones del fabricante

NOTA IMPORTANTE:

Es recomendable que el fabricante o proveedor que otorgue la garantía, sea el responsable de la instalación, pruebas y puesta en servicio del equipo.

Después de colocar el motor y antes de acoplarlo a su carga, verificar lo siguiente:

- a) Revisar que el motor gire libremente, escuchando y sintiendo el rozamiento de la flecha con las chumaceras
- b) Verificar que toda la tornillería esté ajustada
- c) Verificar el alineamiento paralelo y angular de la flecha
- d) Revisar la flotación de la flecha, de tal manera que se restrinja su movimiento axial cuando se acople y se ponga en operación
- e) Colocar en la flecha el tipo de acoplamiento a emplear (acopladores, poleas o poleas de cadena)
- f) Acoplamiento directo a la carga:
 1. Calzar el motor de tal manera que las masas de los acoplamientos estén alineados máximo 0.8 mm

2. Colocar el indicador sobre la flecha del motor
3. Girar lentamente con la mano la flecha del motor, y registre las lecturas en cuatro puntos opuestos (generalmente a 0°, 90°, 180° y 270°), para determinar la posición relativa entre la flecha del motor y la flecha de la bomba
4. Ajustar la posición del motor sobre el pedestal de acuerdo a las lecturas del indicador de carátula, hasta obtener el alineamiento paralelo de las flechas
5. Revisar el alineamiento angular de acoplamiento de la flecha del motor a la flecha de carga:
 - Medir la distancia entre las caras de las masas de acoplamiento en ligares igualmente espaciados alrededor de los diámetros externos. Alinear el motor de tal ma-

nera que el indicador de carátula haga un cambio en la lectura máximo de 0.0254 mm

- g) Después de cada corrección ajustar los tornillos del motor y revisar el alineamiento

Conexión eléctrica del motor

1. Conectar las terminales del motor a los conductores del arrancador
2. Arrancar el motor de forma instantánea para verificar el sentido de rotación; generalmente, en sentido contrario a las manecillas del reloj (visto desde la parte superior). En caso de que el sentido de rotación sea incorrecto, intercambie dos de las tres terminales conectadas (para motores trifásicos). Después de realizar el cambio, verifique nuevamente el sentido de rotación

11.2. BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES INATASCABLES DE CÁRCAMO SECO

11.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo seco (Ilustración 11.3) generalmente permiten el fácil acceso para la inspección, remoción o instalación de la mayoría de sus componentes.

En la Ilustración 11.4 se muestra un esquema típico de una bomba vertical inatascable tipo cárcamo seco.

11.2.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

11.2.2.1. Equipo y herramientas para instalación

La instalación de una bomba centrífuga vertical requiere de la utilización de un equipo de elevación como tripies, grúas y malacates, los cuales deben tener la altura suficiente para el montaje de las diferentes secciones o ensambles de la bomba. Entre las herramientas que pueden requerirse para la instalación se encuentran los cables de acero, cadenas, llaves de estrías, llaves españolas, abrazaderas, graseras y brochas.

11.2.2.2. Instalación de la bomba

El proceso completo de instalación de una bomba vertical tipo inatascable de cárcamo seco incluye los siguientes puntos:

1. Identificar y revisar las partes: En caso de que se suministre la bomba desarmada se debe efectuar una inspección visual de cada uno de los ensambles o partes de la bomba, esta actividad debe ser acompañada con una identificación e inventario de partes
2. Instalar el ensamble completo de la bomba
 - a) Sujetar cables de acero al ensamble completo de la bomba y levantarlo a una posición directamente sobre la cimentación
 - b) Bajar el ensamble de la bomba hasta que se apoye sobre la base de la cimentación
 - c) Instale las tuercas de fijación del ensamble de la bomba a la base de cimentación sin apretar
3. Nivelar el ensamble completo de la bomba
 - a) Nivelar y ajustar el ensamble completo de la bomba. La superficie que estará sobre la cimentación debe apoyarse sobre calzas de metal o cuñas de metal. Las piezas de soporte deben colocarse cerca de pernos de la cimentación
 - b) Apretar las tuercas de los tornillos de la cimentación, una vez nivelado el ensamble
4. Instalar el motor eléctrico
5. Acoplar el conjunto motor bomba: El acoplamiento del conjunto motor-bomba debe incluir a todos los elementos del tipo de transmisión utilizado. La transmisión más común que conecta una bomba de tamaño mediano con el motor a través de una unión universal. Al efectuar el acoplamiento se debe sujetar firmemente las flechas teniendo el cuidado

de no dañarlas con las llaves utilizadas para la sujeción

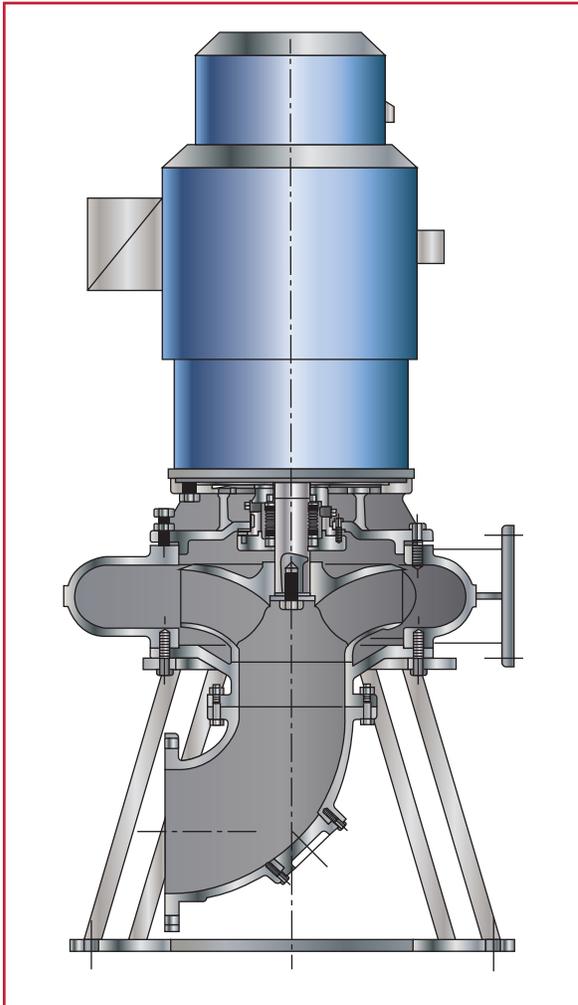
6. Montaje del motor eléctrico: Los motores verticales utilizados en plantas de bombeo son de flecha sólida. El procedimiento general para el montaje de un motor de flecha sólida es el siguiente:

- a) Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos o ganchos
- b) Revisar que las superficies del cabezal de descarga, base de instalación del motor, estén limpias y libres de elementos extraños
- c) Instalar la mitad inferior del cople, rosicándolo totalmente en la flecha superior
- d) Instalar la mitad superior del cople, el anillo reten bipartido y la cuña en la extensión de la flecha del motor
- e) Levantar el motor sobre el cabezal de descarga
- f) Orientar y bajar el motor, colocarlo sobre el cabezal de descarga o pedestal de la bomba, alinear los tornillos de fijación de ambos elementos
- g) Verificar el alineamiento angular de las dos mitades del cople
- h) Colocar los tornillos para fijar el motor al cabezal de descarga o pedestal, sin apretar (flojos)
- i) Verificar el sentido de rotación del motor, el cual debe ser contrario a las manecillas del reloj, visto desde la parte superior del motor. Cabe mencionar que acción debe realizarse antes de unir las dos mitades del cople
- j) Efectuar el alineamiento longitudinal (vertical) del acoplamiento:
 - Colocar un indicador de carátula sobre la extensión de la flecha sólida del motor
 - Ajustar el indicador, haciendo contacto con la flecha superior
 - Girar lentamente con la mano la flecha del motor, y registre las lecturas en cuatro puntos opuestos (generalmente a 0°, 90°, 180° y 270°), para determinar la posición relativa entre la flecha del motor y la flecha superior de la bomba
 - Ajustar la posición del motor sobre el cabezal de descarga o pedestal de acuerdo a las lecturas del indicador de carátula, hasta obtener el alineamiento vertical de las flechas
 - Girar la mitad inferior del cople sobre la flecha superior de la bomba hasta que la distancia entre las dos mitades sea de aproximadamente 19.05 mm del juego axial de la bomba, y coloque la cuña
 - Colocar los tornillos que unen las dos mitades del cople y apriete firmemente
- k) Verificar nuevamente el alineamiento de las flechas

Conexión eléctrica del motor:

- a) Conectar las terminales del motor a los conductores del arrancador

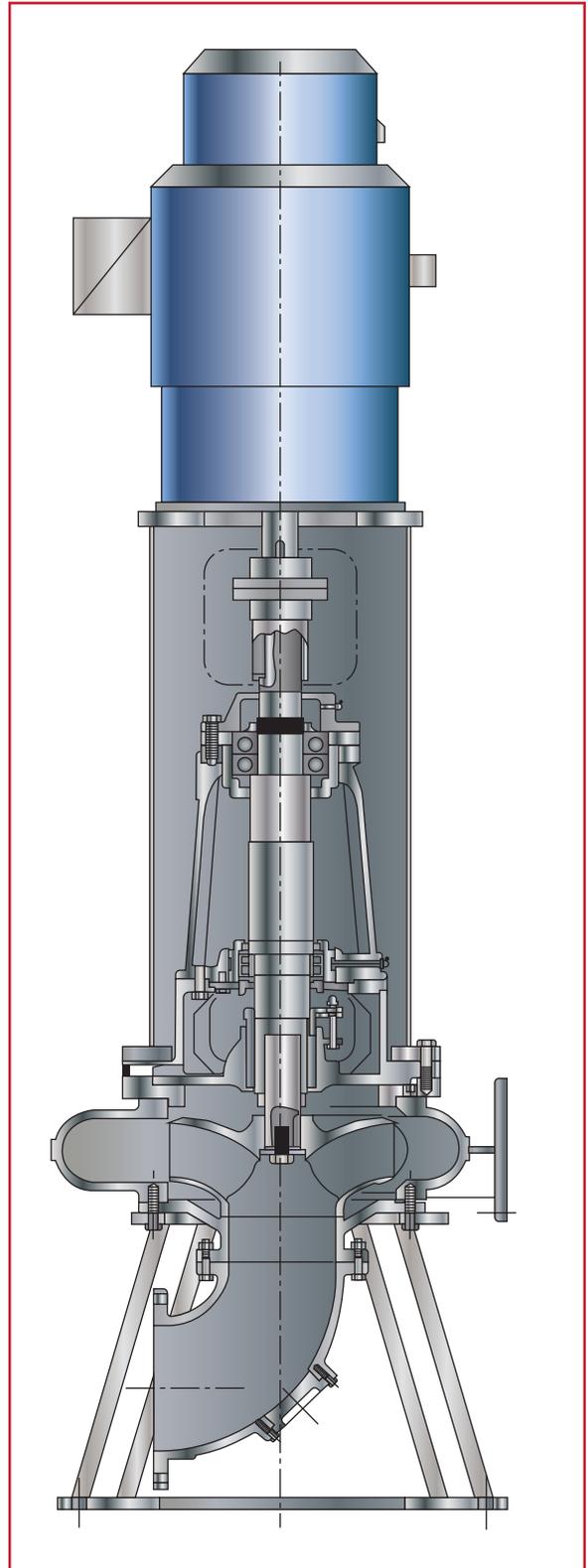
Ilustración 11.3 Bombas centrífugas verticales inatasca-
bles de cárcamo seco



Fuente: ANSI/HI 1.1 - 1.2

- b) Arrancar el motor de forma instan-
tánea para verificar el sentido de
rotación; generalmente, en sentido
contrario a las manecillas del reloj
(visto desde la parte superior). En
caso de que el sentido de rotación
sea incorrecto, intercambie dos de
las tres terminales conectadas (para
motores trifásicos). Después de rea-
lizar el cambio, verifique nuevamen-
te el sentido de rotación

Ilustración 11.4 Bomba centrífuga vertical inatas cable de
cárcamo seco



Fuente: ANSI/HI 1.1 - 1.2

11.3. BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES INATASCABLES DE CÁRCAMO HÚMEDO

11.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo húmedo tienen la flecha en posición vertical. Su diseño incluye una voluta de admisión de fondo con impulsores capaces de manejar materiales sólidos y fibrosos con un atascamiento mínimo (Ilustración 11.5), en la Ilustración 11.6 se muestra otro esquema típico de una bomba vertical inatascable tipo cárcamo húmedo.

11.3.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

11.3.2.1. Equipo y herramientas para instalación

La instalación de una bomba centrífuga vertical requiere de la utilización de un equipo de elevación como tripies, grúas y malacates, los cuales deben tener la altura suficiente para el montaje de las diferentes secciones o ensambles de la bomba.

Entre las herramientas que pueden requerirse para la instalación se encuentran los cables de acero, cadenas, llaves de estrías, llaves españolas, abrazaderas, graseras y brochas.

11.3.2.2. Instalación de la bomba

El proceso completo de instalación de una bomba vertical tipo inatascable de cárcamo húmedo incluye los siguientes puntos:

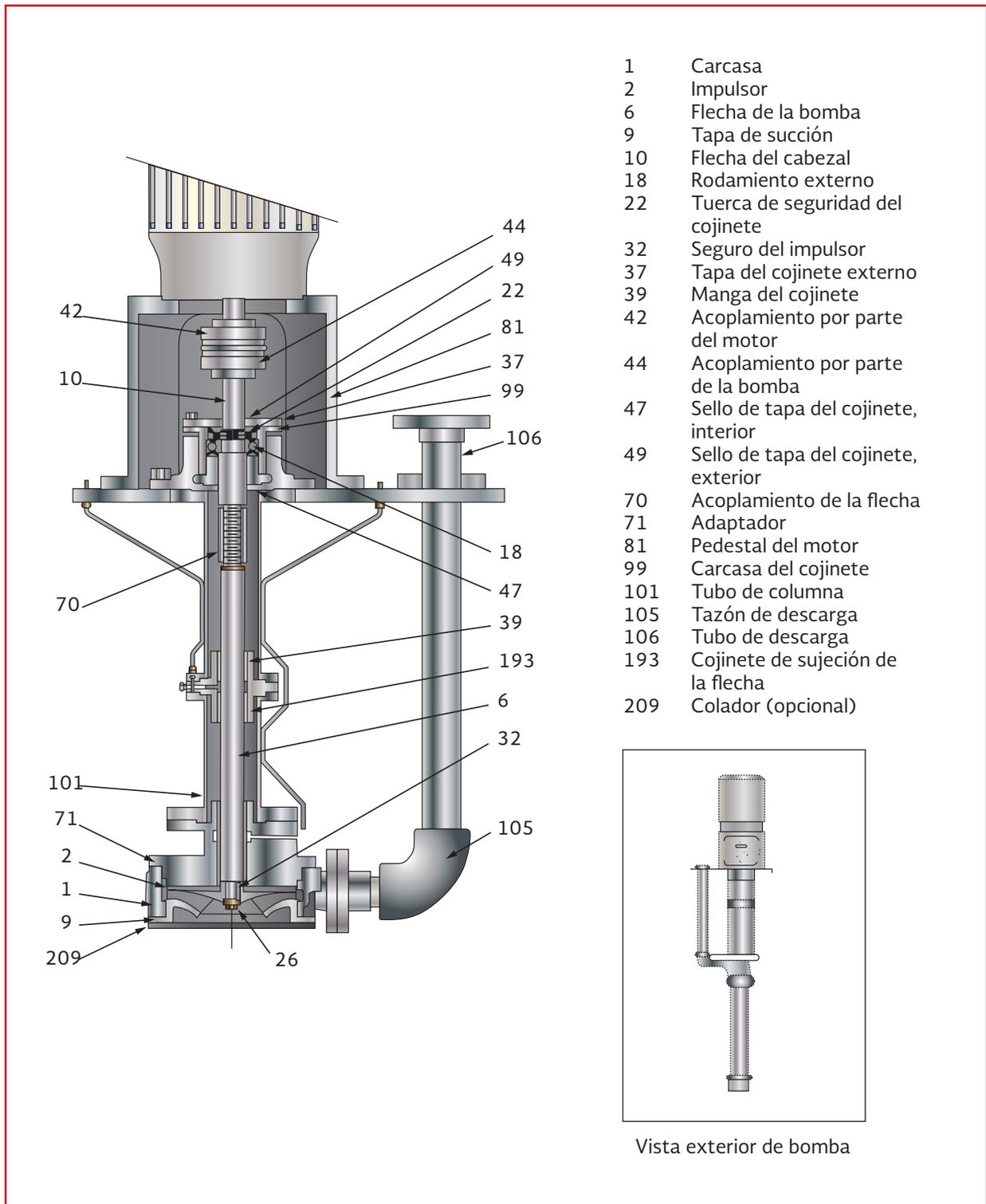
1. Identificar y revisar las partes: En caso de que se suministre la bomba desarmada se debe efectuar una inspección visual de cada uno de los ensambles o partes de la bomba, esta actividad debe ser acompañada con una identificación e inventario de partes
2. Instalar el ensamble completo de la bomba
 - a) Sujetar cables de acero al ensamble completo de la bomba y levantarlo a una posición directamente sobre el lugar de instalación
 - b) Bajar el ensamble de la bomba dentro del cárcamo
 - c) Instale las tuercas de fijación del ensamble de la bomba a la base de instalación
3. Instalar la tubería de descarga
4. Instalar el motor eléctrico

Montaje del motor eléctrico

El procedimiento general para el montaje de un motor de flecha hueca es el siguiente:

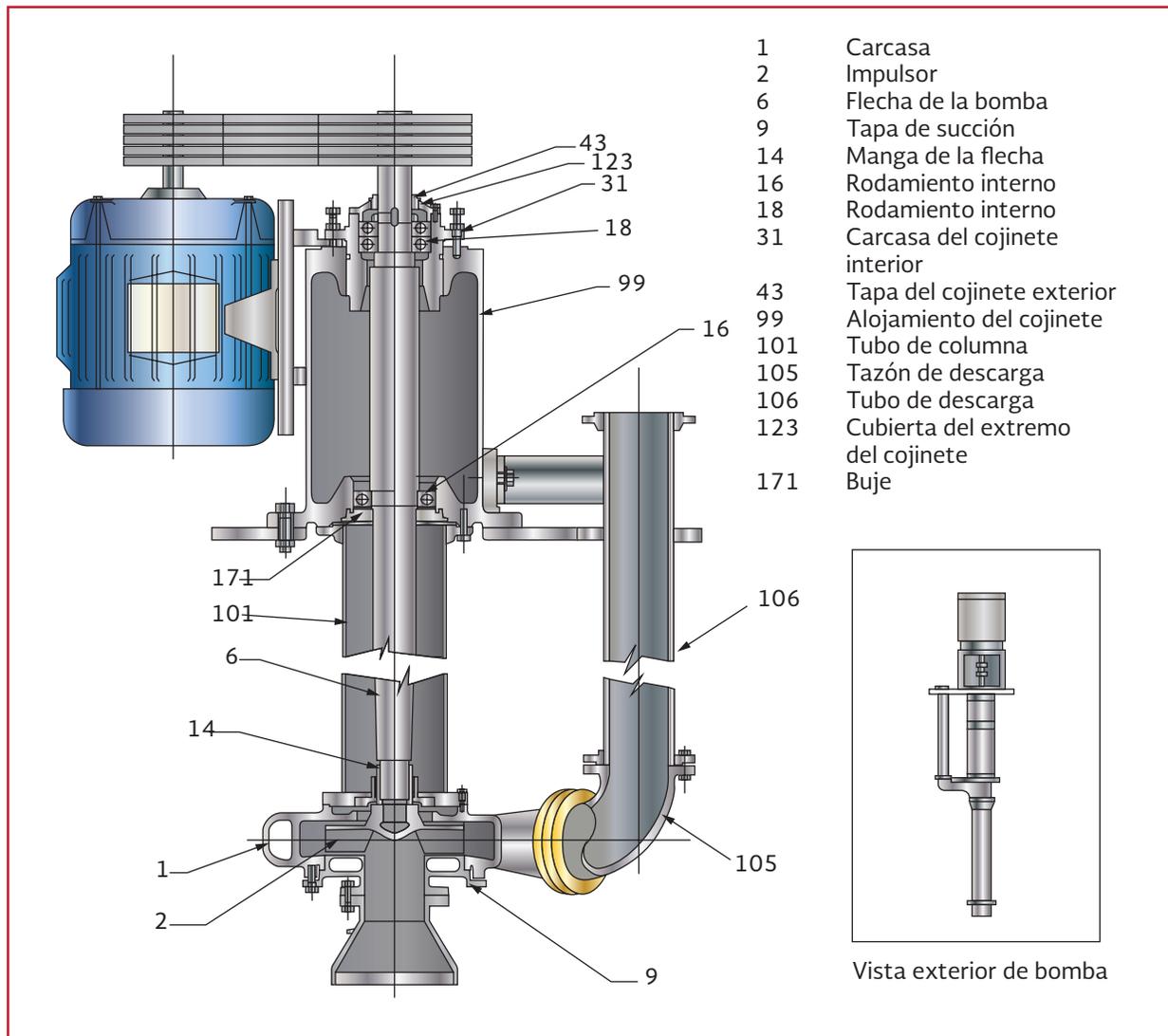
1. Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos o ganchos
2. Revisar que las superficies del cabezal de descarga, base de instalación del motor estén, limpias y libres de elementos extraños
3. Remover la cubierta o tapa del motor
4. Levantar y colocar el motor en su base insertando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

Ilustración 11.5 Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo húmedo (VS4)



Fuente: ANSI/ HI 2.1-2.2

Ilustración 11.6 Bomba centrífuga vertical inatascable de cárcamo húmedo (VS5)



Fuente: ANSi /HI 2.2-2.2

11.4. BOMBAS SUMERGIBLES PARA AGUAS RESIDUALES

11.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Diseño particular de bombas sumergibles están diseñadas para manejar aguas de drenaje y aguas residuales. Cabe mencionar que de acuerdo a las características de construcción algunos modelos

no deben utilizarse para aguas residuales ácidas y cuentan con impulsores de tipo cerrado. Generalmente, las bombas de 60, 75 y 100 hp son alimentadas con 480 volts, ver Ilustración 11.7.

La Ilustración 11.8 muestra un corte seccional de este tipo de bombas, que incluye las terminales de conexión interna, el cable de alimentación, tapa de cables, que se pueden retirar sin tener que desensamblar el motor.

11.4.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

11.4.2.1. Instalación de la tubería de descarga

La tubería debe ser instalada cuidando los siguientes detalles:

- Si la cubierta del cárcamo es una losa de concreto, la tubería no debe quedar ahogada en ella (para evitar que se tenga que romper la losa si es necesario cambiar la tubería)
- Es recomendable que la tubería pase a través de la tapa, esto facilitará las maniobras de instalación y mantenimiento
- Coloque una tuerca unión en la tubería en un lugar accesible fuera del cárcamo
- No es recomendable instalar tuberías de menor diámetro que el diámetro de descarga de la bomba
- Instale el mínimo de accesorios en la tubería de descarga

11.4.2.2. Instalación permanente

Instalación de los tubos guía: Exclusivamente para instalación fija se recomienda:

Si la construcción del cárcamo está de acuerdo con la Ilustración 11.9 se pueden seguir los pasos siguientes para la instalación del codo de descarga, los tubos guía y la cubierta del cárcamo:

1. Colocar la cubierta, si la cubierta es de acero o aluminio, asegúrela con taquetes de expansión

2. Fijar los tubos guía como se muestra en la Ilustración 11.9
3. Usando las ménsulas como guías, coloque un plomo en cada una para ubicar los postes del codo de descarga, el codo debe ser nivelado con placas de acero y un nivel de burbuja en dos planos 90° tomando en cuenta que la brida de descarga del codo quede alineada con el tubo de descarga
4. Una vez que se ha ubicado el codo, marque la posición de los taquetes en el concreto, retire el codo y coloque los taquetes de expansión
5. Coloque nuevamente el codo de descarga en su lugar y sujételo con los tornillos
6. Revise nuevamente con los plomos que el codo ha quedado perfectamente alineado
7. Instale la tubería de descarga a la altura requerida. La tubería puede ser de acero galvanizado o de hierro dúctil con espesores de acuerdo a las dimensiones y cédula recomendado por el fabricante
8. Corte los tubos guía a la dimensión adecuada para la instalación de modo que las puntas de los tubos se localicen debajo de la tapa
9. Colocar los tubos guía en la posición para instalación, verificando la verticalidad con un nivel de burbuja. Se pueden mover las ménsulas si es necesario un ajuste adicional
10. Sacar los cables de fuerza y control fuera del cárcamo, esto debe hacerse a través de un cople de PVC de 50.8 mm (2”) para bombas de 2 a 15 hp y de 101.6 mm (4”) para las bombas de 20 hp en adelante. Colocar el cople del mismo lado que el tablero eléctrico

Ilustración 11.7 Bombas sumergibles para aguas residuales

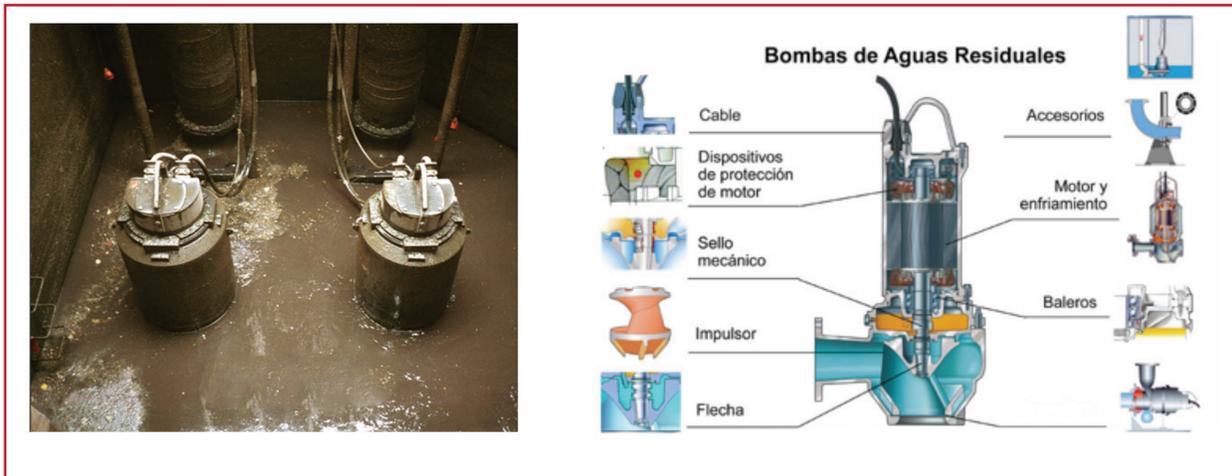


Ilustración 11.8 Esquema de bomba sumergible para aguas residuales

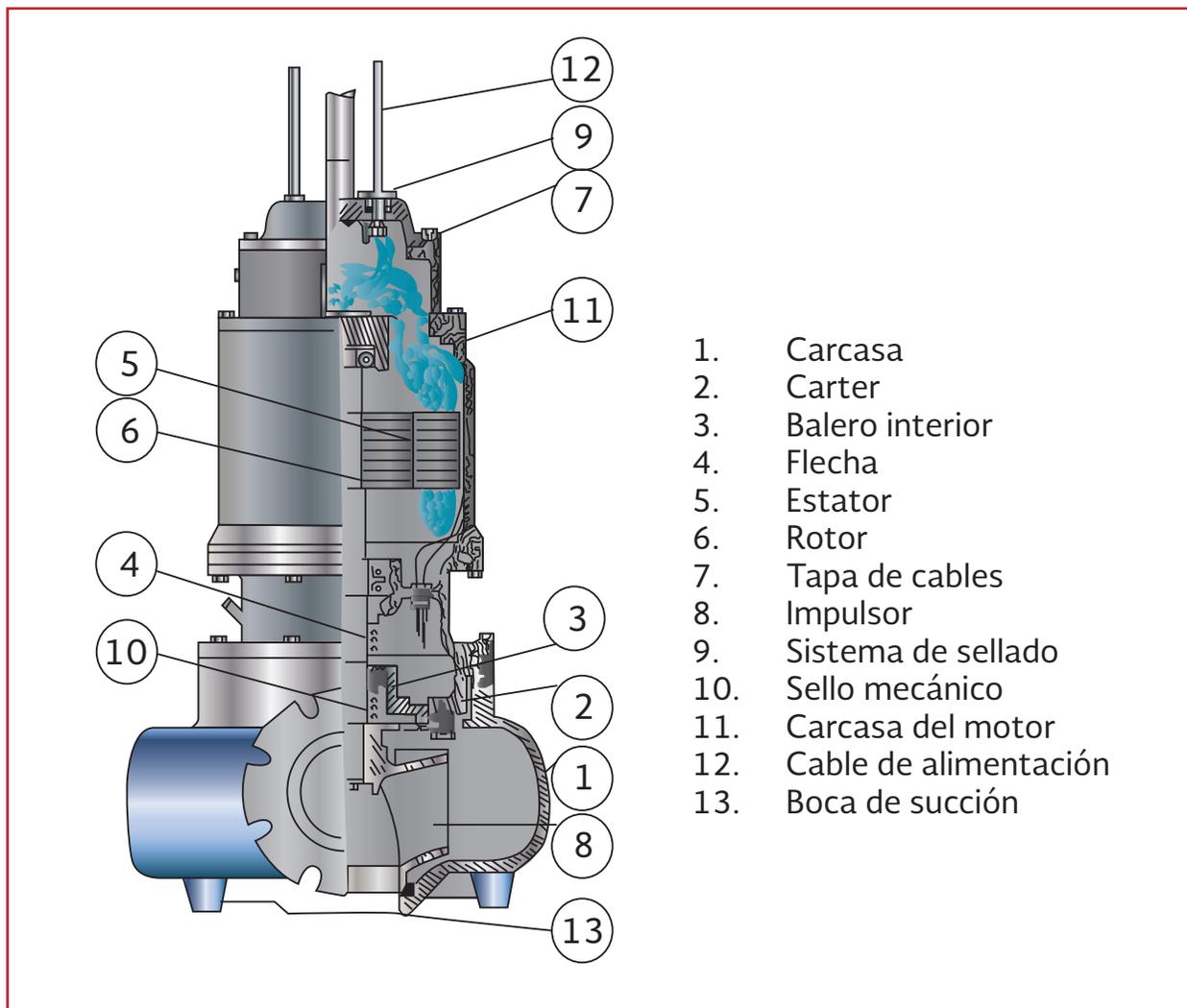
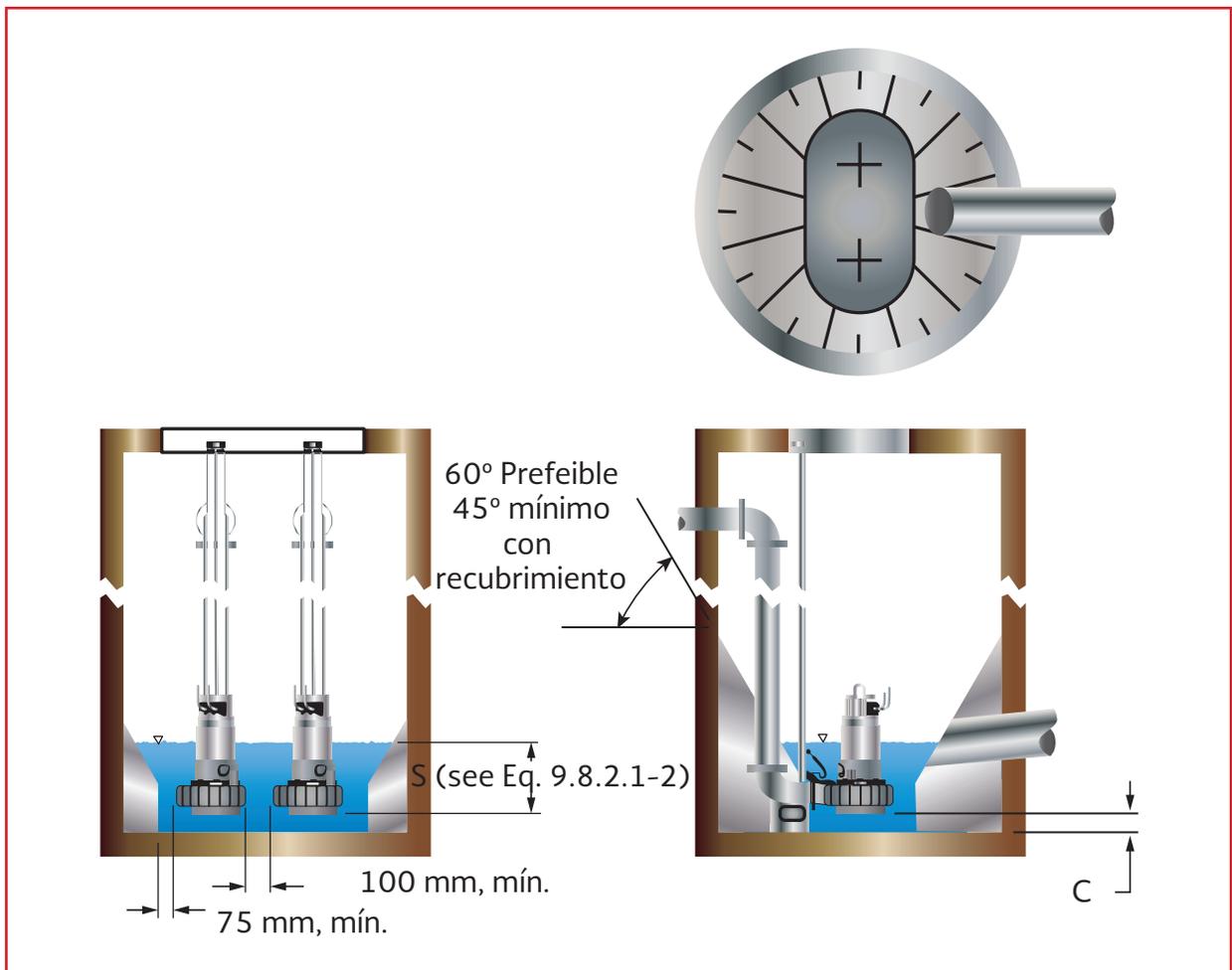


Ilustración 11.9 Esquema de instalación permanente para bombas sumergibles para aguas residuales



Fuente: ANSI/HI 9.8

Colocación de la bomba en el codo de descarga

(Exclusivamente para instalación fija).

Para colocar la bomba en el codo de descarga, siga los siguientes pasos:

1. Instalar los tubos guía con el empaque de plomo en la brida de descarga de la bomba y el empaque de nitrilo en la ranura de los tubos guía. (Generalmente se surte esta parte ya instalada en la bomba)
2. Revisar el sentido de rotación de la bomba. Conecte los cables de fuerza al tablero de control y coloque la bomba de lado de
3. Cierre el interruptor principal, encienda el interruptor manual por tres segundos y vuélvalo a apagar, verifique la rotación del impulsor, debe girar de acuerdo en sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario, dependiendo del modelo y fabricante. Cabe mencionar que el observador debe ver el ojo del impulsor. Si la rotación es incorrecta, intercambie dos de las líneas de alimentación. El usuario se debe asegurar de que el interruptor principal este apagado cuando se realice

esta operación, marque los cables para que puedan ser reconectados en la instalación final

4. Baje la bomba por los tubos guía hasta el codo. Baje la bomba despacio y asegúrese de que las bridas ensamblen perfectamente, si existen interferencias deben ser retiradas para que la bomba se deslice libremente hasta el codo. La velocidad de arreo debe ser lo más constante posible
5. Cuando la bomba esté en el codo, verifique la alineación de las bridas del codo y bomba. En caso de desalineamiento verifique el ajuste de los tubos guía, de otra manera habrá fuga entre las bridas
6. Realice las conexiones finales de fuerza y control para que la bomba quede lista para operar

11.4.2.3. Instalación portátil

Para el caso de instalación portátil se deben utilizar diseños de bombas sumergibles con características especiales para este propósito.

En la Ilustración 11.10 se muestra un esquema típico de una bomba sumergible.

11.4.2.4. Conexiones Eléctricas

Para realizar las conexiones eléctricas siga los siguientes pasos (ver Ilustración 11.11).

1. Cuelgue el control de nivel por medio de soportes y ajuste la longitud del cable a la longitud adecuada
2. La pera de control de paro de nivel mínimo debe estar ajustada a 2/3 de la altura

del motor, la bomba no debe operar con un nivel más bajo que ese

3. La pera de control de arranque de la bomba se debe ajustar para que la bomba arranque cuando el nivel alcance el especificado por arriba de la bomba
4. La pera de control de sobre marcha debe ser ajustado a la altura especificada sobre el nivel de arranque de la bomba
5. La pera de alarma debe ajustarse de 15 a 30 cm por arriba del control de sobre marcha
6. Ninguna pera de control debe ser colocada por arriba del nivel del tubo de entrada
7. Si el tablero de control está montado directamente sobre la cubierta del cárcamo, los cables se llevan directamente a la caja de control y se sellan con conectores de cables tipo glándula herméticos, el tablero de control deberá ser tipo NEMA 4, hermético
8. Si el tablero está instalado retirado del cárcamo, los cables pueden ser tendidos dentro de un conduit hasta el tablero, si es necesario hacer conexiones, deben hacerse fuera del cárcamo y en una caja hermética tipo NEMA 4. Adicionalmente, debe considerarse que si los cables son tendidos dentro de un conduit hasta el tablero de control debe usarse un accesorio de sellado a la entrada del conduit para prevenir la entrada de gases a la caja de control. Para instalaciones a prueba de explosión se requieren instrucciones especiales, consulte al fabricante

11.4.2.5. Instalación de tapas del cárcamo

Las tapas del cárcamo pueden ser de aluminio, acero y pueden ser montadas sobre lozas de concreto o cubiertas de acero o aluminio. Cuando

Ilustración 11.10 Esquema de bomba sumergible para instalación portátil

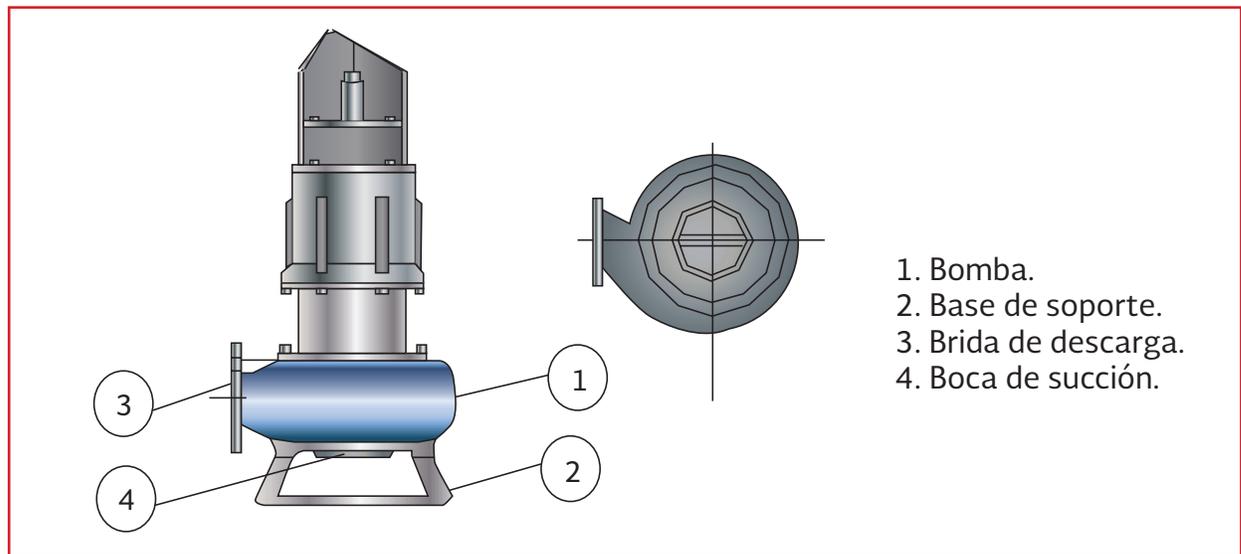
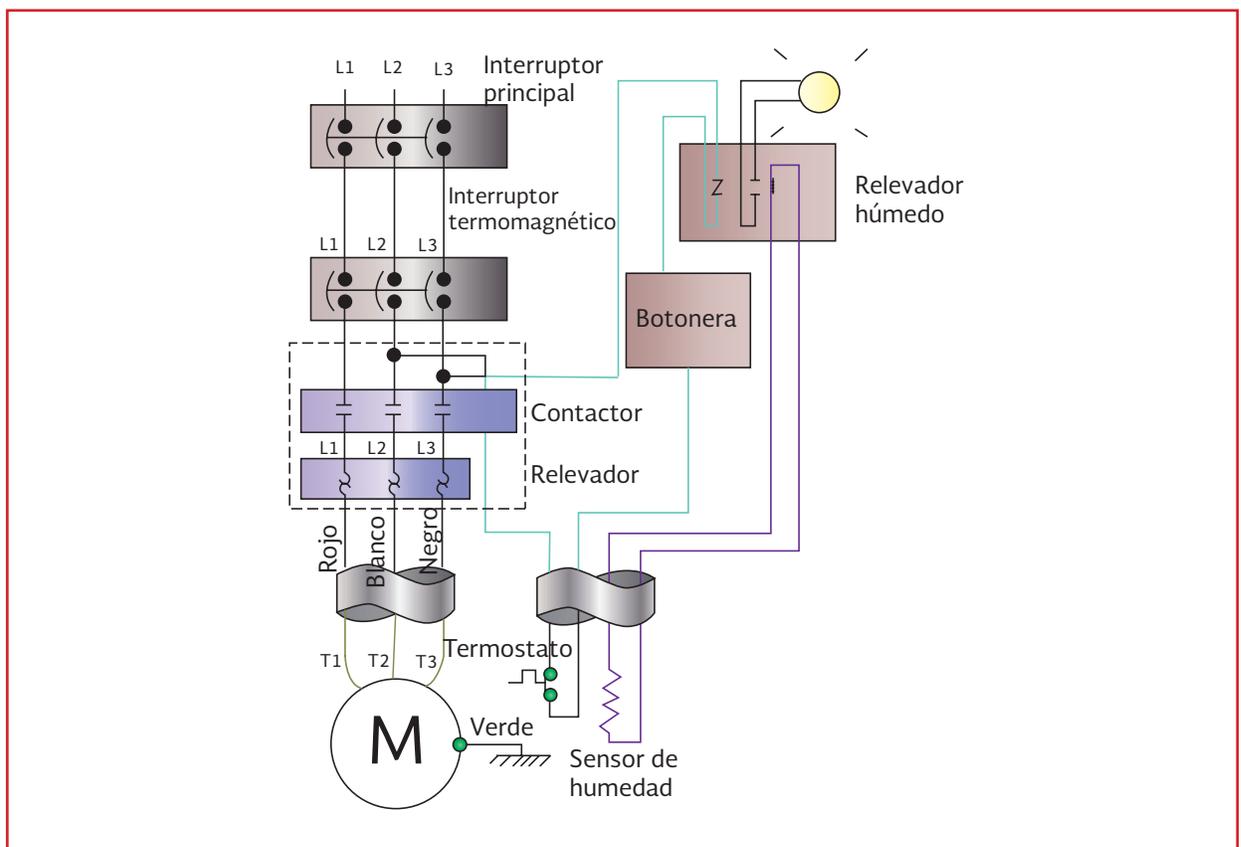


Ilustración 11.11 Instalación eléctrica de motores trifásicos con arrancador y sensor de humedad



las tapas se van a colocar en una loza de concreto, la base de estas tapas será de ángulo de acero o aluminio y normalmente se construyen ahogadas en concreto. Se deberán colocar pernos u orejas para poder retirarlas fácilmente.

Cuando las cubiertas son de aluminio o acero éstas deben fijarse a las paredes de concreto del cárcamo por medio de taquetes de expansión. Si la sujeción de la base de la tapa a la cubierta es atornillada o empernada, los tornillos o pernos deben ser de acero inoxidable. Toda la tornillería que se use en el cárcamo debe ser de acero inoxidable.

11.4.2.6. Pruebas y puesta en servicio

1. El arranque del equipo incluye los siguientes puntos:
2. Verificar que la válvula de descarga esté en una posición muy cercana a la de cerrar
3. Arranque el motor
4. Abrir la posición de la válvula de descarga lentamente
5. Verificar que se cuente con un incremento de la presión de descarga conforme se abre la válvula de descarga. En caso contrario, detenga la operación de la bomba

11.5. BOMBAS CENTRÍFUGAS

VERTICALES TIPO FLUJO MIXTO Y PROPELA PARA AGUAS RESIDUALES

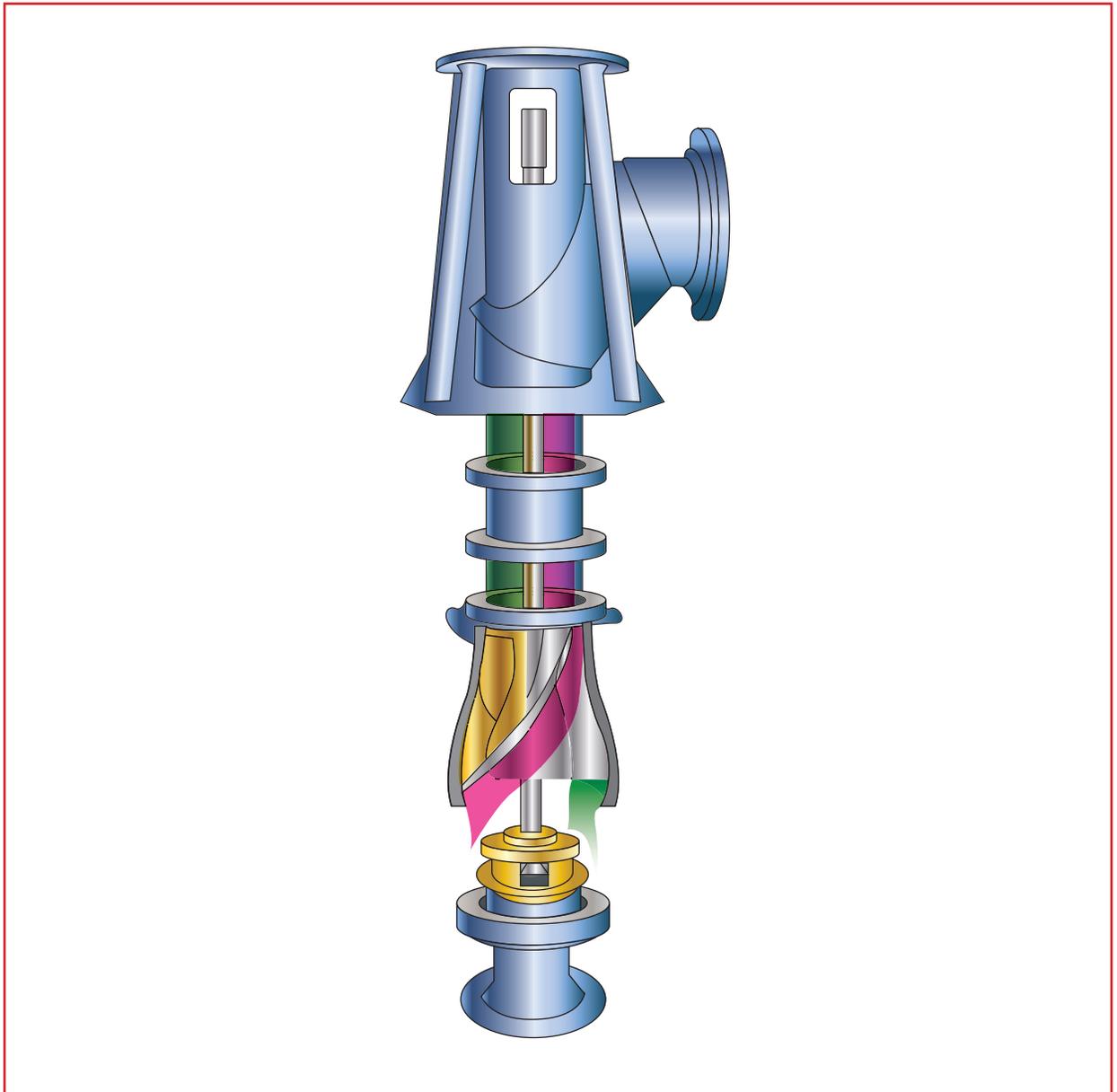
11.5.1. BOMBA DE FLUJO MIXTO

Las bombas centrífugas verticales tipo flujo mixto están dedicadas a la operación sumergida y están desarrolladas para bombear, generalmente, agua de pozos (Ilustración 11.12). Generalmente el diseño de este tipo de bombas incluye la utilización de un motor de flecha sólida.

11.5.2. BOMBA TIPO PROPELA

Las bombas centrífugas verticales tipo propela están dedicadas a la operación sumergida. Estas bombas están diseñadas con una flecha que pueda fácilmente subirse o bajarse desde arriba para permitir el ajuste apropiado de la posición de la propela en el tazón.

Ilustración 11.12 Bomba centrífuga vertical tipo flujo mixto para aguas residuales





12

INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE ACERO Y FIERRO FUNDIDO

12.1. COMPUERTAS DESLIZANTES

Las partes principales de la compuerta deslizante se muestran en la Ilustración 12.1.

12.1.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.1.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar la compuerta debe considerarse lo siguiente:

Inspección visual

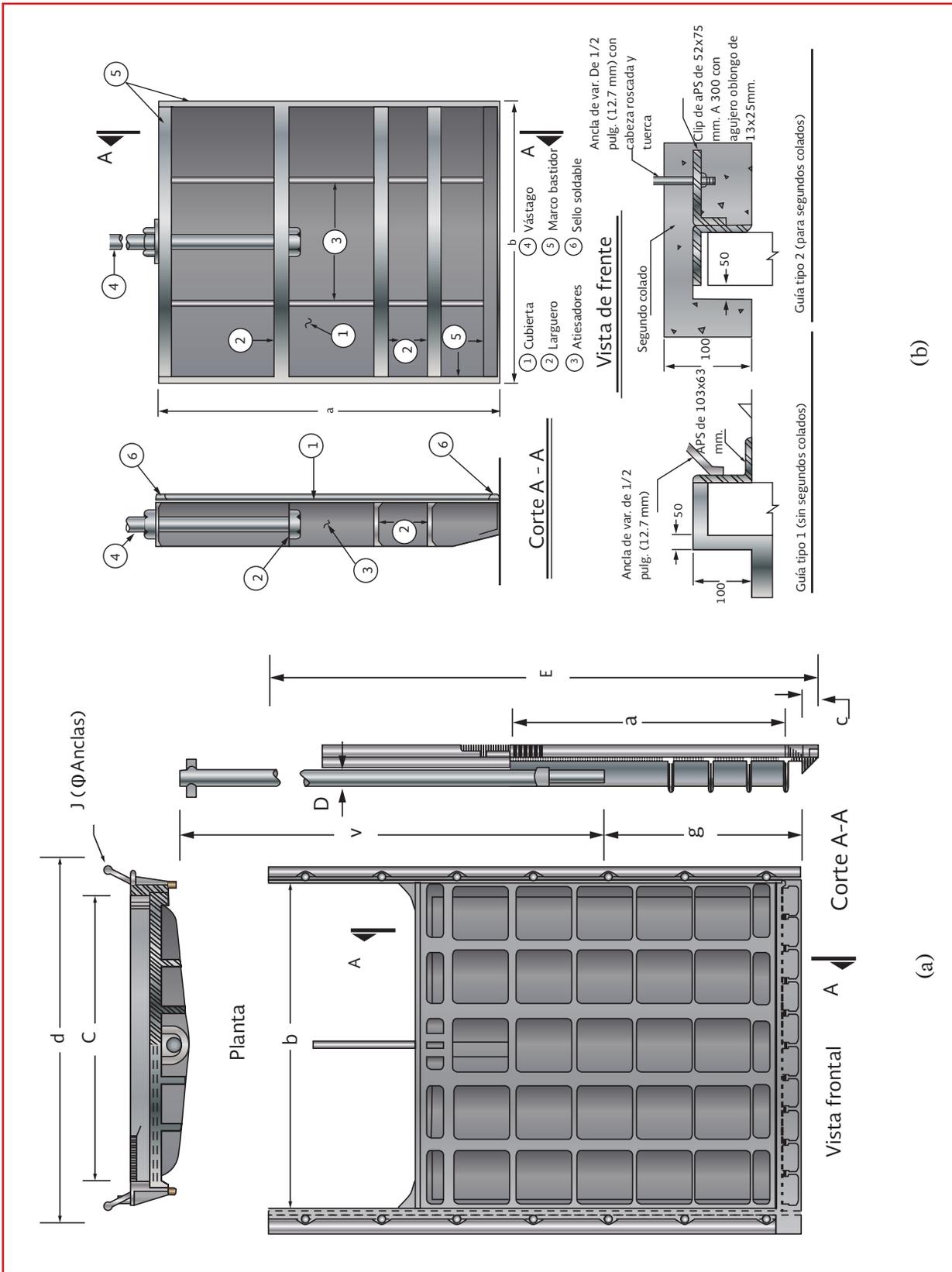
1. Verificar que no falten piezas
2. Verificar que no existan componentes rotos en la compuerta
3. Verificar manualmente (si es posible) el mecanismo de apertura y cierre de la compuerta

Recomendaciones

1. Evitar golpear la compuerta y componentes durante la instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y su mal funcionamiento

2. No retirar las protecciones de los componentes de la compuerta hasta el momento de su instalación
3. Es conveniente instalar el marco entre el agua y el muro (aguas arriba del muro)
4. Al instalar la compuerta aplique el siguiente procedimiento:
 - a) Limpiar bien las guías antes de proceder a la instalación de la compuerta, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad
 - b) Alinear correctamente las guías para que el funcionamiento de la compuerta sea el adecuado. Las guías deben haberse alineado correctamente con anterioridad, durante el colado de las anclas, las cuales quedan embebidas en el concreto
 - c) Retirar los protectores de los componentes de la compuerta
 - d) Aplicar grasa a las guías de la compuerta para facilitar su instalación
 - e) Colocar los apoyos de la compuerta en las guías
 - f) Sellar el marco con los muros
 - g) Colocar los componentes restantes de la compuerta y ajustarlos adecuadamente (mecanismo elevador)

Ilustración 12.1 a) Compuerta deslizante de hierro b) Compuerta deslizante de placa



- h) Lubricar el vástago de la compuerta
- i. Accionar los mecanismos y/o motores (si existen) para verificar el funcionamiento adecuado de cierre y apertura de la compuerta

Una vez instalada la compuerta se requiere realizar lo siguiente:

1. Antes de operar la compuerta, hay que asegurarse de que no haya depósitos extraños en la zona de cierre, en las deslizaderas o en las juntas de estanqueidad
2. Revisar la sujeción de la compuerta y sus mecanismos de operación
3. Probar el funcionamiento adecuado del mecanismo de cierre y apertura, abriendo y cerrando la compuerta lentamente
4. En funcionamiento, verificar que no haya fugas a través de las partes móviles y estacionarias, abriendo y cerrando lentamente la compuerta. Si existen fugas, hacer los ajustes necesarios
5. Accionamiento manual: Aplicar grasa en el husillo después de la instalación. Si se detecta un funcionamiento no adecuado o la necesidad de un par excesivo, detener la operación de la compuerta y comprobar la alineación del husillo, extensión y columna de maniobra
6. Accionamiento con Motor Eléctrico:
 - a) Antes de operar el motor eléctrico, consultar el manual del fabricante
 - b) Los motores deben de estar limitados con finales de carrera y par. Para ajustar los limitadores de par, seguir las indicaciones con los valores de regulación definidos en el plano de aprobación de fabricante
 - c) Tener especial atención cuando el motor llegue las posiciones completamen-

te CERRADA o ABIERTA. Si el motor no se para una vez alcanzadas dichas posiciones, parar inmediatamente y volver a ajustar los finales de carrera

12.1.2. INSTALACIÓN DE COMPUERTA A MUROS

Es necesario que antes de proceder a la instalación de la compuerta, la pared esté completamente limpia y seca.

1. Colocar la compuerta contra el muro liso, asegurándose de que el orificio de la compuerta y el del muro estén perfectamente alineados. En caso de que el correaguas de la carpeta no coincida con el del muro, será necesario hacer un rebaje en el concreto
2. Taladrar el hormigón utilizando los orificios de las esquinas superiores como guía. Introducir los dos pernos, con ayuda de un martillo. Para evitar fugas entre la compuerta mural y la pared, colocar doble junta de neopreno alrededor del perímetro, separar la válvula del muro y aplicar masilla de sellado

12.1.3. INSTALACIÓN DE COMPUERTA A CANALES

Es imprescindible que las compuertas queden niveladas en el hueco destinado para su colocación. La sujeción se realiza mediante un relleno de concreto.

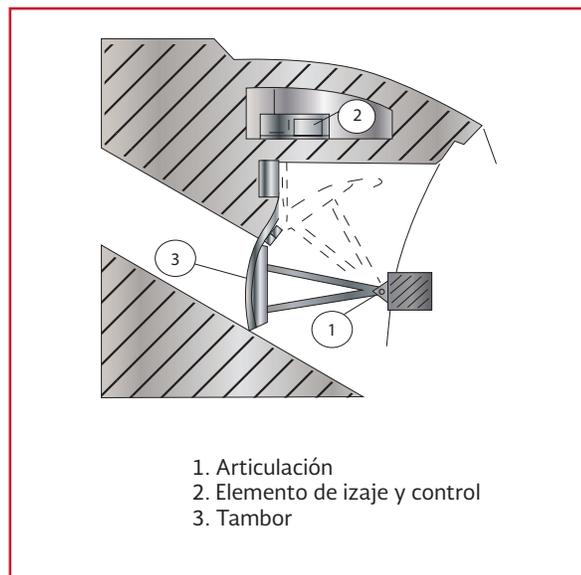
Una vez colocada, y verificada la instalación de la compuerta se fijará el soporte del accionamiento y se realizarán las uniones tablero, husillo, accionamiento. Finalmente, el montaje quedará acabado cuando:

- En el caso de compuertas con volante, colocando el protector de husillo
- En el caso de compuertas con husillo cuadrado, la instalación habrá acabado con la unión de las partes

12.2. COMPUERTAS DESLIZANTES TIPO RADIAL

Las partes principales de la compuerta deslizante tipo radial se muestran en la Ilustración 12.2.

Ilustración 12.2 Compuerta deslizante tipo radial



12.2.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.2.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar la compuerta debe considerarse lo siguiente:

1. Inspección Visual
 - a) Verificar que no falten piezas
 - b) Verificar que no existan componentes rotos en la compuerta

2. Recomendaciones

- a) Evitar golpear la compuerta y componentes, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y su mal funcionamiento
- b) No retirar las protecciones de las componentes de la compuerta hasta el momento de su instalación

3. Al instalar siga el procedimiento:

- a) Limpiar bien las guías antes de proceder a la instalación de la compuerta, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad
- b) Alinear correctamente las guías para que el funcionamiento de la compuerta sea el adecuado
- c) Aplicar grasa a las guías de la compuerta para facilitar su instalación
- d) Colocar la compuerta entre las guías y en la articulación
- e) Colocar los componentes de la articulación
- f) Colocar y ajustar los componentes restantes de la compuerta, cables de izaje o cadenas y mecanismos de apertura y cierre
- g) Accionar los mecanismos y/o motores (si existen) para verificar el funcionamiento adecuado de cierre y apertura de la compuerta

Una vez instalada la compuerta se requiere realizar lo siguiente:

1. Revisar la sujeción de la compuerta y sus mecanismos de operación
2. Probar el funcionamiento adecuado del mecanismo de cierre y apertura, abriendo y cerrando la compuerta lentamente

3. En funcionamiento, verificar que no haya fugas a través de las partes móviles y estacionarias, abriendo y cerrando lentamente la compuerta. Si existen fugas, hacer los ajustes necesarios

12.3. CARRETES, EXTREMIDADES Y CODOS DE FIERRO FUNDIDO

Ejemplos de carrete, extremidad y codo se muestran en la Ilustración 12.3.

12.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.3.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar los carretes, extremidades y codos debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar la integridad del recubrimiento
2. Verificar que no tengan grietas

Recomendaciones

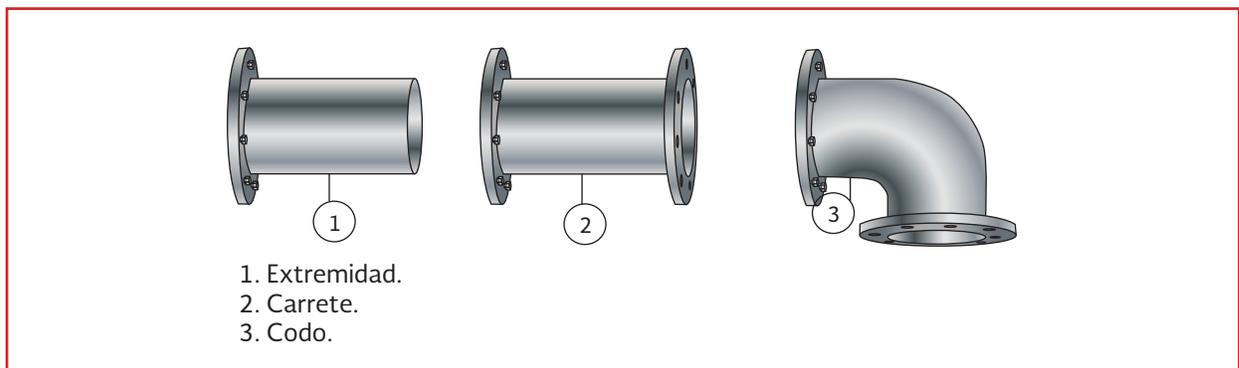
1. Evitar golpear los carretes, extremidades o codos durante su instalación

2. No retirar de los carretes, extremidades o codos los protectores colocados en las bridas hasta el momento preciso en que se van a instalar
3. Cuando se instalen los carretes, extremidades o codos evitar que tengan que soportar parte del peso de la tubería

Al instalar los carretes, extremidades o codos en la tubería aplique el siguiente procedimiento:

1. Limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación del carrete, la extremidad o codo, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad
2. Alinear correctamente los tubos y las bridas con los que se conecta el carrete, extremidad o codo como se muestra en la Ilustración 12.4
3. Colocar juntas adecuadas para las bridas
4. Sujetar el carrete, extremidad o codo con los tubos, apretando los tornillos en ángulos de 180 grados y en el orden que se muestra en la Ilustración 12.5, para evitar distorsiones en las bridas y/o tubos y asegurar el hermetismo adecuado de la unión

Ilustración 12.3 Carrete, extremidad y codo



Una vez que los carretes, extremidades y codos han sido instalados, se requiere probar que no existan fugas a través de la sujeción de los carretes, extremidades y codos con la tubería (juntas).

Si existen fugas revisar nuevamente los elementos de sujeción y/o apretar.

Ilustración 12.4 Alineación de los tubos

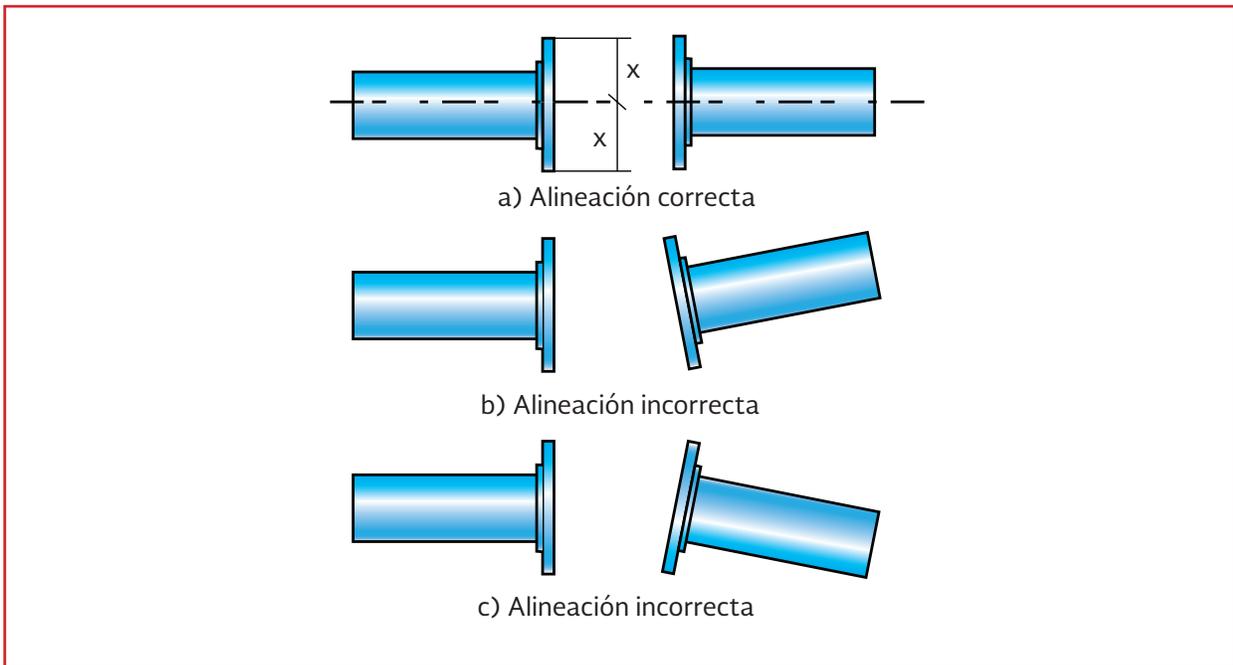
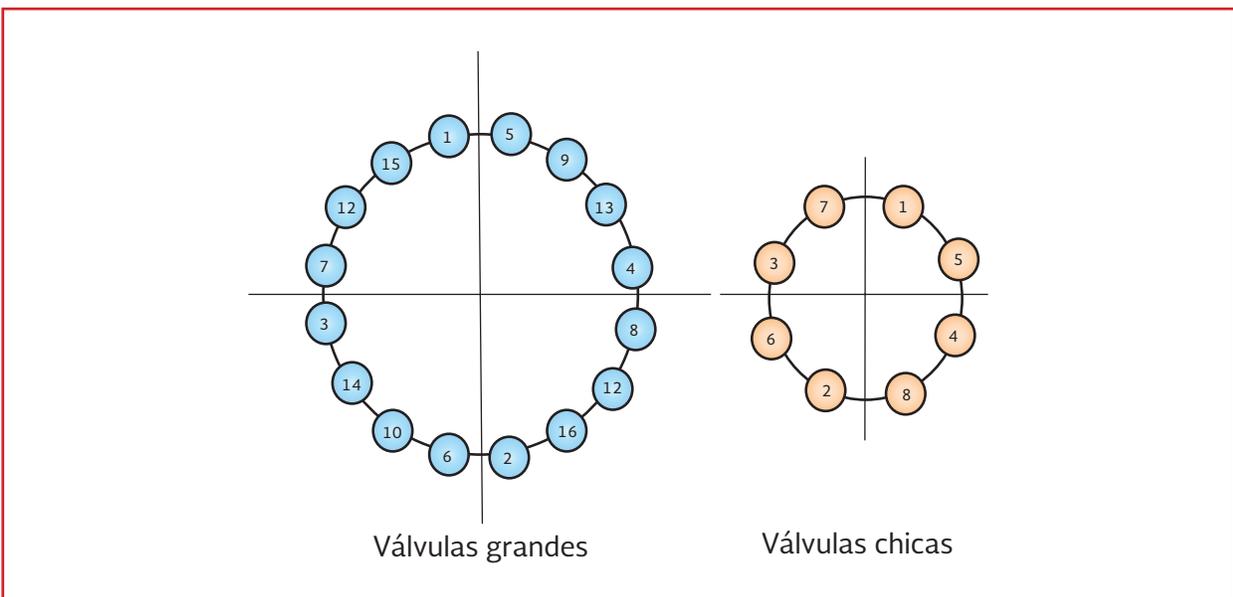


Ilustración 12.5 Orden para apretar tornillos de bridas



12.4. JUNTAS TIPO GIBAULT Y TIPO DRESSER

Las partes principales de las juntas tipo Gibault y Dresser se muestran en la Ilustración 12.6.

12.4.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.4.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar las juntas tipo Gibault y Dresser en la tubería debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etc.)
2. Verificar que no existan componentes rotos

Recomendaciones

1. Evitar golpear las juntas durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y propiciar su mal funcionamiento

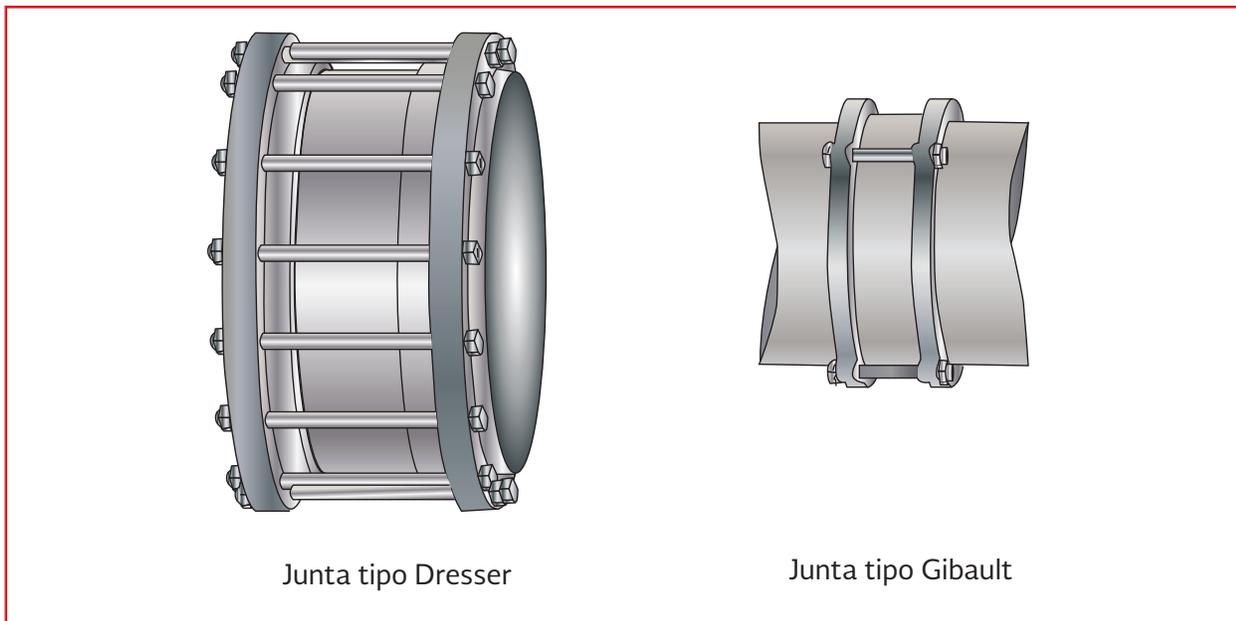
2. Cuando se instalen las juntas evitar que tengan que soportar parte del peso de la tubería

Al instalar las juntas en la tubería aplique el siguiente procedimiento:

1. Limpiar bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación de las juntas, eliminando las partículas remanentes de óxido, gotas de soldadura, polvo y suciedad
2. Alinear los tubos correctamente como se muestra en la Ilustración 10.4
3. Colocar las bridas y sus juntas
4. Colocar el barril
5. Alinear y ajustar tanto las bridas y juntas como el barril
6. Apretar tornillos en el orden que se muestra en la Ilustración 10.5
7. Al poner en servicio la junta nueva, se debe asegurar que no existan fugas a través de las uniones con la tubería

Para concluir, se debe verificar en funcionamiento, que no haya fugas a través de las juntas y las uniones con la tubería. Si existen fugas, revisar nuevamente los elementos de sujeción con la tubería.

Ilustración 12.6 Juntas tipo Dresser y Gibault



12.5. REJILLAS

Es una estructura formada por barrotes que tiene por objeto impedir la entrada en los ductos de cuerpos que flotan en el agua. La Ilustración 12.7 muestra una rejilla típica.

12.5.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.5.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar la rejilla debe considerarse lo siguiente:

Inspección Visual

1. Verificar la integridad de la pintura del recubrimiento

2. Verificar que no existan componentes rotos en la rejilla

Recomendaciones

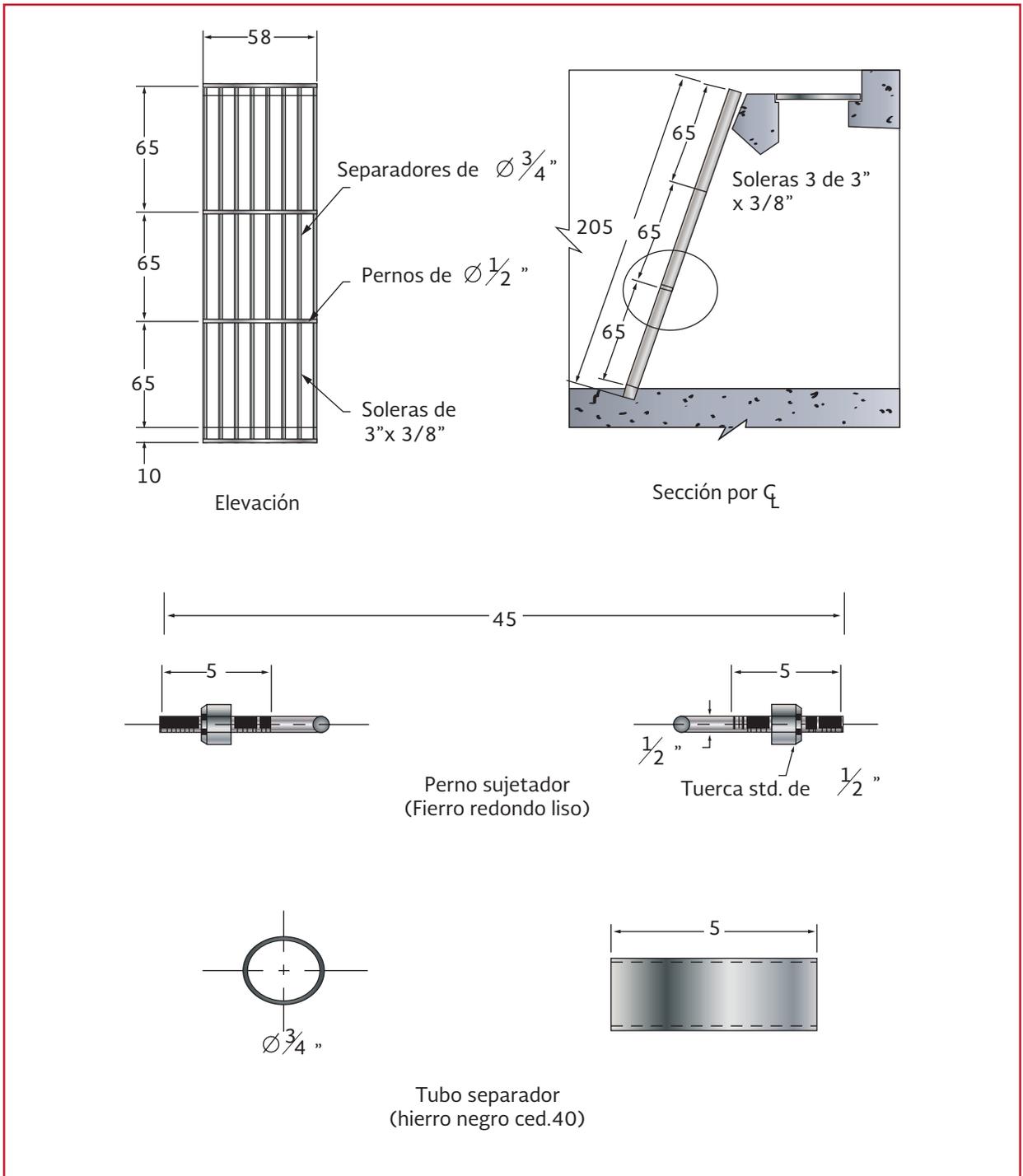
Evitar golpear la rejilla durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañen sus componentes y propicie su mal funcionamiento

Al instalar la rejilla aplique el siguiente procedimiento:

1. Alinear los soportes de la rejilla en un mismo plano
2. Colocar la rejilla sobre los soportes
3. Atornillarla o soldarla a los soportes (si la rejilla es fija)

Verificar el funcionamiento adecuado de la rejilla una vez que haya sido puesta en servicio.

Ilustración 12.7 Rejilla con separadores de tubo y perno



12.6. MÚLTIPLES Y BRIDAS

En la Ilustración 12.8 se muestra un múltiple y bridas para estación de bombeo.

12.6.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

12.6.1.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar debe considerarse lo siguiente:

Inspección visual

Verificar la integridad del recubrimiento anticorrosivo del múltiple.

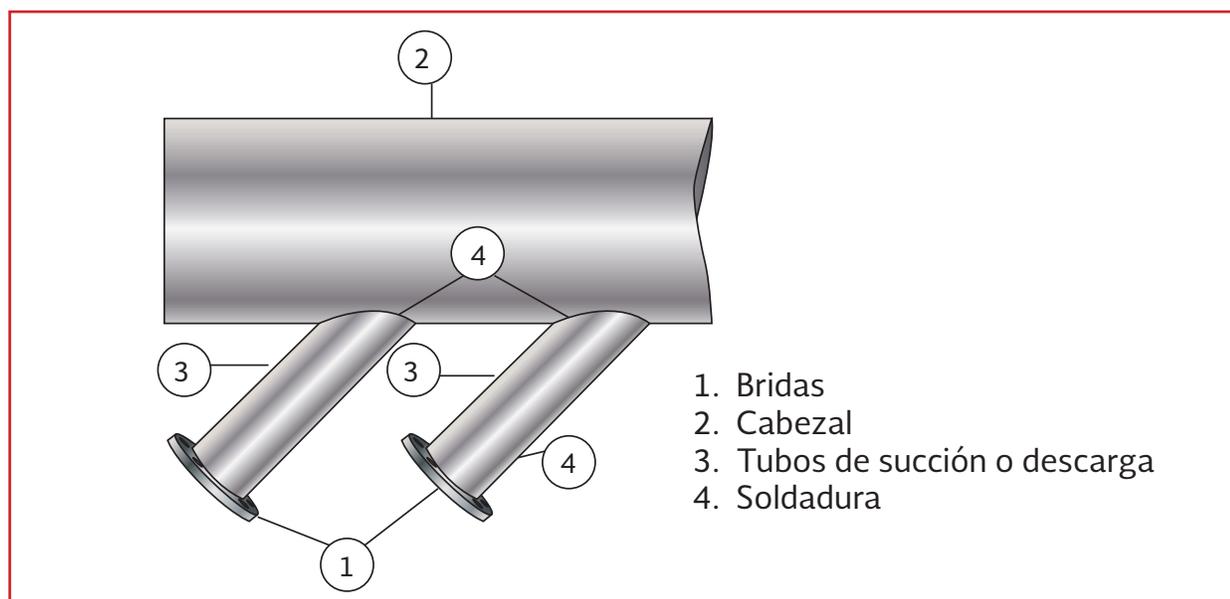
Recomendaciones

Evitar golpear o rallar el múltiple durante su instalación, ya que esto puede provocar que se dañe su recubrimiento.

Al instalar el múltiple aplique el siguiente procedimiento:

1. Perforar el tubo que formará el múltiple de acuerdo con el diámetro de los tubos que se conectarán a él y realizar el bisel adecuado para aplicar la soldadura (considérese el ángulo especificado por diseño en la conexión de los tubos)
2. Cortar los tubos que se unirán al múltiple, y realizar el bisel adecuado de acuerdo con las especificaciones de diseño (véanse los elementos de especificación del procedimiento de soldadura)
3. Limpiar el múltiple y los tubos biselados que serán soldados
4. Alinear los tubos que se unirán al múltiple y mantenerlos en la posición adecuada
5. Soldar los tubos al múltiple, aplicando la soldadura de acuerdo con alguno de los métodos descritos posteriormente
6. Soldar las bridas a los tubos del múltiple que unirán los ramales de succión o des-

Ilustración 12.8 Múltiple y bridas para estación de bombeo



carga, utilizando alguno de los métodos de soldadura descritos posteriormente

12.6.2. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA²⁹

12.6.2.1. Soldadura de arco

Para realizar los trabajos de soldadura aplicada a la instalación de múltiples y bridas, se deben respetar las siguientes especificaciones indicadas en el proyecto.

Metal base

Aplicar el(los) tipo(s) de metal(es) base, en función de las especificaciones del diseño, el cual debe definir su composición química y espesores.

Debe tomarse en consideración que algunas veces se requiere que el metal base sea tratado (tratamiento térmico, trabajo en frío o limpieza) antes de iniciar el proceso de soldadura.

Proceso de soldadura

En el diseño y por tanto en los planos y especificaciones técnicas se deben definir claramente tanto el proceso como las operaciones a ser utilizadas, las cuales deben ser respetadas por el personal que realice la instalación.

Metal de aporte

Aplicar la composición, tipo o clasificación del metal de aporte o relleno que se establece, así como los tipos y tamaños de los electrodos que pueden usarse para soldar diferentes espesores en diferentes posiciones.

Tipo y rango de la corriente

Cuidar que se utilice el tipo de corriente especificada; cuando se requiera corriente directa c.d., se debe tomar en cuenta la polaridad correcta. Además, cuando se tenga que soldar en diferentes posiciones y espesores, así como el rango de corriente para cada tamaño de electrodo.

Tensión para el arco y velocidad de avance

Para la mayoría de los métodos de soldadura por arco se requiere determinar un rango de tensión. Además, para procesos automáticos es necesario establecer rangos para la velocidad de avance. Los cuales deben ser respetados por el personal de instalación.

Diseño de la unión

Verificar las tolerancias permisibles en el diseño de la unión, así como la secuencia de la soldadura, siguiendo los dibujos, especificaciones en normas o la indicación del espesor del metal base así como los detalles de la unión mediante un croquis de la sección transversal.

Preparación de la unión y de la superficie

Se debe preparar las caras de la unión, así como el grado de limpieza requerido.

Con respecto a la preparación de la superficie, ésta puede realizarse mediante un proceso de maquinado o esmerilado seguido por uno de limpieza (utilizando vapor, tela o por inmersión).

29 Fuente: Norma ASME B31.3)

Detalles de la soldadura

Evaluar claramente todos los detalles que puedan afectar la calidad de la soldadura; por ejemplo, respetar el tamaño de electrodo más apropiado para diferentes tipos de uniones y posiciones de trabajo o seguir la secuencia de las fases para depositar el metal de aporte en la unión, tal como se especifique en el proyecto.

Posición para soldar

Lo más adecuado es que el diseñador tome en cuenta la posición (plana, horizontal, vertical y sobrecabezal) en la cual deberá realizarse la soldadura y el personal de instalación debe respetar esta indicación.

Pre calentamiento y temperaturas interfaces

Cuando el pre calentamiento o las temperaturas interfaces sean factores significativos para producir una unión sin defectos o que puedan modificar sus propiedades será necesario establecer límites de temperaturas para llevar a cabo dichos procesos.

Rechazado/repujado

Aunque no se recomienda usar indiscriminadamente el rechazado, en ocasiones éste puede emplearse para evitar el agrietamiento o para corregir distorsiones de la soldadura o del metal base.

Cuando se requiera su utilización, incluir los detalles de su aplicación y las herramientas adecuadas para llevarlo a cabo. Por ejemplo, la aplicación de la soldadura debe efectuarse por capas, para esto, tómesese como referencia la Ilustración 10.16.

Temperatura inicial

El calentamiento de entrada en la mayoría de los casos es de gran importancia durante la soldadura de aceros tratados térmicamente, de metales sensibles a grietas y aleaciones no ferrosas. En cualquier caso en que pueda influir en las propiedades finales de la unión, es necesario atender las especificaciones y los parámetros para su control.

Preparación del segundo lado de la soldadura

Cuando la unión vaya a ser soldada por ambos lados, se debe aplicar el método especificado para preparar el segundo lado y establecer el protocolo de pruebas necesario.

Tratamiento térmico pos soldadura

Cuando se requiera llevar a cabo un tratamiento térmico de pos soldadura, especificar el procedimiento para llevarlo a cabo. Se debe dar una descripción completa del tratamiento a realizar o hacer referencia a un documento aplicable.

Registros

Se debe llevar una serie de registros y respetar los requerimientos específicos y la información que deban contener. Debido a que una especificación puede prepararse de diferentes formas la información anterior no siempre será aplicable a la especificación de todos los procedimientos de soldadura. Algunos procesos especiales requerirán información más detallada, la cual podrá incluirse como notas o instrucciones adicionales. Esto se define en el diseño y debe ser respetado durante la ejecución.

12.6.2.2. Soldadura con llama (gas)

Los elementos básicos que se deben tomar en cuenta para la soldadura con llama son los mismos que en el caso de soldadura con arco; sin embargo, debido a la naturaleza del proceso es necesario incluir otras variables como son:

- Tipo de gas combustible
- Tamaño de boquilla
- Presión del oxígeno y del combustible
- Diseño de la unión y tolerancias
- Puntos a soldar
- Detalles de la soldadura
- Posición
- Detalles de la unión
- Espesor de la placa
- Técnica

Algunas recomendaciones de seguridad para el soldador:

1. Utilizar careta
2. Utilizar guantes
3. Utilizar “overol” y botas
4. Utilizar mascarilla para proteger boca y nariz contra los gases que pueden producirse durante el proceso de soldadura
5. Verificar que no existan gases explosivos en el ambiente donde se va a efectuar la soldadura

12.6.2.3. Métodos de soldadura

Método de soldadura de arco metálico protegido (SMAW):

1. Verificar que las partes que se soldarán tengan la alineación correcta

2. Verificar que las partes que se soldarán estén secas y libres de polvo, grasa o cualquier tipo de suciedad
3. Seleccionar el electrodo adecuado para los materiales que se van a soldar, se recomienda consultar los códigos de soldadura
4. Conectar y encender la máquina eléctrica para soldar (consultar el manual de usuario de la máquina)
5. Conectar una de las terminales de la máquina a las partes que se van a soldar y la otra al electrodo
6. Cerrar el arco, aproximando el electrodo a las partes que se van a soldar
7. Mover el electrodo con la velocidad requerida de acuerdo con las características de la máquina (consultar el manual de usuario)

Método de soldadura con llama (gas)

1. Verificar que las partes que se soldarán tengan la alineación correcta
2. Verificar que las partes que se soldarán estén secas y libres de polvo, grasa o cualquier tipo de suciedad
3. Seleccionar el material de aporte adecuado para los materiales que se van a soldar. Para esto, se recomienda consultar los códigos de soldadura
4. Encender el soplete para soldar (consultar el manual de usuario)
5. Aproximar el material de aporte a las partes que se van a soldar
6. Aproximar la flama del soplete al material de aporte en las partes que se van a soldar
7. Aplicar el material de aporte con la velocidad requerida (consultar código de soldadura)

12.6.2.4. Materiales de soldadura

Los electrodos de soldadura y los metales de aporte utilizados deben producir metal de soldadura que cumpla con lo siguiente:

- La resistencia a la tensión nominal del metal de soldadura debe ser igual o superior a la resistencia mínima especificada para los metales base que se sueldan, o el más débil de los dos si es una junta de dos metales con diferentes resistencias
- El análisis químico nominal del metal de soldadura debe ser similar al análisis químico nominal de los principales elementos de aleación del metal base
- Si se sueldan metales base de distinto análisis químico, el análisis químico nominal del metal de soldadura debe ser similar a cualquiera de los metales base o de una composición intermedia, excepto para aceros austeníticos unidos a aceros ferríticos
- Cuando los aceros austeníticos se unen a aceros ferríticos, el metal de soldadura debe tener, predominantemente, una microestructura austenítica
- Para metales no ferrosos, el metal de soldadura debe ser el recomendado por el fabricante del metal base no ferroso o por asociaciones industriales para dicho metal

12.6.2.5. Materiales de respaldo para soldadura

Al utilizar anillos de respaldo, éstos deberán cumplir con lo siguiente:

- Anillos de respaldo de metal ferroso. Serán de calidad soldable y el contenido de azufre no superará el 0.05 por ciento
- Si se van a soldar dos superficies adyacentes a un tercer elemento, usado como anillo de respaldo, y uno o dos de los tres son ferríticos y el otro o los otros dos son austeníticos, entonces el uso satisfactorio de tales materiales se deberá demostrar con la calificación del procedimiento de soldadura
Los anillos de respaldo pueden ser de maquinado continuo o del tipo de banda partida. Algunos tipos de uso común se muestran en la Ilustración 12.9
- Anillos de respaldo de materiales no ferrosos y no metálicos. Se pueden utilizar anillos de respaldo de material no ferroso o no metálico, siempre y cuando el diseñador apruebe su uso

12.6.2.6. Insertos consumibles

Se pueden utilizar insertos consumibles, siempre y cuando tengan la misma composición nominal del metal de aporte, no causen una alea-

ción degradante del metal de soldadura. En la Ilustración 12.9 inciso d a f, se muestran algunos tipos de uso común.

12.6.2.7. Preparación para la soldadura

Limpieza. Las superficies interiores y exteriores que se cortarán térmicamente o se soldarán, deberán estar limpias y libres de pintura, aceite, herrumbre, incrustaciones y cualquier otro material que pudiera causar daño a la soldadura o al metal base durante la aplicación del calor.

Preparación final

- Información general. Se considera aceptable la preparación final sólo cuando la superficie esté razonablemente suave y lisa, y la escoria del corte por arco u oxígeno se haya retirado de la superficie cortada térmicamente. La decoloración remanente en la superficie cortada térmicamente no se considera una oxidación nociva
- Se considera aceptable la preparación final para las soldaduras de ranura especificadas en la norma ASME B16.25 vigente, o cualquier otra que cumpla con la especificación de soldadura. Ilustración 12.10 inciso a y b, muestra los ángulos mitrados básicos de ASME B16.25 vigente y algunos ángulos mitrados en J adicionales

Soldaduras circunferenciales

- Si los extremos de los componentes han sido cortados como se muestra en Ilus-

tración 12.9 inciso a o b, para ajustarse a los anillos de respaldo o a los insertos consumibles, o como se muestra en la Ilustración 12.11 inciso a o b, para corregir el desalineamiento interior, tal corte no deberá reducir el espesor de la pared terminada por debajo del espesor de pared mínimo requerido, t_m (espesor de pared mínimo requerido, incluyendo tolerancias mecánicas, por corrosión y por erosión)

- Se pueden rebajar los extremos de los componentes para permitir que el anillo de respaldo quede completamente alojado, siempre y cuando el espesor neto remanente de los extremos terminados no sea inferior a t_m
- Se permite adaptar los extremos de tuberías de un mismo tamaño nominal a fin de mejorar la alineación, si se mantienen los requisitos del espesor de pared
- Cuando sea necesario, se puede depositar metal de soldadura en el interior o en el exterior del componente para permitir la alineación o para realizar un maquinado que garantice el asentamiento satisfactorio de los anillos o insertos
- Cuando las juntas soldadas en ranura circunferenciales o mitradas en componentes con diferentes espesores de pared y uno es más de 1.5 veces el espesor del otro, la preparación final y la geometría deberán estar de acuerdo con los diseños aceptables para espesores desiguales indicados en ASME B16.25 vigente

- Los accesorios soldados a tope fabricados se pueden cortar para producir una junta angular para su unión a un tubo o a otros accesorios soldados a tope, siempre y cuando el desplazamiento angular total producido entre las dos partes unidas no exceda los tres grados

Alineación

Soldaduras circunferenciales

- Las superficies internas de los componentes a unirse mediante soldaduras en ranura circunferenciales o mitradas estarán alineadas dentro de los límites dimensionales según la especificación del procedimiento de soldadura y el diseño de ingeniería
- Si las superficies externas de los componentes no están alineadas, la soldadura debe tener una transición entre ellas

Soldaduras de conexiones de ramales

- Las conexiones de ramales que se encuentren sobrepuestas a la superficie exterior de la tubería principal se contornearán, Ilustración 12.12 inciso a y b
- Las conexiones de ramales insertadas a través de una abertura en la tubería principal se introducirán hasta alcanzar, al menos, la superficie interior de dicha tubería en todos los puntos, observe la Ilustración 12.12 inciso c
- Las aberturas de la tubería principal para las conexiones de ramales no se desviarán del contorno requerido en una di-

mensión superior a m como lo muestra la Ilustración 12.12. De ser necesario, para cumplir con esto, se puede agregar metal de soldadura para rectificar

Requisitos de soldadura

- Se le asignará un símbolo de identificación a cada soldador y operador calificado. Salvo especificación contraria en el diseño de ingeniería, se marcará con el símbolo de identificación del soldador u operador de soldadura, cada soldadura que soporte presión o en el área adyacente a ésta. Como alternativa al marcado de la soldadura, se llevarán registros apropiados
- Los puntos de armado en la raíz de la junta deben realizarse con un metal de aporte equivalente al que se utilizará en el pase de raíz. Los puntos de armado deben realizarlos soldadores u operadores de soldadura calificados. Los puntos de armado deben fundirse en el pase de raíz, excepto que aquellos que se encuentren agrietados deben removerse. Se eliminarán los puntos de armado puenteados (arriba de la soldadura)
- Se prohíbe el martillado en el pase de raíz y en el pase final de una soldadura
- No se realizará ninguna soldadura en áreas expuestas a lluvia, nieve, aguanieve, viento excesivo o si el área para soldar está helada o mojada
- Válvulas con los extremos para soldar. Toda secuencia y procedimiento de soldadura, así como cualquier tratamiento térmico, realizado a una válvula con el ex-

tremo para soldar, será tal que conserve la hermeticidad del asiento de la válvula

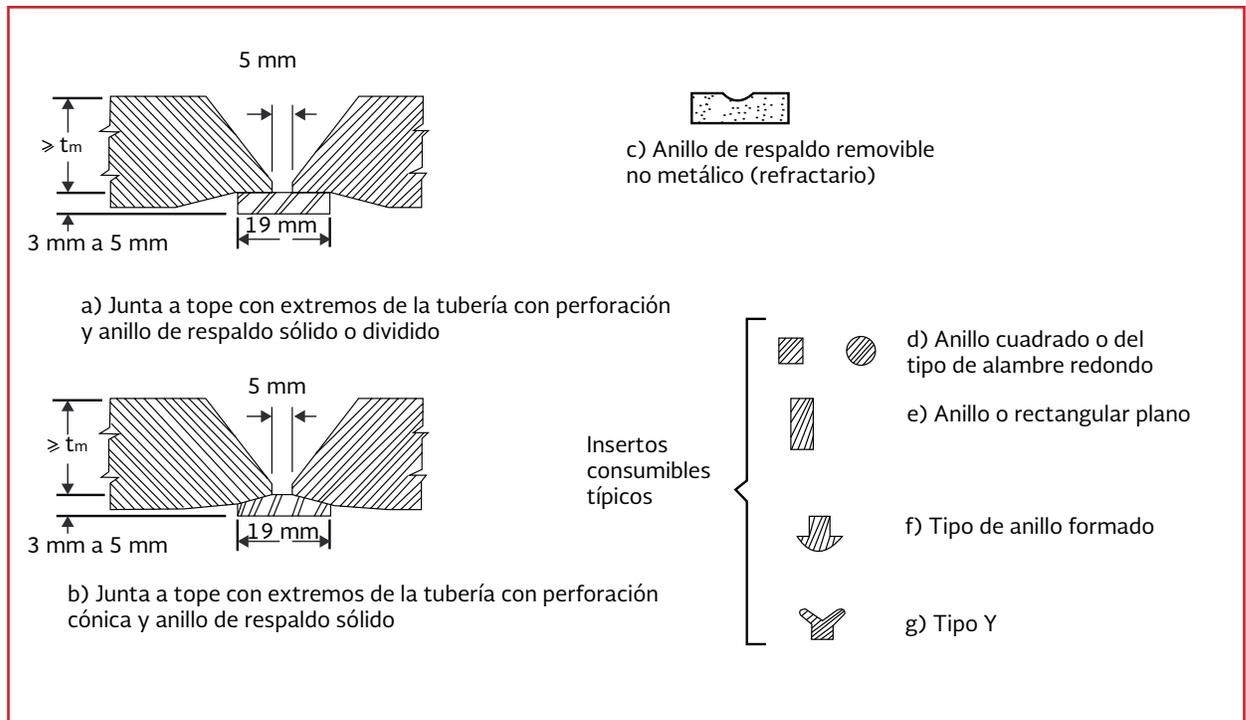
Soldaduras de filete y embonada

- Las soldaduras de filete (incluidas las embonadas) pueden variar de convexas a cóncavas. El tamaño de la soldadura de filete se determina tal y como se muestra en la Ilustración 12.13. La Ilustración

12.14 muestra los detalles típicos de soldadura para las bridas de deslizamiento y tipo embonada, y en la Ilustración 12.15 se muestran las dimensiones mínimas de soldaduras para otros componentes con soldadura embonada

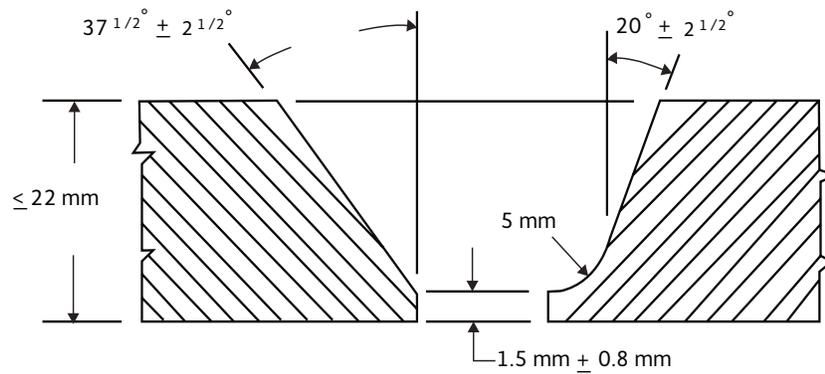
- Si se realiza una única soldadura en bridas de deslizamiento, ésta estará en el cubo de la brida Ilustración 12.16

Ilustración 12.9 Anillos de respaldo e insertos consumibles típicos.

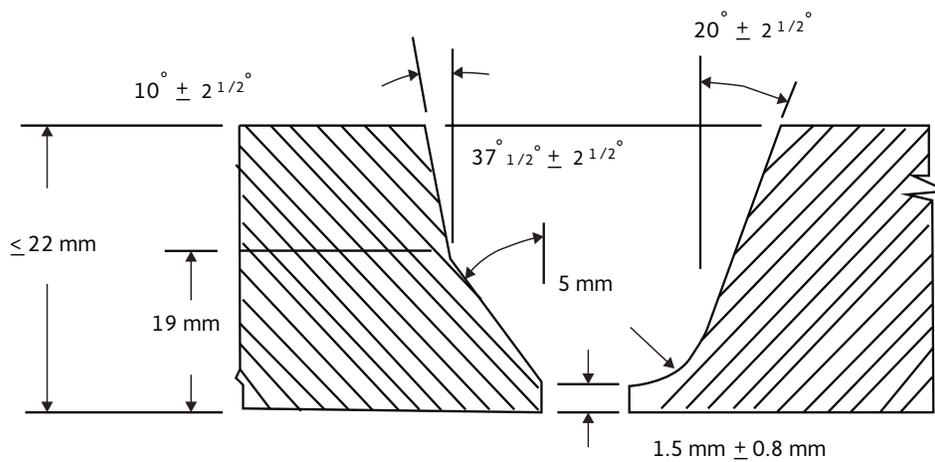


Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.10 Preparación de extremos para soldadura a tope típicos.



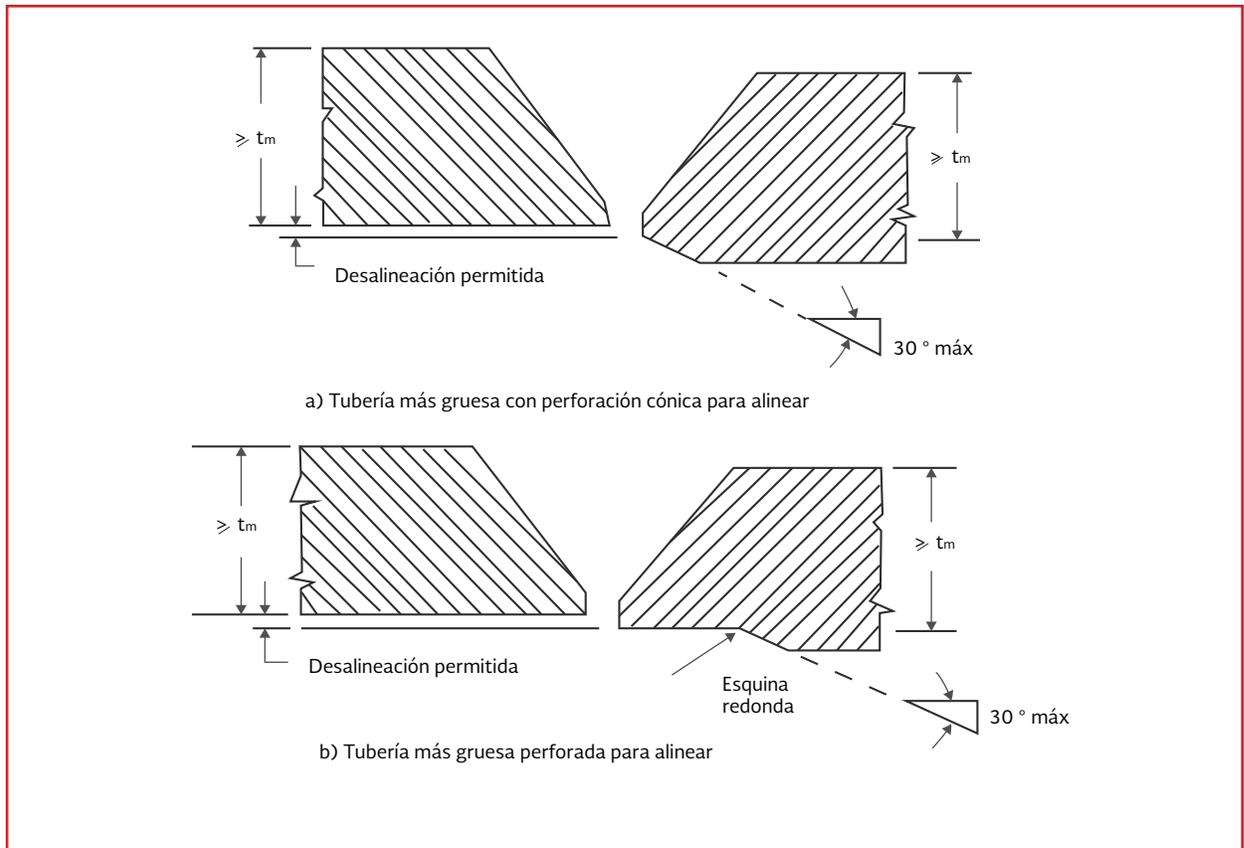
a) Espesor de la pared de 6 mm a 22 mm, inclusive (3/16 pulg. ± 7/8 pulg.)



b) Espesor de la pared mayor de 22 mm

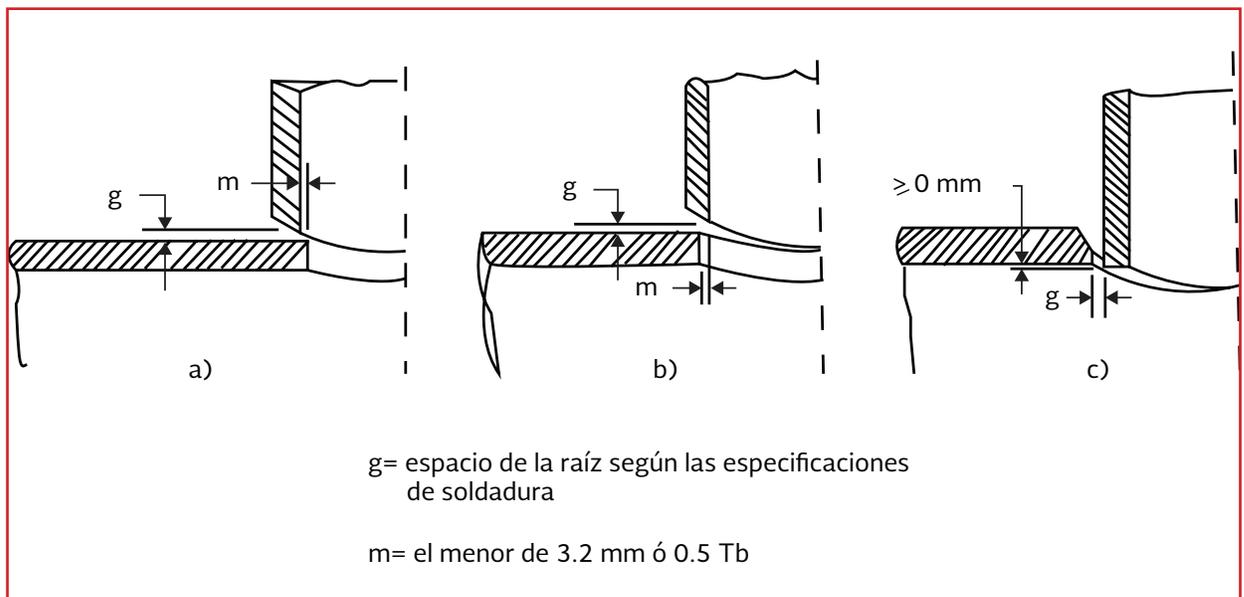
Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.11 Desalineaciones permitidas.



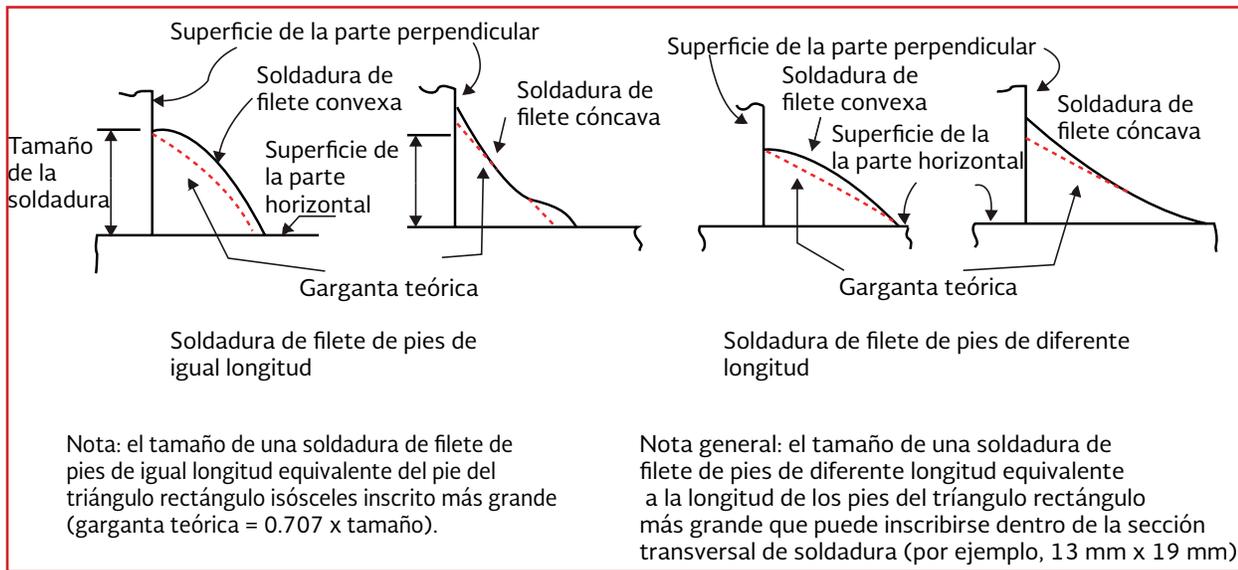
Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.12 Preparación para conexiones a ramales.



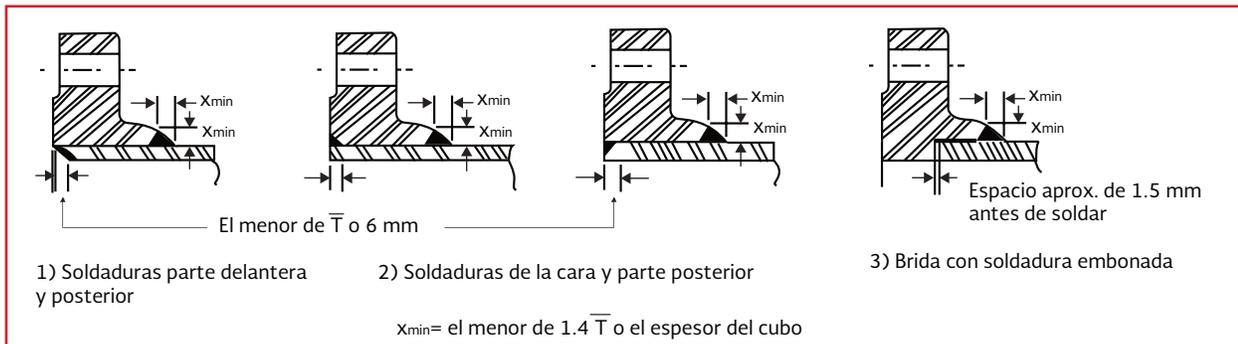
Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.13 Tamaños de soldadura de filete.



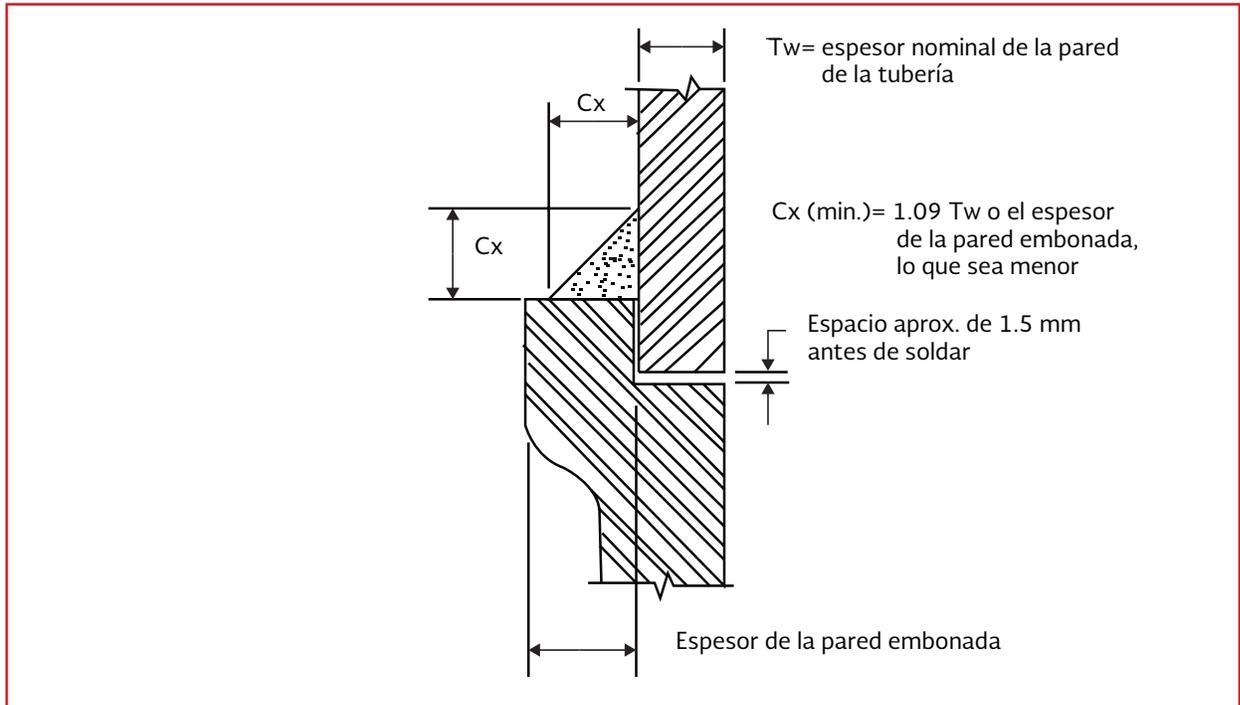
Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.14 Detalles típicos para bridas con accesorios soldados con soldadura tipo deslizante doble y embonada.



Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.15 Dimensiones mínimas de soldadura para componentes con soldadura embonada.



Fuente: Norma ASME B31.3

Ilustración 12.16 Procesos de soldadura

Posición de la soldadura				
Tamaño del filete	Base 1F	Horizontal 1F	Vertical hacia arriba 1F	Por encima de la principal 4F
1/4				
1/2				
3/4				

Ilustración 10.16 Procesos de soldadura (continuación)

Espesor del material	Posición de la soldadura				
	Plano 1G	Horizontal 2G	Vertical arriba 3G (U)	Vertical de abajo 3G (O)	
3/8					
1/2					
5/8					

Posición de la soldadura	Electrodo de soldadura sugerido	Diámetro de electrodo por espesor de material (pulg)		
		1/4	1/2	3/4
1G	E6010	3/16	3/16	3/16
2G	E6010	3/16	3/16	3/16
	E7018	5/32	5/32	5/32
3G (U)	E6010	5/32	5/32	5/32
3G (D), 4G	E7018	5/32	5/32	5/32

Posición de la soldadura	Electrodo de soldadura sugerido	Diámetro de electrodo por espesor de material (pulg)		
		1/4	1/2	3/4
1F, 2F	E7024	1/4	1/4	1/4
3F (U)	E7018	5/32	5/32	5/32
4F	E6010	3/16	3/16	3/16
	E7018	5/32	5/32	5/32

Espesor del material (in)	Posición de la soldadura
1/8	Todas las posiciones
3/16	
1/4	

Posición de la soldadura	Electrodo de soldadura sugerido	Diámetro de electrodo por espesor de material (pulg)		
		1/8	3/16	1/4
1G	E6010	3/32	1/8	5/32
2G, 3G (U)	E6010, E6012			
3G(D), 4G	E6014, E6013	3/32	1/8	5/32

Ilustración 10.16 Procesos de soldadura (continuación)

Espesor de material (pulg)				
	Plano 1 G	Horizontal 2G	Vertical arriba vertical abajo 3G (U y D)	Desde arriba
1				
2 y más				

Posición de la soldadura	Electrodo de soldadura sugerido	Diámetro de electrodo por espesor de material (pulg)		
		1/8	3/16	1/4
1G	E6010	3/32	1/8	5/32
2G, 3G (U)	E6010, E6012	3/32	1/8	5/32
3G (D), 4G	E6014, E6013	3/32	1/8	5/32

12.7. PINTURA³⁰

El acero sin protección en la atmósfera, en el agua y en el suelo está sujeto a la corrosión que pueden provocar daños. Por lo tanto, para evitar daños por corrosión, las estructuras metálicas están protegidas normalmente para soportar las tensiones de corrosión durante la vida de servicio requerido de la estructura.

Existen diferentes maneras de proteger una estructura metálica de la corrosión. La ISO 12944

trata de la protección por los sistemas de pintura y cubiertas, todas las características que son importantes en el logro de protección contra la corrosión adecuada.

Los acabados de tuberías, múltiples, válvulas, rejillas, piezas especiales, equipos de bombeo, cárcamos, como lo es pintura deberá seguir los lineamientos y recomendaciones de la normatividad tanto para agua cruda, potable, residual y tratada (ASTM , ANSI , NOM y etcétera).

30 Fuente: ISO 12944:1998



13

GRÚAS

13.1. GRÚAS Y MONTACARGAS

13.1.1. MÉTODOS DE ALAMBRADO.

Los conductores deben instalarse en canalizaciones o ser cable Tipo AC con el conductor de puesta a tierra aislado, cable tipo MC o MI, a menos que se permita de otra manera en los siguientes incisos:

- a) Conductores de contacto. Los conductores de contacto no requieren estar dentro de canalizaciones
- b) Conductores expuestos. No se requiere que longitudes cortas de conductores expuestos en resistores, colectores y otro equipo, estén dentro de canalizaciones
- c) Conexiones flexibles para motores y equipos similares. Cuando sean necesarias conexiones flexibles para los motores y equipos similares, se deben usar conductores flexibles trenzados. Los conductores deben estar en tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cables multiconductores o

en canalizaciones flexibles no metálicas aprobadas

- d) Estación de botones en el cable multiconductor. Cuando se utilice un cable multiconductor con una estación de botones colgando, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria para que proteja a los conductores eléctricos contra esfuerzos mecánicos
- e) Flexibilidad a partes móviles. Cuando se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de cable festón o un cordón adecuado para el propósito

13.1.2. INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE CONTACTO

Los conductores de contacto deben cumplir con:

- a) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto de la pista de la grúa deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan tocar accidentalmente las partes energizadas

b) Conductores de contacto. Los conductores que se utilicen como conductores de contacto deben estar fijos en sus extremos por medio de aisladores de tensión y deben montarse sobre aisladores, de forma que el límite de desplazamiento del conductor no lo aproxime a menos de 4.0 centímetros de la superficie sobre la que está instalado el conductor

c) Soportes a lo largo de la pista de la grúa. Los conductores de contacto instalados a lo largo de la pista de la grúa deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6.00 metros, a menos que se permita de otra manera en inciso(f)

Dichos conductores deben estar separados entre sí no menos de 15 centímetros, excepto en los monorrieles para montacargas, donde se permite una separación no menor que 7.50 centímetros. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12.00 metros, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores

d) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar separados por lo menos 6.5 centímetros, y cuando el largo del puente sea mayor que 24.00 metros se deben colocar caballetes aislantes a intervalos no mayores de 15.00 metros

e) Soportes para conductores rígidos. Los conductores a lo largo de la pista de la grúa y puente de la grúa, que sean del

tipo rígido, y que no estén dentro de un ensamble encerrado, se deben instalar sobre soportes aislantes separados a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4.50 metros y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no menor que 2.5 centímetros

f) Rieles como conductor del circuito. Los rieles de monorriel, rieles del carro o rieles de la pista de la grúa pueden ser utilizados como un conductor de corriente para una fase de un sistema trifásico de corriente alterna alimentando al transportador, a la grúa o al carro, (traslación del puente, elevación o traslación del carro) y siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

1. Los conductores de las otras dos fases están aislados
2. El suministro de energía para todas las fases proviene de un transformador de aislamiento
3. La tensión no debe ser mayor que 300 volts
4. El riel que sirva como conductor debe estar “unido” al conductor de puesta a tierra en el transformador y también se permite conectarlo a tierra por medio de los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura

- g) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todas las secciones de los conductores deben estar mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua
- h) No alimentación a otro equipo. Los conductores de contacto no deben utilizarse como alimentadores para otro equipo que no sean la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron diseñados

13.1.3. MEDIO DE DESCONEXIÓN

Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la pista de la grúa y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad de conducción continua no menor que la calculada. Este medio de desconexión debe consistir en un interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor de caja moldeada. Dicho medio de desconexión debe ser:

1. Accesible fácilmente y operable desde el nivel del piso
2. Capaz de ser bloqueado en la posición abierta
3. Abre simultáneamente todos los conductores de fase
4. Ubicado a la vista desde los conductores de contacto de la pista de la grúa

Medios de desconexión para grúas y montacargas de monorriel

Se debe instalar en las terminales de los conductores de contacto, en las pistas de la grúa, o en otras fuentes de alimentación para todas las

grúas y montacargas de monorriel, un desconectador o un interruptor automático o un interruptor de

caja moldeada para el circuito del motor. El medio de desconexión debe poder bloquearse en la posición de “abierto”.

Se puede omitir el medio de desconexión cuando un montacarga de monorriel o grúa de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:

1. La unidad se controla desde el piso
2. La unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación
3. No exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.

Cuando el medio de desconexión no esté accesible fácilmente desde el puesto de mando de la grúa o montacarga de monorriel, se debe disponer en el puesto de mando de medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o montacarga de monorriel.

13.1.4. CONTROL

Interruptores de límite. Se debe instalar un interruptor de límite u otro dispositivo para impedir que la carga sobrepase el límite superior de seguridad del recorrido de todos los mecanismos de levantamiento.

Espacio libre de trabajo. La dimensión del espacio libre de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servi-

cio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 76 centímetros. Donde los controles estén encerrados en envolventes, las puertas de los mismos deberán abrir 90° por lo menos o deben ser desmontables.

13.1.5. PUESTA A TIERRA

Todas las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente en grúas, montacargas de monorraíl, montacargas y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben estar unidas, ya sea por conexiones mecánicas o por puentes de unión, de tal modo que la grúa completa o el montacarga sean una trayectoria de corriente de fallas a tierra.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento de metal a metal, deben ser consideradas como eléctricamente unidas entre sí a través de las superficies de rodamiento, para propósitos de puesta a tierra. Los chasis de los carros de la grúa y del puente de la grúa no deben ser considerados como eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles. Se debe prever aparte un conductor de unión.

13.2. GRÚA VIAJERA MANUAL

Las partes principales de la grúa viajera manual se muestran en la Ilustración 13.1 e Ilustración 13.2.

13.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

La conformación de las grúas viajeras manuales varía según el diseño y las recomendaciones de los instructivos de instalación de los propios fabricantes; pero en general, se integran de los sistemas: trabe carril, carro, puente, sistema motriz manual y sistema de elevación de la carga manual. Conviene mencionar que existen algunos diseños de grúas viajeras manuales con una sola trabe carril, en las cuales no existe el puente. También, existen algunos diseños que combinan movimientos manuales y por medio de motores eléctricos.

13.2.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

13.2.2.1. Instalación del Equipo

Antes de instalar la grúa viajera manual debe realizarse una inspección visual.

Ilustración 13.1 Partes de una grúa viajera manual

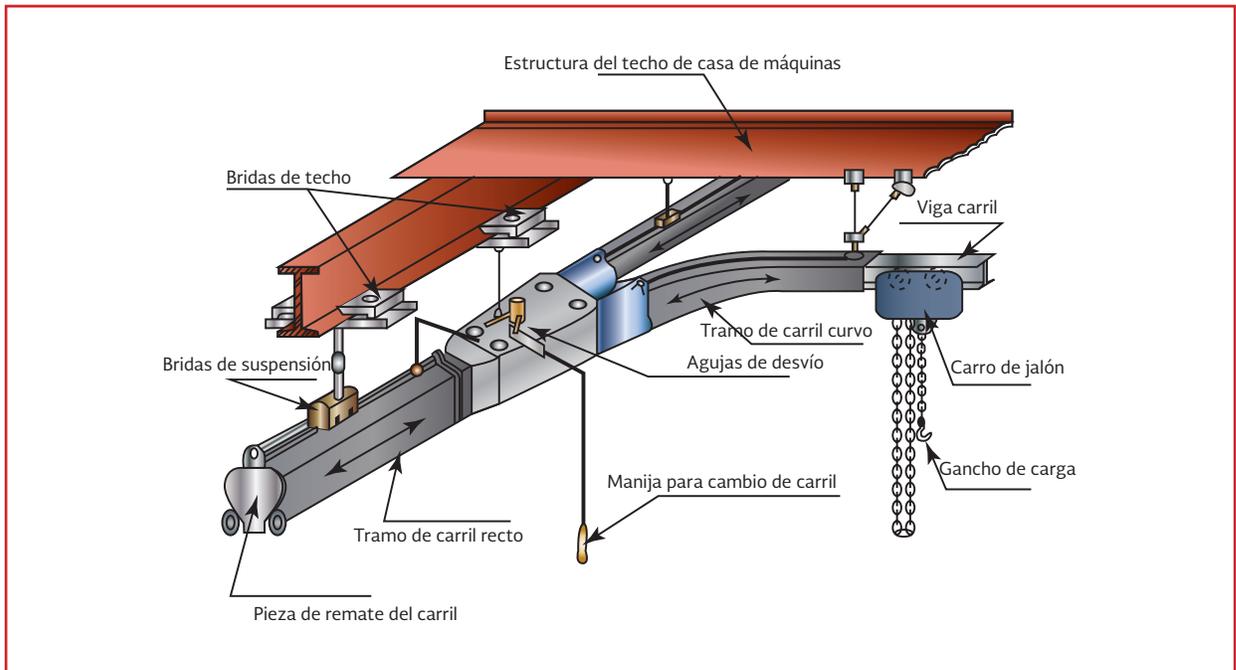


Ilustración 13.2 Grúa manual



Inspección visual

1. Verificar que los sistemas principales de la grúa estén completos:
 - a) Puente
 - b) Cadenas de maniobras
 - c) Aparejos inferior y superior
 - d) Carros cabezal y portante
 - e) Sistema de carga: ruedas (o tambores), cadenas de carga (o cables) y gancho
 - f) Eslingas
2. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etc.)
3. Verificar que no existan componentes rotos en cada uno de los sistemas

Recomendaciones

En la instalación de la grúa viajera manual se requiere por lo menos la ejecución del procedimiento siguiente:

1. Alinear los carriles de la grúa con precisión a la anchura correcta en toda la longitud de la carrera
2. Colocar los carriles de la grúa horizontalmente (pendiente cero)
3. Escuadrar las vigas con los carros de traslación
4. Utilizar los pernos de ajuste proporcionados con la grúa para hacer la conexión entre las vigas y los carros de traslación (carros cabezal)
5. No perforar agujeros para permitir la entrada de pernos de conexión en ninguna parte de las estructuras
6. Comprobar que todos los pernos de conexión se hayan tensado adecuadamente

7. Quitar cualquier artículo suelto, tal como pernos, martillos, llaves, etc., que pueden haberse dejado inadvertidamente sobre la parte superior del carro o vigas o sobre la plataforma
8. Limpiar cualquier derrame de aceite que pueda haber ocurrido durante la erección. Si existen restos de aceite deben limpiarse todas las manchas
9. Engrasar cuidadosamente cada cojinete de la grúa y verificar la caja de engranaje en cuanto al aceite
10. Engrasar los cables izadores (si es el caso)

13.3. GRÚA VIAJERA ELÉCTRICA

13.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

La conformación de las grúas viajeras eléctricas varía según el diseño y el fabricante; pero en general, se integran de los sistemas: trabe carril, carro, puente, sistema eléctrico y sistema de elevación de la carga, ver Ilustración 13.3.

13.3.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

13.3.2.1. Instalación del equipo

Antes de instalar la grúa viajera eléctrica debe realizarse una inspección visual, ver Ilustración 13.4 Elementos de una grúa viajera eléctrica.

Inspección visual

1. Verificar que los sistemas principales de la grúa estén completos:
 - a) Puente

- b) Sistema eléctrico
 - c) Aparejos inferior y superior
 - d) Carros cabezal y portante
 - e) Sistema de carga: malacate, cable de carga y gancho
 - f) Eslingas
2. Verificar que no falten piezas (tornillos, tuercas, etc.)
 3. Verificar que no existan componentes rotos en cada uno de los sistemas

Recomendaciones

En la instalación de la grúa viajera eléctrica se requiere por lo menos la ejecución del procedimiento siguiente:

1. Alinear los carriles de la grúa con precisión a la anchura correcta en toda la longitud de la carrera
2. Colocar los carriles de la grúa horizontalmente (pendiente cero)
3. Escuadrar las vigas con los carros de traslación
4. Utilizar los pernos de ajuste proporcionados con la grúa para hacer la conexión entre las vigas y los carros de traslación (carros cabezal)

5. No perforar agujeros para permitir la entrada de pernos de conexión en ninguna parte de las estructuras
6. Comprobar que todos los pernos de conexión se hayan tensado adecuadamente
7. Quitar cualquier artículo suelto, tal como pernos, martillos, llaves, etc., que pueden haberse dejado inadvertidamente sobre la parte superior del carro o vigas o sobre la plataforma
8. Limpiar cualquier derrame de aceite que pueda haber ocurrido durante la erección. Si existen restos de aceite deben limpiarse todas las manchas
9. Engrasar cuidadosamente cada cojinete de la grúa y verificar la caja de engranaje en cuanto al aceite
10. Engrasar los cables izadores
11. Conectar eléctricamente el equipo

Nota Importante:

Nota: Como complemento al procedimiento de instalación de una grúa en particular, se requiere consultar el manual de instalación del fabricante, y seguir fielmente las indicaciones listadas.

Ilustración 13.3 Grúa viajera eléctrica

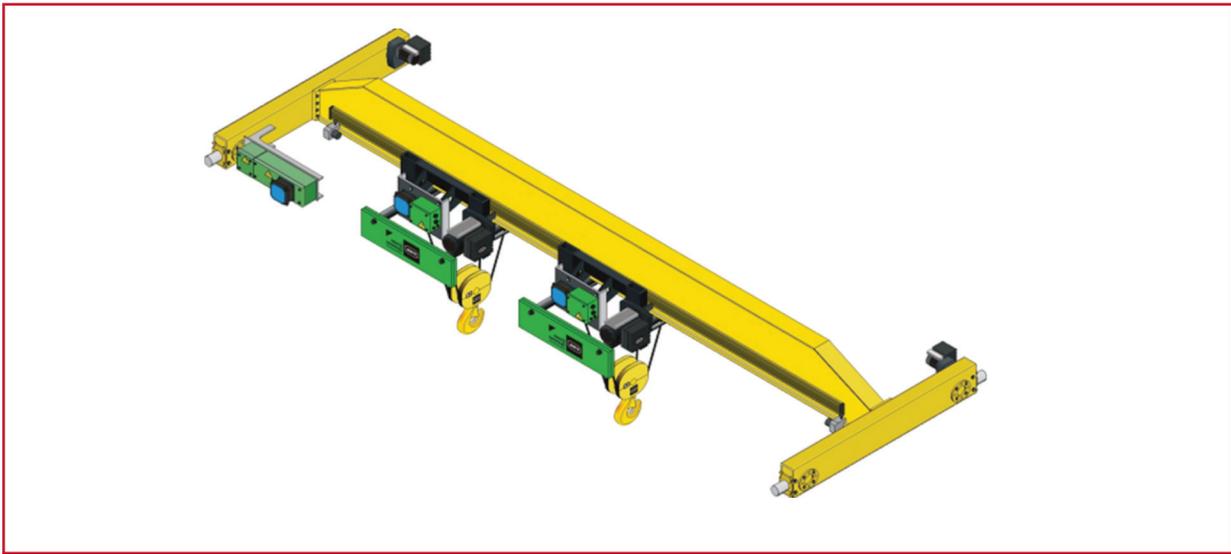
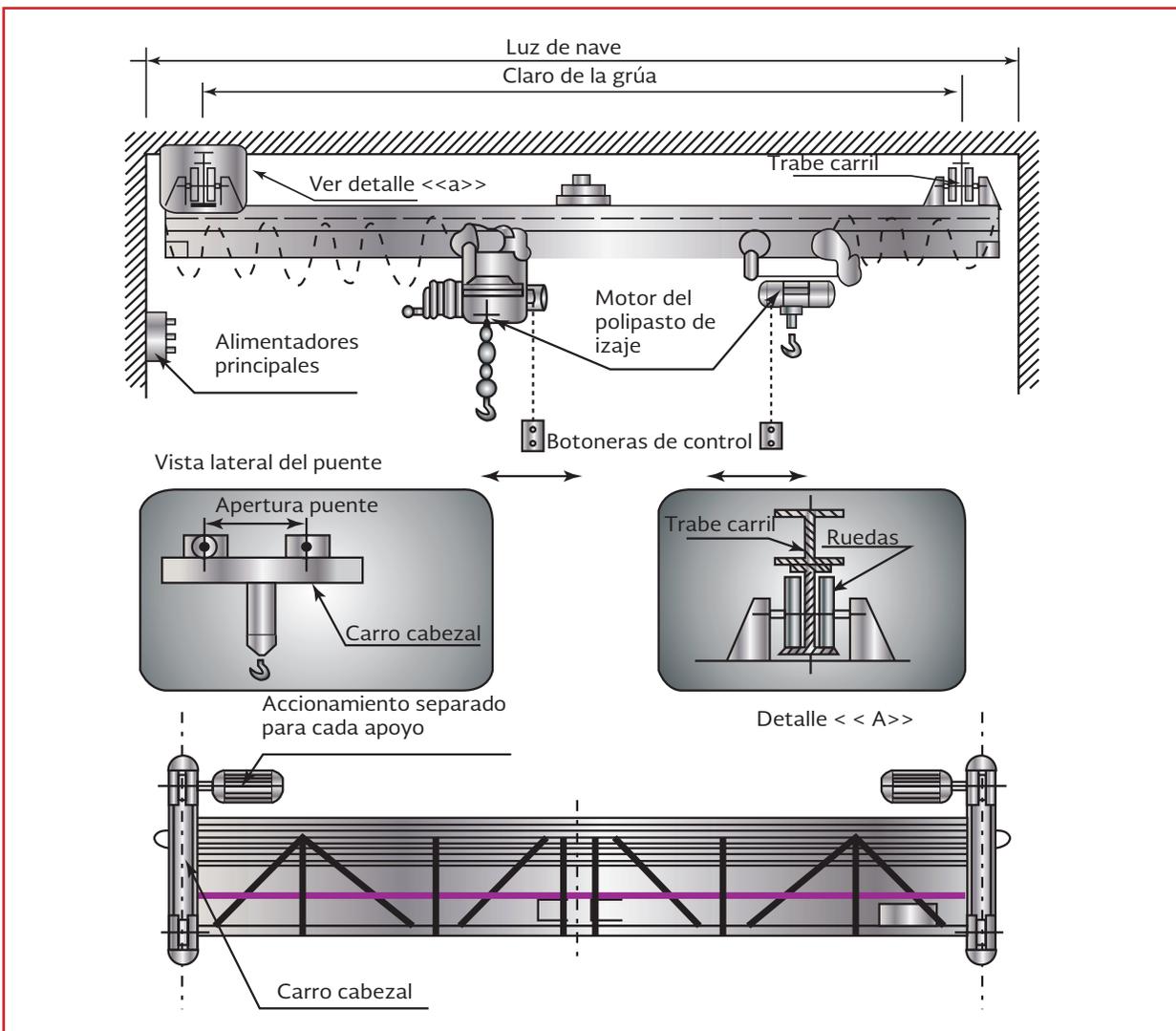


Ilustración 13.4 Elementos de una grúa viajera eléctrica



14

SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO

14.1. PRÁCTICAS

La alta tensión y las partes rotatorias de una máquina pueden causar daños serios o fatales, si no se manejan adecuadamente. Una instalación segura, así como la operación y el mantenimiento deben ser realizados por personal capacitado.

En el manejo y operación de las máquinas, aparatos e instalaciones eléctricas se deben satisfacer las medidas mínimas de seguridad a fin de evitar accidentes, tanto en los propios equipos como al personal que los opera.

Los motores y transformadores eléctricos instalados en las estaciones de bombeo, deberán estar sujetos a medidas de protección para evitar accidentes que pongan en peligro la vida de los operadores.

Los conductores desnudos o aquellos cuyo aislamiento sea insuficiente y los de alta tensión en todos los casos, se deberán encontrar fuera del alcance de la mano del operador y cuando esto no sea posible, deberán ser eficazmente protegidos, con objeto de evitar cualquier contacto.

Las celdas o compartimentos de los transformadores, interruptores, arrancadores, aparatos de medición y protección, etc., de las estaciones de bombeo, deberán estar convenientemente dispuestos y protegidos, con objeto de evitar todo contacto peligroso y el acceso a los mismos deberá ser tal que permita la circulación holgada de los operarios para realizar, sin riesgo alguno, sus labores cotidianas.

En todas las máquinas, aparatos, líneas, etc., que por trabajar a alta tensión ofrezcan grave peligro para la vida, se hará constar así mediante carteles con la indicación de peligro.

Las lámparas portátiles (extensiones), deberán ofrecer garantías de seguridad para el personal que haya de manejarlas; estarán provistas de mango aislante, dispositivo protector de la lámpara, cable resistente y se procurará no conectarla a tensión superior a 120 volts.

En todas las estaciones de bombeo se dispondrá de un botiquín con el material preciso para curaciones de emergencia, las que por su poca gravedad, no requieran de intervención médica.

Es importante observar prácticas de seguridad para proteger al personal de algún daño posible.

El personal debe instruirse para:

1. Evitar contacto con circuitos energizados o partes rotatorias
2. Antes de manejar conexiones eléctricas, siempre desconecte la alimentación eléctrica en el arrancador del motor, caja de fusibles o circuito interruptor. Verifique doblemente, para estar seguro de que la energía ha sido desconectada y que no puede conectarse mientras usted esté trabajando con el equipo
3. Actúe con precaución
4. Esté seguro que la unidad esté conectada a tierra
5. Esté seguro que el equipo o la instalación se encuentre apropiadamente protegido para prevenir el acceso de niños u otras personas no autorizadas
6. Verifique que los dispositivos de protección, en partes rotatorias, estén instalados antes de operar el equipo
7. Evite una exposición prolongada en equipos con altos niveles de ruido
8. Esté familiarizado con el equipo leyendo todas las instrucciones totalmente, antes de operarlo

Es muy importante que el personal que opera y mantiene equipo eléctrico, observe permanentemente buenos hábitos de seguridad, para evitar daños a sí mismo o a los equipos. Para esto, se dan a continuación las siguientes recomendaciones:

1. Quite toda la energía y aterrice todos los puntos de alta tensión antes de tocarlos
2. Este seguro que la energía no puede ser restablecida accidentalmente

3. No trabaje sobre equipo no aterrizado
4. Mientras se trabaje alrededor de equipo eléctrico, muévase con precaución. "NUNCA CORRA"
5. Esté seguro de un apoyo correcto de los pies, para un buen balance
6. No se precipite al caérsele alguna herramienta
7. No examine equipo "vivo" cuando este física o mentalmente fatigado
8. Coloque una mano en su bolsillo cuando examine equipo eléctrico energizado
9. No toque equipo eléctrico parado en pisos metálicos, concreto húmedo u otras superficies bien aterrizadas
10. No maneje equipo eléctrico con ropas húmedas (particularmente zapatos mojados) o mientras su piel esté húmeda
11. Nunca trabaje bajo la lluvia
12. Recuerde que mientras más conozca de equipo eléctrico, está más expuesto a desatender estos detalles
13. No tome riesgos innecesarios

14.2. EQUIPO BÁSICO DE PROTECCIÓN

Para ejecutar trabajos de mantenimiento o en actividades de operación, se debe contar con el equipo adecuado de protección, como es:

- Pértiga Universal. La pértiga es propiamente un equipo de operación. Se debe de contar con una pértiga apropiada para la operación de cuchillas desconectadoras, fusibles desconectores, etc., debiendo ser de características dieléctricas, longitud y resistencia mecánica adecuada. Las pértigas se construyen, actualmente de epoxiglas, material consistente de miles de fibras de vidrio impregnadas

de resina epoxi, colocadas unas longitudinalmente y otras envolventes sobre un núcleo unicelular de espuma plástica. Se debe mantener siempre limpia, seca y en condiciones de ser usada en cualquier momento.

- **Casco Protector.** El casco protector es un equipo de seguridad, construido de material plástico de alta resistencia al impacto y su uso puede evitar accidentes
- **Guantes Dieléctricos y de Piel.** Los guantes dieléctricos se construyen con materiales dieléctricos de alta calidad y deben emplearse junto con los de piel, para obtener una mayor protección para el operario y duración de los mismos
- **Botas Dieléctricas.** Las botas son equipo de seguridad, construidas con suela antiderrapante resistente a grasas, aceites, solventes y altas temperaturas
- **Tarima aislante.** La tarima aislante es un accesorio que proporciona una seguridad adicional en el momento de operar el equipo

Las tarimas son de madera, fibra de vidrio o algún otro material aislante adecuado, su armado debe ser sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas

- **Equipo de Tierras.** El equipo de tierras es un equipo de seguridad. Para su uso debe verificarse que todas las piezas de contacto, así como los conductores del

dispositivo de puesta a tierra, estén en buen estado

- **Extinguidor.** Deben colocarse extinguidores contra incendio, tantos como sea necesario, adecuados para aplicarse a partes vivas en lugares convenientes y claramente marcados, de preferencia cercanos a los accesos de los equipos. Los extinguidores deben revisarse periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operar y no deben estar sujetos a cambios de temperaturas mayores que las indicadas por el fabricante para su correcta operación
- **Detector Neón.** El detector de neón es un equipo de seguridad que sirve para verificar la ausencia de tensión. La pértiga del detector deberá estar siempre limpia y seca
- **Letreros de Peligro Alta Tensión.** El letrero debe de estar a la vista de cualquier persona que pretenda tener contacto con el equipo
- **Herramientas Aisladas.** Todas las herramientas de mano, como pinzas, desarmadores, etc., deberán estar convenientemente aisladas, debiéndose revisar constantemente el grado de deterioro de las mismas, a fin de corregir cualquier anomalía que se presente por su uso diario, evitando con esto accidentes al personal

Ver Ilustración 14.1, Ilustración 14.2, Ilustración 14.3, Ilustración 14.4

Ilustración 14.1 Equipo de protección



Ilustración 14.2 Equipo de seguridad



Ilustración 14.3 Equipo de seguridad



Ilustración 14.4 Equipos de seguridad



14.3. PRIMEROS AUXILIOS

14.3.1. LA CORRIENTE MORTAL

La intención de esta parte del documento es la de dar a conocer, en forma elemental, los conocimientos básicos para salvar la vida de un accidentado por contacto con la corriente eléctrica. Leer y aprender esta información podrá salvarle la vida a un amigo, a un compañero de trabajo o a un miembro de su familia. Miles de personas están vivas hoy porque alguien supo salvarlas.

Nadie puede asegurar que la vida de alguna víctima pueda ser salvada, pero al usar esta información se mejoran las probabilidades de éxito en forma considerable. Por extraño que parezca, la mayoría de los choques eléctricos fatales le ocurren a personas que supuestamente debieran estar prevenidas.

Aquí se presentan algunos efectos fisiológicos a causa de la corriente eléctrica útiles para la prevención de accidentes.

Se puede pensar que un "shock" de 10 000 Volts puede ser mortal en mayor grado que un shock de 100 Volts. Esto es erróneo, individuos han sido electrocutados con aparatos que utilizan una tensión domestica ordinaria (110 Volts).

La medida real de la intensidad de un shock depende de la corriente (o sea los amperes) que es forzada a circular por el cuerpo y no tanto de la tensión aplicada. Cualquier dispositivo eléctrico utilizado en algún circuito doméstico puede, bajo ciertas condiciones, transmitir una corriente mortal.

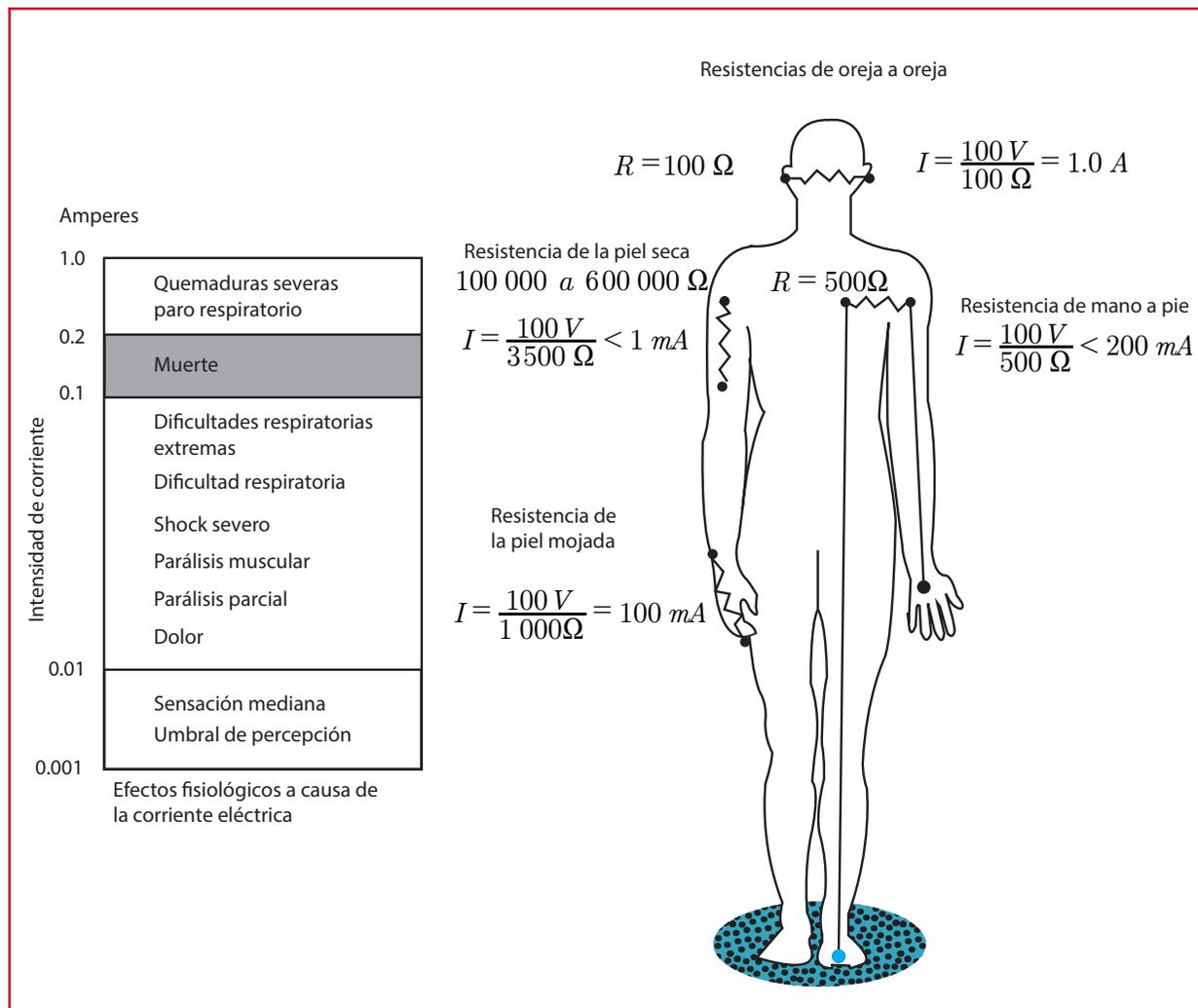
Mientras que cualquier corriente superior a 10 miliamperes (0.010 A) puede producir desde contracciones musculares dolorosas hasta un shock severo, las corrientes entre 100 y 200 miliamperes (0.1 a 0.2 A) son mortales.

Las corrientes superiores a los 200 miliamperes (0.2 A), aunque pueden producir quemaduras graves e inconsciencia, no son usualmente la causa de la muerte si el accidentado es rápidamente atendido. Esta atención comúnmente consiste en darle a la víctima respiración artificial, que generalmente lo rehabilita.

Desde un punto de vista práctico, después de que una persona es afectada por un shock eléctrico, es imposible determinar cuanta corriente pasó a través de órganos vitales de su cuerpo. Si la respiración normal del accidentado se ha interrumpido, debe suministrársele inmediatamente respiración artificial, de boca a boca. En la Ilustración 14.5 se muestra el efecto fisiológico de varias intensidades de corriente:

Al observar la Ilustración 14.5, se nota que no se considera la tensión, aunque se requiera una cierta tensión para producir la corriente;

Ilustración 14.5 Efectos fisiológicos a causa de la corriente eléctrica, resistencia y corriente en el cuerpo humano



la cantidad de corriente varía dependiendo de la resistencia del cuerpo en los puntos de contactos.

Como se muestra en el cuadro de la Ilustración 14.5, el efecto es más severo conforme la corriente resultante es mayor. A valores tan bajos como 65 miliamperes (0.065 A), la respiración empieza a dificultarse, cesando completamente a valores cercanos a 90 miliamperes (0.090 A).

Cuando la corriente se aproxima a 100 miliamperes (0.100 A) ocurre la fibrilación ventricular

del corazón (trepidación no controlada de las paredes de los ventrículos).

Arriba de 200 miliamperes (0.200 A), las contracciones musculares son tan severas que el corazón es comprimido durante el shock. Esta opresión protege al corazón de entrar en una fibrilación ventricular, lo que hace que las posibilidades de supervivencia para la víctima se mejoren.

Es conocido que las víctimas de shock de alta tensión, usualmente reaccionan a la respiración

artificial más rápidamente que las de un shock de baja tensión. La razón puede ser la gran opresión del corazón debida a las altas intensidades de corriente asociadas con una alta tensión. Sin embargo, la única conclusión razonable a que se puede llegar es que 100 volts son tan mortales como 1 000 volts.

La resistencia del cuerpo varía dependiendo de los puntos de contacto y las condiciones de la piel (húmeda o seca). Entre los oídos por ejemplo, la resistencia interna es solamente de 100 ohms, mientras que entre las manos y los pies es cercana a 500 ohms. La resistencia de la piel puede variar de 1 000 ohms cuando está mojada a más de 150 000 ohms cuando está seca.

Resumiendo se puede decir:

- La corriente es el factor que realmente ocasiona la muerte durante la descarga eléctrica
- La tensión es importante sólo en la medida en que está determina la cantidad de corriente que fluye a través de la resistencia determinada por las diferentes partes del cuerpo
- Una tensión de 110 volts es suficiente para provocar el flujo de una corriente que es mucho mayor que la que se requiere para causar la muerte
- La corriente necesaria para encender un foco de 100 watts, es de ocho a diez veces mayor que la requerida para matar a un técnico, si ésta en realidad atravesara la resistencia de la piel y del cuerpo con este amperaje

- Las corrientes entre 100 y 200 miliamperes (0.1 y 0.2 A) son letales

14.3.2. QUE HACER EN CASO DE SHOCK ELÉCTRICO

Corte la tensión o aparte a la víctima del contacto lo más rápido posible, pero sin arriesgar su propia seguridad. Use una madera seca, manta, etc., para hacerlo. No pierda tiempo buscando el switch. La resistencia de la víctima baja con el tiempo y la corriente mortal de 100 a 200 miliamperes puede alcanzarse si se pierde tiempo.

Si la víctima está inconsciente y perdió la respiración, inicie respiración artificial boca a boca. No pare la reanimación hasta que una autoridad médica lo indique.

Puede tomar hasta 8 horas revivir a un paciente. Puede no haber pulso y una condición similar al rigor mortuario; sin embargo, éstas son las manifestaciones del shock y no una indicación de que la víctima esté muerta.

Síntomas:

- Piel pálida, fría, pegajosa
- Pulso acelerado
- Respiración débil, rápida o irregular
- El herido está asustado, inquieto, temeroso o en estado comatoso

Procedimiento para un shock:

1. Aunque un shock eléctrico sea leve y la persona se mantenga consciente, se debe de tratar la víctima para shock

2. En toda lesión grave (herida con hemorragia, fractura, quemaduras grandes) cuente siempre con que habrá shock y tome medidas para atenuarlo
3. Mantenga acostado al herido con la cabeza más abajo que los pies salvo que presente una herida importante en la cabeza o en el pecho
4. Afloje en seguida la ropa apretada (cinturón, cuello, faja, sostén, etcétera)
5. Llame una ambulancia o lleve al paciente reclinado a un hospital
6. Si la descarga eléctrica ha causado combustión y si la ropa está ardiendo, apague las llamas con un abrigo o una manta o haga que la persona se tire al suelo y de vueltas sobre sí misma
7. Llame al médico y a una ambulancia inmediatamente
8. Mantenga acostada a la víctima para atenuar el shock
9. Corte las ropas que cubran la superficie quemada. Si la tela se adhiere a la quemadura, no trate de aflojarla a tirones; córtela con cuidado alrededor de la llaga
10. No aplique ungüentos para quemaduras, aceite ni antisépticos de ninguna clase
11. Administre los primeros auxilios contra shock. Si la persona quemada está consciente, disuelva media cucharadita de bicarbonato de sodio y una cucharadita de sal en un litro de agua. Dele medio

vaso de esta solución cada 15 minutos para reemplazar los líquidos que pierde el organismo. Suspenda de inmediato la administración si el herido vomita

Para una quemadura leve:

1. Sumerja inmediatamente la piel quemada en agua fría. Cuando se trate de quemaduras que no pueden sumergirse, por el lugar en que se encuentran, aplique hielo envuelto en una tela, o lienzos empapados en agua helada, cambiándolos constantemente. Continúe el tratamiento hasta que el dolor desaparezca
2. No emplee ungüentos, grasas ni bicarbonato de sodio, especialmente en quemaduras lo bastante serias para requerir tratamiento médico. Siempre hay que quitar tales aplicaciones, lo cual retrasa el tratamiento y puede resultar muy doloroso
3. Si la piel está ampollada no rompa o vacíe las ampollas

Técnica de respiración artificial

Primero. Asegúrese de que las vías respiratorias estén libres. Examine la boca y la garganta y saque cualquier cuerpo que las obstruya. Observe el pecho del paciente y compruebe si despiden aire por la nariz o la boca.

Segundo. Vea si hay pulso en la muñeca o latidos de corazón en el pecho.

Si la víctima no respira, por haber sufrido un shock eléctrico, o por cualquier otra causa, pero el corazón todavía le late, recurra a la respiración de boca a boca. Si hay gas o humo, saque a

la víctima al aire libre. Llame inmediatamente a un médico y a una ambulancia.

Para efectuar la respiración de boca a boca:

1. Acueste al paciente de espaldas. Quite cualquier materia extraña de la boca con los dedos. Póngale una mano bajo el cuello, levante un poco la cabeza y échela hacia atrás, pero no demasiado
2. Tire del mentón del accidentado hacia arriba
3. Coloque usted su propia boca firmemente sobre la boca abierta de la víctima; oprímale las ventanas de la nariz para cerrarlas y sople fuertemente hacia el interior de los pulmones del accidentado para hincharle el pecho
4. Retire la boca y asegúrese de percibir el sonido del aire exhalando. Repita la maniobra. Si no circula el aire, revise la posición de la cabeza y de la mandíbula de la víctima. La lengua o algún cuerpo extraño pueden estar obstruyendo el paso del aire. Inténtelo nuevamente

Si todavía no logra usted el intercambio: de aire, vuelva al enfermo sobre un costado y golpéelo fuertemente entre los hombros (omóplatos) varias veces para desalojarle de la garganta cualquier cuerpo extraño. Si el accidentado es un niño, suspéndalo momentáneamente cabeza abajo, sosteniéndolo sobre un brazo o piernas y dele golpes fuertes y repetidos entre los omóplatos. Límpiele bien la boca.

Reanude la respiración de boca a boca. Tratándose de adultos, infle los pulmones vigorosamente

cada cinco segundos. En los niños pequeños, infle tiernamente cada tres segundos. Si se prefiere, puede colocar un pañuelo sobre la boca de la víctima para soplar a través de él; no suspenda la maniobra hasta que la persona comience a respirar. Muchos accidentados no han revivido hasta después de varias horas de aplicarles la respiración artificial.

Cuando vuelva en sí no lo deje levantarse por lo menos durante una hora y manténgalo abrigado.

Técnica de resucitación cardiopulmonar

Si el paciente no respira, es preciso asegurarse de que no hay obstrucción en las vías respiratorias. Trate de escuchar el latido del corazón o tómelo el pulso. Si no lo hay, es que el corazón se ha parado. En este caso es indispensable ensayar la resucitación cardiopulmonar (RCP), de preferencia con un ayudante. Este procedimiento comprende la respiración o insuflación intermitente de boca a boca y el masaje cardiaco.

Para administrar la RCP, acueste a la víctima de espaldas sobre el suelo. De rodillas junto a ella, dé un golpe fuerte con el puño en el pecho (esternón). Así se suele lograr que el corazón vuelva a latir. Si esto no ocurre, tanteo el pecho del accidentado para encontrar el extremo inferior del esternón. Ponga un dedo de la mano izquierda sobre el cartílago; luego acerque la parte posterior de la mano derecha (nunca la palma) hasta la punta del dedo, retire el dedo y coloque la mano izquierda sobre la derecha (Ilustración 14.6). En seguida, empuje hacia abajo con un impulso rápido y firme para hundir el tercio inferior del esternón cerca de 4 centímetros, lo cual se logra dejando caer el peso del cuerpo y levantándolo otra vez. Se repite cada segundo esta compresión rítmica: oprimiendo y soltando oprimiendo

y soltando. Cada vez que se empuja, se obliga al corazón a contraerse y a impulsar la sangre por el cuerpo de la víctima. Esta operación sustituye al latido.

Sí está usted solo con el accidentado, deténgase después de cada 15 compresiones para insuflarle profundamente aire 2 veces de boca a boca y luego continúe con este ritmo de 15 a 2 hasta que le llegue ayuda. Si cuenta con otro voluntario, éste debe arrodillarse junto a la cabeza del

enfermo y soplarle aire de boca a boca a razón de 12 veces por minuto, o sea una insuflación por cada 5 compresiones. En la Ilustración 14.7 se muestra la posición correcta para la aplicación de la RCP.

Es necesario continuar la RCP hasta que el paciente reviva: las pupilas se achican, el color mejora, comienza la respiración y resurge el pulso. Es posible mantener viva a una persona con este procedimiento por lo menos una hora.

Ilustración 14.6 Respiración artificial, paro respiratorio

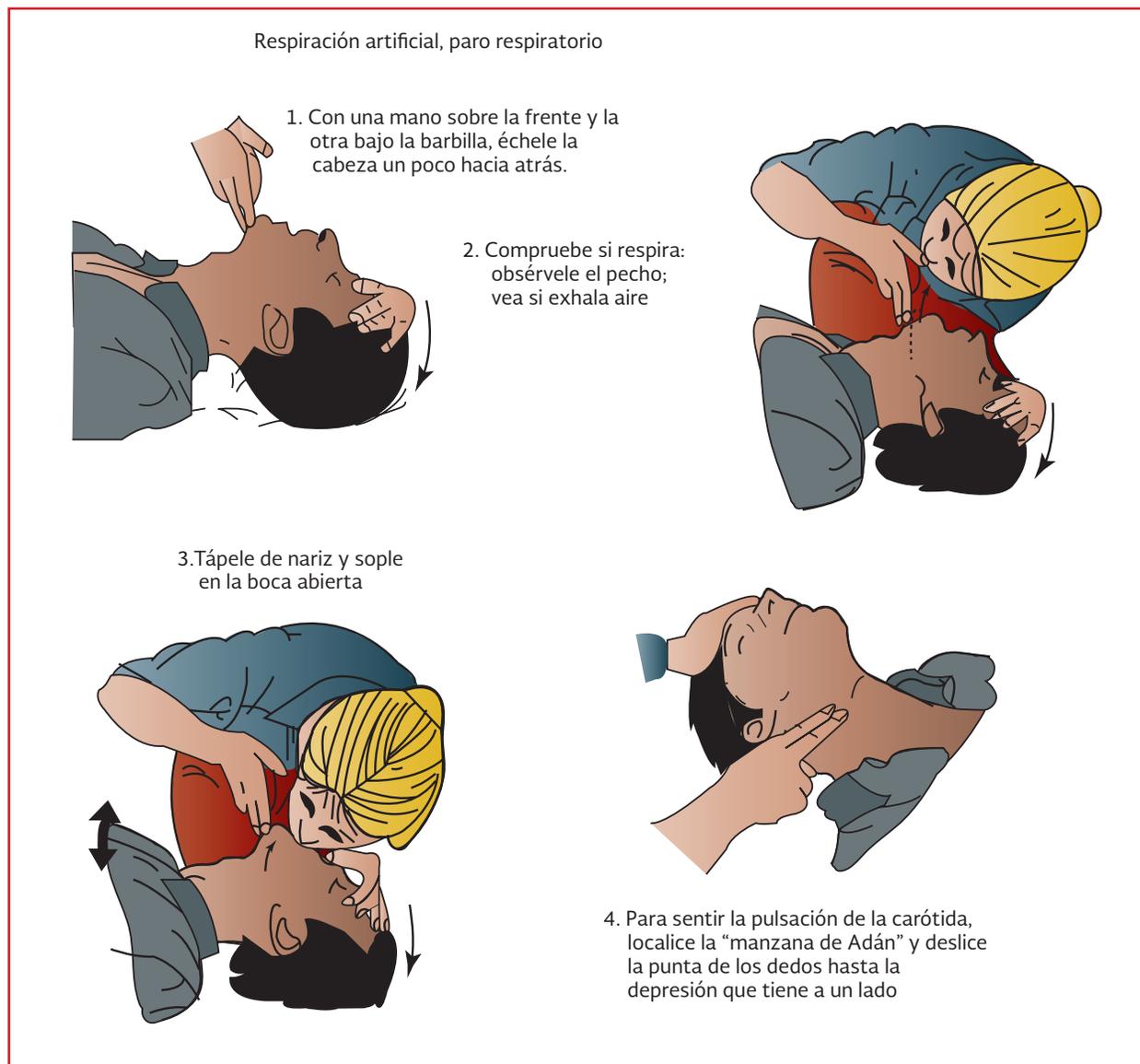


Ilustración 14.7 Resucitación cardiopulmonar



PRECAUCION:

Aun cuando la resucitación cardiopulmonar se efectúe correctamente, puede romper costillas. Si se hace mal, la punta del esternón o una costilla rota podrían perforar el hígado o un pulmón. Por eso se recomienda adiestrarse adecuadamente en esta técnica. Pero en una emergencia, aunque carezca usted de preparación, intente la RCP. Sin ella, la persona cuyo corazón se ha detenido seguramente morirá.

14.4. SEÑALIZACIONES³¹

14.4.1. CARTELES DE ACCESO

A la entrada de la subestación, en el portón de acceso, se colocará un cartel corporativo con el nombre de la subestación y que será facilitado por el departamento.

31 NOM-003-SEGOB

14.4.1.1. Carteles “TIPO” de cada área

Tanto a la entrada de la subestación como en los accesos exteriores a las distintas áreas de la subestación, se instalarán unos carteles “tipo” con las obligaciones, riesgos y prohibiciones específicas del área de la subestación al que se accede ver, Ilustración 14.8 e Ilustración 14.9.

Ilustración 14.8 Señalizaciones de subestación eléctrica



Ilustración 14.9 Sala de control y sala de transformadores auxiliares



14.4.2. SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN Y SOCORRO

En cada uno de los edificios de la subestación se debe señalar mediante flechas el sentido del recorrido de evacuación, así como las puertas que deban ser atravesadas durante la misma y que conducen hasta el exterior siguiendo el recorrido de evacuación.

En cada uno de los edificios de la subestación se debe señalar mediante flechas el sentido del recorrido de evacuación, así como las puertas que deban ser atravesadas durante la misma y que conducen hasta el exterior siguiendo el recorrido de evacuación, ver Tabla 13.1.

14.4.3. SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS

Deberán señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores y pulsadores manuales de alarma), mediante señales definidas ver Tabla 13.2.

Así mismo, deberá preverse la instalación de soportes o estructuras soporte para la colocación de dichas señales en aquellos casos en que sea necesario, como puede ocurrir en el parque de intemperie donde las señales deberán ser además resistentes a las radiaciones ultravioletas.

14.4.3.1. Extintores

Se señalarán todos los extintores y carros portátiles que existan en cada una de las salas y en el parque de intemperie.

14.4.4. SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS

14.4.4.1. Señal de alta tensión y riesgo eléctrico

A lo largo de todo el cerramiento perimetral de la subestación, se colocarán señales de riesgo eléctrico. Estos carteles se sujetarán a la malla del cerramiento mediante alambre galvanizado y se colocarán como mínimo cada 3 paños de cerramiento o 10 m.

Estas señales deberán ser resistentes frente a los rayos ultravioleta.

Se colocarán también señales de riesgo eléctrico en las puertas de todos los armarios y cuadros eléctricos, cajas de puesta a tierra y en general en cualquier equipo que pueda suponer un riesgo eléctrico, ver Tabla 13.3.

14.4.4.2. Señalización de riesgos de caídas o golpes

En las zonas donde puedan existir riesgos de caída o de golpes, se señalizará con cintas negras y amarillas indicativas de riesgo y se cubrirán las zonas propensas al choque con espuma antigolpes, como pueden ser las partes bajas de la escalera que conduce al sótano.

14.4.5. CARTELES INFORMATIVOS

14.4.5.1. Señal de “SALIDA”

Se señalizarán las salidas de uso habitual con la palabra “SALIDA”, considerando como tales las puertas exteriores de acceso principal. La señal se situará de modo que sea visible desde cual-

quier punto susceptible de ser ocupado por personas ver Tabla 13.4.

14.4.5.2. Señal de “SALIDA DE EMERGENCIA”

La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia, ver Tabla 13.5.

14.4.5.3. Señal de Punto de encuentro

Se deberá identificar la ubicación exacta del punto de reunión, de modo que en caso de producirse una emergencia en la subestación, tanto el personal propio como los usuarios que se encuentren en ese momento en la instalación, identifiquen rápidamente el lugar exacto hacia donde se tienen que dirigir, ver Tabla 13.5.

Es importante que la señal de evacuación sea visible desde diversos ángulos de la subestación, por lo que dependiendo de la ubicación del punto de encuentro, se instalará una señal panorámica o un poste galvanizado con la señal.

14.4.5.4. Señales direccionales

En las ocasiones en las que por la geometría de la sala o por la disposición de los equipos en la misma no se puede localizar fácilmente la salida, se colocarán señales indicativas de dirección de los recorridos. Dichas señales direccionales se situarán de forma que al menos sea visible una señal que permita iniciar o continuar la evacuación por la vía, sin dudas, confusiones ni vacilaciones, ver Tabla 13.5.

Tabla 13.1 Señalización de evacuación y socorro

Significado	Características	Ejemplo
No correr	Color: seguridad: Rojo contraste: Blanco Pictograma: Negro Forma: Círculo con una diagonal Símbolo: Silueta humana con efecto de carrera Texto: NO CORRO (opcional)	
No gritar	Color: seguridad: Rojo contraste: Blanco Pictograma: Negro Forma: Círculo con una diagonal Símbolo: Silueta de rostro humano con efecto de gritar Texto: NO GRITO (opcional)	
No empujar	Color: seguridad: Rojo contraste: Blanco Pictograma: Negro Forma: Círculo con una diagonal Símbolo: Silueta humana empujando a otra Texto: NO EMPUJO (opcional)	

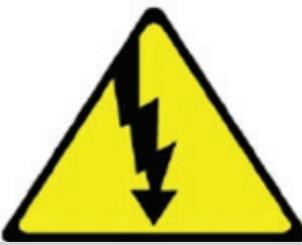
Fuente: NOM-003-SEGOB

Tabla 13.2 Señalización contra incendios

Significado	Características	Ejemplo
Ubicación de un extintor	<p>Color: seguridad: Fondo Rojo contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Un extintor con una flecha direccional en el sentido requerido</p> <p>Texto: : EXTINTOR(opcional)</p>	
Ubicación de un hidrante	<p>Color: seguridad: Fondo Rojo contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Un hidrante con una flecha direccional en el sentido requerido</p> <p>Texto: HIDRANTE (opcional)</p>	
Ubicación de un dispositivo de activación de alarma	<p>Color: seguridad: Fondo Rojo contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Un timbre con ondas sonoras</p> <p>Texto: ALARMA (opcional)</p>	
Ubicación de un teléfono de emergencia	<p>Color: seguridad: Fondo Rojo contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Silueta de un auricular</p> <p>Texto: TELÉFONO DE EMERGENCIA(opcional)</p>	

Fuente:NOM-003-SEGOB

Tabla 13.3 Señal de tensión y riesgo eléctrico

Significado	Características	Ejemplo
Advertencia de riesgo eléctrico	Color: Seguridad: Fondo amarillo Contraste: Negro	
	Forma: Triángulo	
	Símbolo: Flecha quebrada en posición vertical hacia abajo	
	Texto: DESCARGA ELECTRICA (opcional)	

Fuente: NOM-003-SEGOB

Tabla 13.4 Carteles informativos 1

Significado	Características	Ejemplo
Dirección de una ruta de evacuación en el sentido requerido	Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Flecha indicando el sentido requerido y en su caso el número de la ruta de evacuación Texto: RUTA DE EVACUACIÓN (opcional)	
Zona de Seguridad	Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Silueta humana resguardándose Texto: ZONA DE SEGURIDAD (opcional)	
Ubicación del lugar donde se dan los primeros auxilios	Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Cruz equidistante Texto: PRIMEROS AUXILIOS (opcional)	

Fuente: NOM-003-SEGOB

Tabla 13.5 Carteles informativos 2

Significado	Características	Ejemplo
Ubicación del punto de reunión o zona de conteo	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Cuatro flechas equidistantes dirigidas hacia un punto y en su caso el número del punto de reunión</p> <p>Texto: PUNTO DE REUNION (opcional)</p>	
Ubicación de una salida de emergencia	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Silueta humana avanzando hacia una salida indicada con una flecha direccional</p> <p>Texto: SALIDA DE EMERGENCIA (opcional)</p>	
Ubicación de una escalera de emergencia	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrada o rectangular</p> <p>Símbolo: Silueta humana avanzando hacia una escalera indicada con una flecha direccional</p> <p>Texto: ESCALERA DE EMERGENCIA (opcional)</p>	

Referencia de la NOM-003-SEGOB



CONCLUSIONES

Con el presente documento se dan a los Organismos Operadores las recomendaciones para instalar los componentes electromecánicos de una red de distribución de agua potable, alcantarillado o saneamiento. Buscando siempre una adecuada vida útil y una economía real en la instalación y reparación desde la fuente de captación, hasta la toma domiciliaria.

El presente libro busca ser un instrumento de referencia y consulta de los proyectistas, constructores, dependencias, empresas y organismos operadores relacionados con el sector agua potable para la elaboración de los proyectos.

Dentro de los 13 capítulos que abordó el documento se manejó de manera general algunos conceptos y recomendaciones básicas en cuanto a la instalación de elementos eléctricos como transformadores, tableros, sub estaciones así como de válvulas, bombas y motores. Las recomendaciones señaladas en estos capítulos no están exentas de ser mejoradas por algún procedimiento que pueda ser más funcional para ciertos casos específicos que se suscitan en campo, cabe destacar que a lo largo del tiempo el personal operativo genera procedimientos que pueden ser alternativos a los señalados en el presente documento, claro está que siempre tienen que ir acorde a las recomendaciones del fabricante para evitar cualquier incidente que ponga en riesgo la integridad de los elementos físicos, problemas con garantías de equipos nuevos y la integridad física del operador que realiza la instalación.

Es importante mencionar que al momento de realizar una maniobra de instalación de algún equipo especial y que no se menciona en el presente documento se recomienda apegarse a los manuales de procedimiento de instalación así como solicitar el apoyo de los proveedores directos del ele-

mentos a instalar, esta recomendación se hace con el fin de evitar un problema en el funcionamiento del elemento que pueda poner en riesgo la integridad física del componente, la seguridad personal del instalador y evitar la pérdida monetaria por un mal procedimiento, esto aplica para elementos eléctricos y mecánicos.

A pesar que el objetivo específico del libro no está orientado a procedimientos de seguridad siempre es recomendable seguir las recomendaciones básicas de manejo de equipos con seguridad tal es el caso de aplicar el adecuado bloqueo y candado de tableros eléctricos, liberación de energía residual así como el bloque de motores eléctricos cuando se requiera la manipulación de los mismos. El uso obligatorio de equipo de protección personal es vital para cualquier operación dentro del área operativa, el equipo de protección personal debe de contempla el uso de zapatos de seguridad, casco, guantes, lentes y en algunos casos especiales zapatos dieléctricos.

Se han recopilado el material y las normas actualizadas, tanto nacionales como extranjeras, que rigen en la materia y que se consideran útiles para el diseño de redes de distribución, procurando reunir las en una sola publicación, dando las recomendaciones que se consideran pertinentes para lograr un buen diseño y se incluyen tablas e ilustraciones como apoyo visual de diseño al proyectista, así mismo se incluyen las referencias de la literatura consultada y que puede resultar de ayuda al usuario para lograr una mayor profundidad en algún tema en específico al aplicar sus conocimientos.

Recuerde que los procedimientos y datos presentados en este libro, obedecen a la experiencia vertida a lo largo del tiempo por parte de los especialistas en la materia y de los proyectos en que se han trabajado. Sin embargo, en ningún caso debe considerarse esta información, como reglamento o norma oficial, más bien debe ser considerado una guía para el proceso de instalación de equipos.

Deseamos que este trabajo le sea de utilidad y esperamos sus comentarios para tenerlos en cuenta en versiones posteriores.

A

PROBLEMAS

1.- Mencione dos tipos de subestación eléctrica más comunes

2.- ¿Qué distancia disponible es recomendable frente a un tablero?

3.- ¿Cuál es el ancho del espacio de trabajo que recomienda la norma para un tablero?

4.- ¿Qué distancia mínima debe existir, entre el muro y la parte posterior de un tablero?

5.- ¿Cuál es la distancia recomendada que debe existir entre dos tableros, para tener acceso a ellos en forma simultánea?

6.- ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para realizar la instalación de un motor?

7.- Indicar por lo menos tres aspectos que se deben considerar en la selección de un conductor

8.- Indicar tres usos permitidos para electroductos

9.- Indicar tres métodos permitidos por las normas, para la conexión de los componentes que conforman un sistema de puesta a tierra

10.- Al instalar la puesta a tierra en los equipos ¿Qué se debe considerar?

11.- Indique que válvulas se deben usar dentro de un tren de descarga

12.- Indicar el espacio mínimo para acomodar el alambrado, en los envoltentes de los controladores de motores, teniendo en consideración que hay que instalar dos conductores calibre 2/0 AWG _____ mm.

13.- ¿Cuál es la distancia mínima entre partes vivas a tierra, si se tiene una tensión nominal de 250V CA?

14.- Indique dos recomendaciones que se deben tomar en cuenta, para instalar un motor vertical.

15.- Explique ¿por qué son importantes el sentido de rotación y alineación?

16.- Explique ¿Por qué debe instalarse una conexión a tierra en un motor?

17.- En la instalación de un equipo de bombeo (motor-bomba) debe tomarse en cuenta las recomendaciones del _____

18.- ¿Por qué hay que tener cerrada la caja de conexiones de un motor?

19.- Indique ¿por qué todos los cables deben de estar etiquetados e identificados?

20.-Indique por que debe tomarse en cuenta la base de instalación para montaje de un equipo _____

21.- ¿Cuántas válvulas conoce?

22.- ¿Qué función tiene la válvula de compuerta?

23.- ¿Cuál es la función de la válvula de emisión y expulsión de aire?

24.- ¿Cuáles son las bombas para extracción de agua más comunes?

25.- ¿Qué tipo de bomba se usa más la horizontal o la vertical?

26.- La bomba rotatoria tipo tornillo se usa para bombear ¿agua residual o agua potable?

27.- Las bombas verticales inatascables ¿se usan para cárcamos secos?

28.- ¿Qué tipo de bombas se usan en cárcamos húmedos?

29.- ¿Es común el uso de bombas sumergibles para el bombeo de agua residual?

30.- ¿Qué tipo de bomba centrífuga para aguas residuales es mejor la tipo mixto o tipo propela?

31.- Describa brevemente el procedimiento de instalación de una compuerta deslizante

32.- ¿Para qué sirve una compuerta tipo radial?

33.- ¿Para qué sirve un carrete?

34.- ¿Para qué sirven los codos?

35.- ¿Qué es una junta?

36.- ¿Cuántos tipos de junta conoce?

37.- ¿Para qué sirve una rejilla y como se instala?

38.- ¿Qué es un múltiple?

39.- ¿Cuál es la función de una brida?

40.- ¿Cómo se instala una grúa?

41.- ¿Cuál es el método de alambrado de una grúa?

42.- ¿Cuántos tipos de grúa conoce?

43.- ¿Usted cree que el manejo de equipo electromecánico está basado en normas?

44.- ¿Qué se debe hacer en caso de un shock eléctrico?

45.- ¿Considera que toda la instalación debe tener letreros de señalización?

46.- ¿Cómo se instala un variador de frecuencia?

47.- ¿Qué recomendaciones daría usted para instalar un generador de emergencia?

B

LISTADO DE NORMAS PARA SELECCIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES ELECTROMECAÑICOS

Normatividad Nacional	
Normatividad	
NMX-J-116-ANCE	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación - especificaciones
NMX-J-118/1-ANCE	Productos eléctricos - tableros de alumbrado y distribución en baja tensión - especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-118/2-ANCE	Tableros - tableros de distribución de baja tensión - especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-136-ANCE	Abreviaturas y símbolos para diagramas, planos y equipos eléctricos
NMX-J-142/1	Conductores - cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno - propileno para tensiones de 5 kv a 35 kv - especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-150/1-ANCE	Coordinación de aislamiento – parte 1: definiciones, principios y reglas
NMX-J-150/2-ANCE	Coordinación de aislamiento - parte 2: guía de aplicación
NMX-J-245-ANCE	Aisladores tipo suspensión de porcelana o vidrio templado - especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-284-ANCE	Transformadores y autotransformadores de potencia – especificaciones
NMX-J-285-ANCE	Trasformador tipo pedestal monofásico trifásico para distribución subterránea – especificaciones
NMX-J-323-ANCE	cuchillas seccionadoras de operación con carga para media tensión - especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-351-ANCE	Trasformadores de distribución y potencia
NMX-J-409-ANCE	Trasformadores –guía de carga de trasformadores de distribución y potencia sumergidos en aceite
NMX-J-515-ANCE	Equipos de control y distribución - requisitos generales de seguridad - especificaciones y métodos de prueba
NMX-J-538/1-ANCE	Productos de distribución y de control de baja tensión - parte 1: reglas generales
NMX-J-538/2-ANCE	Productos de distribución y de control de baja tensión parte 2: interruptores automáticos (norma alternativa a la nmx-j-266-ance)
NMX-J-538/3-ANCE	Productos de distribución y de control de baja tensión - parte 3: desconectores, seccionadores, desconectores - seccionadores y unidades combinadas con fusibles (norma alternativa a la nmx-j-162-ance)
NMX-J-562/1-ANCE	Guía para la selección de aisladores con respecto a condiciones de contaminación - parte - 1: aisladores de vidrio y porcelana
NMX-J-580/1-ANCE	Ensamblados de tableros de baja tensión - parte 1: ensambles con pruebas tipo y ensambles con pruebas tipo parciales
NOM-001-SEDE	Instalaciones eléctricas (utilización)
NOM-002-STPS	Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo
NOM-003-SEGOB	Señales y avisos para protección civil.- colores, formas y símbolos a utilizar

Normatividad Internacional

Normatividad	
IEEE Std 141	Práctica recomendada para la distribución de energía eléctrica para plantas industriales
ANSI C37.43	Especificaciones estándar para alto voltaje expulsión, distribución de limitadores de corriente, y combinación- tipo y el poder de clase fusibles externos, con tensiones nominales desde 1 kv a 38 kv, utilizado para la protección de derivación condensadores
ANSI/IEEE C57.13	Requerimientos estándar para transformadores de instrumentos
ANSI-C57-16	Reactores, requisitos, terminología y código de ensayo para limitador de corriente
ASME B31.3	Tuberías de procesos (Código ASME para tuberías a presión, B31.1)
IEC 60071-1	Coordinación de aislamiento - parte 1: definiciones, principios y reglas
IEC 60071-2	Coordinación de aislamiento - parte 2: guía de aplicación
IEEE Std 141	Práctica recomendada para la distribución de energía eléctrica para plantas industriales
IEEE STD 80	Guía para la seguridad
IEEE-STD-242	Práctica recomendada para la protección y coordinación de sistemas eléctricos industriales y comerciales
NEC	Código eléctrico nacional
NEMA MG1	Motores y generadores

Normatividad ANSI/HI

ANSI/HI 9.1-9.5	Reglas generales para tipos, definiciones , aplicación, medición y documentación para equipos de bombeo
ANSI/HI 9.6.2	Evaluación de cargas aplicadas en bombas rotodinámicas
ANSI/HI 9.6.4	Medición y parámetros permisibles de vibración en bombas rotodinámicas
ANSI/HI 9.6.5	Reglas generales para el monitoreo en bombas centrifugas y verticales
ANSI/HI 1.4.6	Pruebas de rendimiento hidráulico en bombas rotodinámicas
ANSI/HI 2.4	Manual de instalación , operación, mantenimiento para bombas verticales rotodinámicas
ANSI/HI 2.3	Diseño y aplicación para bombas verticales rotodinámicas de tipo de flujo radial, mixto y axial
ANSI/HI 9.6.3	Bombas rotodinámicas (centrifuga y vertical)- guía permitida para zona de operación
ANSI/HI 1.4	Manual de instalación , operación, mantenimiento para bombas centrifugas rotodinámicas
ANSI/HI 1.3	Diseño y aplicación para bombas centrifugas rotodinámicas
ANSI/HI 1.1-1.2	Nomenclatura y definiciones para bombas centrifugas rotodinámicas
ANSI/HI 2.1-2.2	Definiciones y nomenclatura para bombas verticales rotodinámicas de tipo de flujo radial, mixto y axial
ANSI/HI 9.6.1	Guía de margen de NPSH para bombas rotodinámicas

C

GLOSARIO

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

A prueba de intemperie: Construido o protegido de modo que su exposición o uso a la intemperie no impida el funcionamiento especificado. Nota: Los equipos a pruebas de lluvia, herméticas a la lluvia o herméticas al agua pueden cumplir los requisitos de “a prueba de intemperie” cuando otras condiciones atmosféricas, diferentes a la humedad, no son un factor tales como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado de tal modo que prevenga que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria de un aparato bajo condiciones de prueba especificadas.

A prueba de polvo: Construido de tal forma que el polvo no entrara dentro de la envolvente bajo condiciones de prueba especificadas.

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Accesible (aplicado a los equipos): Permite acercarse; no resguardado por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otros medios.

Accesible (aplicado a los métodos de alambreado): Se puede quitar o exponer sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio, o que no está permanentemente encerrado dentro de la estructura o del acabado del edificio.

Accesible, fácilmente: Es posible aproximarse rápidamente para la operación, reposición o inspecciones, sin que aquellos que requieran acceso tengan necesidad de escalar o quitar obstáculos, ni recurrir a escaleras portátiles, sillas o bancos.

Acometida aérea: Conductores en sistema aéreo, que van desde el poste más cercano u otro soporte aéreo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Acometida subterránea: Conductores en sistema subterráneo que van desde el registro más cercano u otro soporte subterráneo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Acometida: Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas.

Ajustable: Calificativo que indica que el interruptor automático puede ajustarse para que dis-

pare a varios valores de corriente, de tiempo o de ambos, dentro de un rango predeterminado.

Ajuste: El valor de corriente, de tiempo o de ambos, a los cuales se regula el disparo de un interruptor automático ajustable.

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

Ampacidad: Corriente máxima que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura.

Aparato a prueba de explosión: Aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar la explosión de un gas o vapor específico que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas, arcos o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y que opera con temperaturas externas tales que no puede provocar la ignición de una atmósfera inflamable que le rodee.

Aparato: Equipo de utilización, que usualmente se fabrica en tamaños y tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etcétera.

Automático: Realizar una función sin necesidad de intervención humana.

Balastro: Dispositivo electromagnético, electrónico o híbrido que por medio de inductancias,

resistencias y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), solos o en combinación limitan la corriente de lámpara y cuando es necesario la tensión y corriente de encendido. Los balastos electromagnéticos e híbridos tienen una frecuencia de salida de 60 Hz. Los balastos electrónicos son aquellos que internamente tienen al menos un convertidor de frecuencia.

Base de la lámpara autobalastada: Base rosca tipo Edison o bayoneta que conecta al dispositivo a través del casquillo tipo Edison o bayoneta en luminarios para lámparas incandescentes o portalámparas

Bomba: Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión, transferida al agua.

Cable de acometida: Conductores de acometida en forma de cable.

Caja de derivación: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proporcionar acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

Caja de desconexión (baja tensión): Envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas abatibles o cubiertas superficiales sujetas en forma telescópica a las paredes de las cajas.

Caja de paso: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proporcionar acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

Canalización: Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales. Las canalizaciones incluyen, pero no están limitadas a, tubo conduit rígido metálico, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los líquidos, tuberías metálicas flexibles, tubo conduit metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones subterráneas, canalizaciones en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares de metal, canaletas, ductos y electroductos.

Carga (eléctrica): Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga a la descarga: Es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el punto de entrega libre del líquido.

Carga continua: Carga cuya corriente máxima circula durante tres horas o más.

Carga de a la succión: Es la presión disponible o requerida para forzar un gasto determinado, en litros por segundo, a través de la tubería de succión, al ojo del impulsor, cilindro o carcasa de una bomba, se da en metros del líquido manejado, equivalente a presión, requeridos para forzar el líquido de la bomba.

Carga de fricción: Es la columna en metros del líquido que se maneja, equivalente y necesario para vencer la resistencia de las tuberías de succión y descarga y de sus accesorios. Varía de acuerdo con la velocidad del líquido, tamaño, tipo y condiciones interiores de las tuberías y naturaleza del líquido que se maneja.

Carga de velocidad: Es la energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento.

Carga estática total: Es la distancia vertical entre los niveles de succión.

Carga estática: Es la altura, expresada en metros líquido, de la columna de fluido que actúa sobre la succión (entrada) o descarga (salida de una bomba).

Carga no lineal: Carga donde la forma de onda de la corriente en estado estable no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

Nota: Ejemplos de cargas que pueden ser no lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable, hornos de arco y similares.

Carga: Es el contenido de energía mecánica que requiere la bomba para mover el agua desde el nivel dinámico hasta el punto final.

Centro de control de motores (CCM): Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Circuito de control remoto: Cualquier circuito que controle a otro circuito a través de un relevador o un dispositivo equivalente.

Circuito de señalización: Cualquier circuito que suministre energía eléctrica a equipos de señalización.

Circuito derivado de uso general: Circuito que alimenta a dos o más salidas para alumbrado y aparatos.

Circuito derivado individual: Circuito que alimenta a un solo equipo de utilización.

Circuito derivado multiconductor: Circuito que consta de dos o más conductores de fase con una diferencia de potencial entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial entre él y cada conductor de fase del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

Circuito derivado para aparatos: Circuito derivado que suministra energía eléctrica a una o más salidas a las que se conectan aparatos; tales circuitos no deben contener elementos de alumbrado conectados permanentemente que no formen parte del aparato.

Circuito derivado: Conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la(s) salida(s).

Clavija: Dispositivo que por medio de su inserción en un contacto establece una conexión entre los conductores del cordón flexible y los conductores permanentemente conectados al contacto.

Conductor con aislamiento: Conductor rodeado de un material de composición y espesor como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: Conductor rodeado de un material de composición o espesor como aislamiento eléctrico.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Trayectorias conductoras utilizadas para conectar las partes metálicas, que normalmente no conducen corriente, de todos los equipos y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambreado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo, al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor neutro: Conductor conectado al punto neutro de un sistema que está destinado a transportar corriente en condiciones normales.

Conductor puesto a tierra: Conductor de un sistema o de un circuito, intencionadamente puesto a tierra.

Conductores de acometida, sistema aéreo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.

Conductores de acometida, sistema subterráneo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de acometida y el punto de conexión con la acometida subterránea.

Conductores de acometida: Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la instalación.

Conector a presión (sin soldadura): Dispositivo para establecer una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica, sin utilizar soldadura.

Contacto (Receptáculo): Dispositivo de conexión eléctrica instalado en una salida para la inserción de una clavija. Un contacto sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos. Un contacto múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo chasis o yugo.

Controlador: Dispositivo o grupo de dispositivos para gobernar, de un modo determinado, la energía eléctrica suministrada al aparato al cual está conectado.

Coordinación (selectiva): Localización de una condición de sobrecorriente para restringir interrupciones del circuito o del equipo afectado, lo cual se logra con la selección de los dispositivos de protección contra sobrecorriente y sus ajustes o valores nominales.

Corriente continua: Se denomina también corriente directa y ambos términos pueden emplearse para la identificación o marcado de equipos, aunque debe tenderse al empleo de corriente continua, que es el normalizado nacional e internacionalmente.

Corriente de arranque (rotor bloqueado): Es la corriente que demanda el motor al arrancar, y que corresponde a condiciones de rotor blo-

queado o velocidad cero. Aplicando tensión y frecuencia eléctricas nominales.

Corriente de cortocircuito: Posible corriente de falla simétrica a la tensión nominal, a la cual un aparato o un sistema puede estar conectado sin sufrir daños que excedan los criterios de aceptación definidos.

Corriente de interrupción: Corriente máxima a la tensión que un dispositivo es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas.

Nota: Los dispositivos diseñados para interrumpir corriente de otros niveles distintos a los de falla, pueden tener su capacidad de interrupción expresada en otros parámetros como: kilovoltamperes, caballos de fuerza o corriente a rotor bloqueado.

Corriente eléctrica: Su unidad práctica es el amper. Es la intensidad de corriente que pasa a través de un conductor con resistencia R y cuya diferencia de potencial entre sus extremos es V .

Cortacircuito en aceite: Dispositivo en el cual todo o parte de la base del fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están totalmente sumergidos en aceite, los contactos y la parte fusible del elemento conductor (elemento fusible) de modo que la interrupción del arco, ya sea por la ruptura del elemento fusible o la apertura de los contactos ocurran dentro del aceite.

Cortacircuito: Conjunto formado por un soporte para fusible con portafusible o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede

actuar como cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento conductor no fusible

Cuchilla desconectadora: Dispositivo capaz de cerrar, conducir e interrumpir corrientes especificadas.

De disparo instantáneo: Calificativo que indica que deliberadamente no se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

De tiempo inverso: Calificativo que indica que deliberadamente se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que disminuye a medida que aumenta la magnitud de la corriente.

Desconectador de aislamiento en derivación: Dispositivo operado manualmente usado en conjunto con un interruptor de transferencia para constituir un medio para conectar directamente los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el interruptor de transferencia

Desconectador de aislamiento: Dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene capacidad interruptiva y está diseñado para operar solamente después de que el circuito ha sido abierto por otro medio.

Desconectador de puenteo de regulador: Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para puentear un regulador de tensión.

Desconectador de transferencia: Dispositivo automático o no automático para transferir una

o más conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra

Desconectador de uso general de acción rápida: Dispositivo de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas de dispositivos o sobre tapas de caja o utilizado junto con sistemas de alambrado reconocidos

Desconectador de uso general: Dispositivo para uso en circuitos de distribución general y circuitos derivados. Se denomina en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal

Desconectador en aceite: Desconectador que tiene los contactos sumergidos en aceite o en cualquier otro líquido aislante adecuado.

Desconectador para circuito de motor: Dispositivo cuya potencia es expresada como capacidad en kilowatts o caballos de fuerza y que es capaz de interrumpir la máxima corriente de operación en sobrecarga de un motor a tensión nominal.

Desconectador separador (de aislamiento): Dispositivo mecánico de desconexión que aísla un circuito o equipo de una fuente de energía.

Dispositivo de interrupción: Dispositivo diseñado para cerrar, abrir o ambos, uno o más circuitos eléctricos.

Dispositivo: Elemento de un sistema eléctrico cuya principal función es conducir o controlar energía eléctrica.

Edificio o edificación: Estructura independiente o que está separada de otras estructuras ad-

yacentes por medio de muros divisorios y que cuenta en todas sus aberturas con puertas.

Encerrado: Rodeado por una carcasa, caja, cerca o pared para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas.

Energizado(a): Es, o está conectado(a) a una fuente de tensión.

Ensamble de salidas múltiples: Canalización superficial, empotrada o autosoportada diseñada para contener conductores y contactos, ensamblados ya sea en sitio o en fábrica.

Envolvente: Caja o chasis de un aparato o la cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

Equipo de acometida: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.

Equipo de comunicaciones: Equipo electrónico que ejecuta las operaciones de telecomunicaciones para la transmisión de audio, video y datos, incluye equipo de potencia (por ejemplo convertidores, inversores y baterías) y equipo de soporte técnico (como computadoras).

Equipo de recepción del suministro: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus acce-

sorios, localizado al final de los conductores de recepción del suministro.

Equipo de utilización: Equipo que utiliza la energía eléctrica para propósitos de electrónica, electro-mecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado y otros similares.

Equipo sellable: Equipo con envolvente en forma de caja o gabinete provisto de medios de bloqueo o sello de manera que las partes energizadas no sean accesibles sin abrir la envolvente. El equipo puede o no ser accionable sin abrir la envolvente.

Equipo: Término general para referirse a: herrajes, dispositivos, aparatos, luminarias, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con, una instalación eléctrica.

Estructura: Aquello que se ha edificado o construido.

Etiquetado: Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo acreditado que se ocupa de la evaluación del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor señala que el equipo o material cumple con las normas aplicables o señala el comportamiento con los requisitos especificados.

Expuesto (aplicado a métodos de alambrado): Colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de tableros diseñados para permitir el acceso.

Expuesto (aplicado a partes vivas): Que una persona puede inadvertidamente tocarlo o acercarse a una distancia menor que la distancia de seguridad. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas.

Factor de demanda: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o la parte del sistema considerado.

Frecuencia de rotación: Es el número de revoluciones por unidad de tiempo a las que gira el conjunto bomba-motor, expresada en la práctica en r/min (revoluciones por minuto).

Frente muerto: Sin partes vivas expuestas a una persona en el lado de operación del equipo.

Fusible accionado electrónicamente: Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de un módulo de control el cual proporciona las características sensoras de corriente, características tiempo-corriente electrónicamente derivadas, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Estos fusibles pueden operar o no como fusibles tipo limitador, dependiendo del tipo de control seleccionado.

Fusible de potencia con escape controlado: Fusible con medios para controlar la descarga generada por la interrupción del circuito de manera que no se puedan expulsar materias sólidas a la atmósfera que lo rodea. Nota: Este fusible está diseñado para que la descarga de gases no dañe o incendie el material aislante en la trayectoria de descarga o propague una chispa a/o entre elementos puestos a tierra o las partes conduc-

toras en la trayectoria de la descarga, cuando la distancia entre el escape y dichas partes de conducción o aislamiento cumplan las recomendaciones del fabricante.

Fusible de potencia no ventilado: Fusible que no tiene un medio intencional para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidos por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible de potencia ventilado: Fusible con medios para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidas por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible múltiple: Ensamble de dos o más fusibles unipolares.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente.

Nota: El fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de efectuar las funciones descritas y puede ser o no el dispositivo completo requerido para conectarlo a un circuito eléctrico.

Gabinete: Envoltura diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se instalan o pueden instalarse una o varias puertas de bisagra.

Hermético a la lluvia: Construido o protegido de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no dé como resultado la entrada de agua bajo condiciones de prueba especificadas.

Hermético al agua: Construido para que la humedad no entre en la envolvente, en condiciones específicas de prueba.

Hermético al polvo: Construido de modo que el polvo no entre en la envolvente en condiciones especificadas de prueba.

Herraje: Contratueras, pasacables (monitor) u otra parte de un sistema de alambrado, destinada principalmente para desempeñar una función más mecánica, que eléctrica.

Identificado (aplicado a los equipos): Reconocido como adecuado para un propósito, función, uso, entorno o aplicación, específicos, cuando se describe en un requisito particular. Nota: La adecuación de un equipo para un propósito, uso, entorno o aplicación específicos puede ser determinada por un organismo acreditado para la evaluación de la conformidad del producto. La identificación puede evidenciarse por medio de una marca de conformidad.

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su rango.

Nota: El medio de apertura automática puede ser integral, que actúa directamente sobre el interruptor automático, situado a distancia del mismo.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente a tierra excede un

valor predeterminado, menor que el necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Interruptor de potencia: Dispositivo de interrupción capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes bajo condiciones normales del circuito y conectar, conducir corrientes por un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, como las de cortocircuito.

Inversor interactivo con el suministrador: Inversor proyectado para su uso en paralelo con el suministrador, para alimentar cargas comunes y que puede entregar energía a la empresa suministradora.

Lámpara fluorescente compacta autobalastada (LFCA): Unidad en la que no se puede separar la lámpara del balastro sin ser dañada permanentemente, provista con una base y la incorporación de una lámpara fluorescente compacta y los elementos adicionales necesarios para su encendido y funcionamiento estable.

Lámpara fluorescente compacta: Lámpara de descarga eléctrica en vapor de mercurio a baja presión en la cual la emisión principal de luz proviene de un recubrimiento de material fluorescente. Se caracteriza por presentar sus terminales eléctricas en un extremo de la lámpara y por incluir una o más zonas frías para controlar la presión del vapor de mercurio.

Lámpara fluorescente: Una lámpara de descarga eléctrica de vapor de mercurio a baja presión en la que un recubrimiento fluorescente transforma parte de la energía ultravioleta generada por la descarga, en luz visible.

Líquido volátil inflamable: Líquido con punto de ignición menor a 38°C. Líquido cuya temperatura está por encima de su punto de ignición, o un combustible líquido con una presión de vapor no mayor que 276 kilopascales a 38°C y cuya temperatura está por encima de su punto de ignición.

Lugar húmedo: Lugares protegidos de la intemperie y que no están sometidos a saturación con agua u otros líquidos pero están expuestos a grados moderados de humedad. Ejemplos de tales lugares incluyen sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches techados abiertos y lugares similares y lugares interiores sujetos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros y almacenes refrigerados.

Lugar mojado: Instalación subterránea o de baldosas de concreto o mampostería, que está en contacto directo con el terreno o un lugar sometido a saturación con agua u otros líquidos, tal como área de lavado de vehículos o un lugar expuesto a la intemperie y no protegido.

Lugar seco: Lugar que normalmente no está húmedo o sujeto a ser mojado. Un local clasificado como seco puede estar temporalmente húmedo o sujeto a ser mojado, como en el caso de un edificio en construcción.

Luminaria: Unidad completa de iluminación que consiste en una fuente de luz, con una o varias lámparas, junto con las partes diseñadas para posicionar la fuente de luz y conectarla a la fuente de alimentación. También puede incluir las partes que protegen la fuente de luz o el balastro y aquellas para distribuir la luz. Un portalámpara por sí mismo no es una luminaria.

Marcado (aplicado a marca de conformidad): Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo que se ocupa de la evaluación de la conformidad del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o su buen funcionamiento bajo requisitos específicos.

Medio de desconexión: Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

Medios de desconexión: Un dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios en los cuales los conductores del circuito pueden ser desconectados desde su fuente de alimentación.

Motor abierto: Es un motor que tiene aberturas para ventilación que permiten el paso del aire exterior de enfriamiento, sobre y a través del embobinado del motor.

Motor cerrado: Es un motor cuya armazón impide el intercambio libre de aire entre el interior y el exterior de este, sin llegar a ser hermético. Dentro de esta clasificación se incluyen los motores a prueba de explosión.

Motor de inducción: Es un motor eléctrico en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.

Motor eléctrico: Máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Motor tipo jaula de ardilla: Es un motor de inducción, en el cual los conductores del rotor son barras colocadas en las ranuras del núcleo secundario, que se conectan en circuito corto por medio de anillos en sus extremos semejando una jaula de ardilla.

Nivel de referencia: Es el plano inferior de la placa base y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

Nivel dinámico: Es la distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación el equipo de bombeo.

Nivel freático: Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua, contenida en los pozos, se encuentra sometida a la presión atmosférica.

No accesible (aplicado a un lugar): Las personas no pueden tener acceso fácil, a menos que utilicen medios de acceso especiales.

No ajustable: Calificativo que indica que el interruptor automático no puede ajustarse para cambiar el valor de la corriente a la cual dispara o el tiempo requerido para su operación.

No automático: Requiere de intervención humana para realizar una función.

No puesto a tierra: No conectado a tierra ni a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Oculto: Que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los conductores en

canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al sacarlos de las canalizaciones.

Operable desde el exterior: Capaz de ser operado sin que el operario esté expuesto al contacto con partes vivas.

Panel: Placa, entrepaño, tramo, segmento, cuadro o compartimento.

Partes vivas: Componentes conductores energizados.

Permeabilidad: Capacidad de un material para transmitir un fluido.

Persona calificada: Persona con habilidades y conocimientos relacionados con la construcción y el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos y que ha recibido capacitación en seguridad para reconocer y evitar los peligros implicados.

Plenum: Compartimento o plenum a la que están conectados uno o más ductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

Portalámparas: Portalámparas de base tipo Edison de un luminario para lámparas incandescentes o lámparas eléctricas portátiles que puede acoplarse para alimentar a una lámpara autobalastada o a un adaptador de lámpara.

Potencia de entrada al motor: Es la potencia, en watt, que requiere el motor eléctrico acoplado a la bomba y en operación normal.

Pozo de absorción: Obra de ingeniería diseñada especialmente para infiltrar agua de lluvia al subsuelo, constituida por una captación o al-

cantarilla, una caja desarenadora y una caja de infiltración; esta última funciona como pozo o puede derivar sus excedentes a uno. En este tipo de pozos no se controla la calidad del agua, ya que ésta es infiltrada en la zona no saturada en la que se espera se obtenga una depuración adicional antes de llegar al acuífero.

Protección de falla a tierra de equipos: Sistema diseñado para proteger a los equipos contra daños por corrientes de falla entre línea y tierra, que hacen funcionar un medio de desconexión que desconecta los conductores no puestos a tierra del circuito con falla. Esta protección es activada a niveles de corriente menores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito de alimentación.

Protector térmico (aplicado a motores): Dispositivo de protección, que se monta como parte integral de un motor o motor-compresor y el cual, cuando se utiliza de manera apropiada, protege al motor contra sobrecalentamientos peligrosos debido a sobrecargas o fallas de arranque.

Nota: El protector térmico puede consistir de uno o más elementos sensores integrados al motor o motor-compresor y un dispositivo externo de control.

Protegido térmicamente (aplicado a motores): Las palabras “protegido térmicamente”, en la placa de datos del motor o motor-compresor, indican que el motor tiene un protector térmico incorporado.

Puente de unión, circuito: Conexión entre partes de un conductor en un circuito para mantener la ampacidad requerida por el circuito.

Puente de unión, equipo: Conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, principal: Conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, sistema: Conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra del lado del suministrador, o el conductor puesto a tierra del equipo, o ambos, a un sistema derivado separado.

Puente de unión: Conductor confiable, para asegurar la conductividad eléctrica requerida entre partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puesto a tierra eficazmente: Conectado (conexión) a tierra intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y ampacidad, que prevengan la formación de tensiones peligrosas para las personas o para los equipos conectados.

Puesto a tierra sólidamente: Conectado a tierra sin insertar ningún dispositivo de resistencia o de impedancia.

Puesto a tierra: Conectado (conexión) a tierra o a algún cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Punto de acometida: Punto de conexión entre las instalaciones del suministrador y las del usuario, el cual se localiza en el equipo de medición cuando éste se encuentra en el inmueble, y en caso de que el medidor se encuentre en la

red del suministrador, el punto de recepción del suministro es en el medio de desconexión.

Punto neutro: Punto común en una conexión en estrella en un sistema polifásico, o punto medio en un sistema monofásico de 3 hilos, o punto medio de una porción monofásica de un sistema trifásico en delta, o punto medio de un sistema de corriente continua de 3 hilos. **Nota:** En el punto neutro del sistema, la suma vectorial de las tensiones de todas las otras fases dentro del sistema que utiliza el neutro, con respecto al punto neutro, es cero.

Registro: Envoltente para uso en sistemas subterráneos que tienen un fondo abierto o cerrado, dimensionado de tal forma que permite al personal alcanzar lo que hay dentro, pero no ingresar en él, con el propósito de instalar, operar o mantener el equipo o el alambrado, o ambos.

Rejilla; cedazo: Ademe con aberturas de forma, tamaño y espaciamiento diseñados en función de las características granulométricas del acuífero, que permite el paso del agua al interior del pozo.

Resguardado: Cubierto, blindado, cercado, encerrado, o protegido de otra manera por medio de cubiertas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas para evitar la posibilidad de acercamiento o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

Retardante de flama: Característica de un material con aditivo, formulación o mezclas de compuestos químicos incorporados para reducir la inflamabilidad de un material o para demorar la combustión del mismo.

Salida de fuerza: Conjunto con envoltente que puede incluir contactos, interruptores automáticos, portafusibles, desconectores con fusibles, barras conductoras de conexión común y bases para montaje de medidores de energía; diseñado para suministrar y controlar el suministro de energía a casas móviles, paraderos para remolques, vehículos de recreo, remolques o embarcaciones; o para servir como medio de distribución de la energía necesaria para operar equipo móvil o instalado temporalmente.

Salida para alumbrado: Salida diseñada para la conexión de un portalámparas, una luminaria.

Salida para contactos: Salida en la que están instalados uno o más contactos.

Salida: Punto en un sistema de alambrado en donde se toma corriente para alimentar a un equipo de utilización.

Servicio continuo: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Servicio intermitente: Operación por intervalos que alternan de: con carga y sin carga; o con carga y en reposo, o con carga, sin carga y en reposo

Servicio periódico: Operación intermitente en el que las condiciones de carga son regularmente recurrentes.

Servicio por tiempo corto: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo especificado, corto y definido.

Servicio variable: Funcionamiento a cargas e intervalos de tiempo, donde ambos pueden variar dentro de una amplia gama.

Sistema de alambrado de usuarios: Alambrado interior y exterior incluyendo circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización con todos sus herrajes, accesorios y dispositivos de alambrado asociados, ya sean permanentes o temporalmente instalados, que parten desde el punto de acometida de los conductores del suministrador o fuente de un sistema derivado separado hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

Sistema de bombeo: Es el conjunto motor eléctrico, bomba y conductos que se instalan para la extracción y manejo de cualquier tipo de aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Sistema derivado separado: Sistema de alambrado de una propiedad, cuya alimentación procede de una fuente de energía o equipo diferente a la alimentación del suministrador. Tales sistemas no tienen conexión eléctrica entre los conductores de un circuito de un sistema a los conductores de un circuito de otro sistema, exceptuando las conexiones a través de la tierra, cubiertas de metal, canalizaciones metálicas, o conductores de puesta a tierra de equipo.

Sistema interactivo: Sistema de generación de energía eléctrica que está operando en paralelo con y que puede suministrar energía al sistema de la fuente primaria de alimentación.

Sistema solar fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que, combinados, convier-

ten la energía solar en energía eléctrica apropiada para conectar una carga de utilización.

Sobrecarga: Operación de un equipo por encima de su capacidad normal, a plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla, como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

Sobrecorriente: Cualquier corriente que supere la corriente nominal de los equipos o la ampacidad de un conductor. La sobrecorriente puede provocarse por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Nota: Una corriente en exceso de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores para un conjunto de condiciones dadas. Por eso, las reglas para protección contra sobrecorriente son específicas para cada situación particular.

Sólidamente puesto a tierra: Significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o dispositivo de impedancia.

Suministrador: Compañía de servicio público (CFE) o autorizada por la LSPEE, encargada del abastecimiento de energía eléctrica para su utilización.

Suministro ininterrumpido de energía: Un suministro de energía que se utiliza para proporcionar una fuente alterna de alimentación por algún período de tiempo en el caso de una interrupción del suministro normal. **Nota:** Además, puede proporcionar una alimentación de ten-

sión y frecuencia más constante, reduciendo los efectos de variaciones de tensión y frecuencia.

Tablero de alumbrado y control: Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, y está equipado con o sin desconectores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente (véase Tablero de distribución).

Tablero de distribución: Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles, donde se montan, por el frente o por la parte posterior o por ambos lados: desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están destinados para ser instalados dentro de gabinetes.

Tablero de potencia con envolvente metálico: Tablero totalmente cerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto por las aberturas de ventilación y las ventanas de inspección) y que contiene principalmente dispositivos de desconexión o de interrupción de potencia, con barras conductoras y conexiones. El ensamble puede incluir dispositivos de control y auxiliares. El acceso al interior del envolvente es por puertas, cubiertas removibles, o ambas. Los tableros de potencia con envolvente metálico se pueden conseguir en construcciones resistentes o no resistentes al arco.

Tensión (de un circuito): La mayor diferencia de potencial (tensión rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado.

Tensión a tierra: En los circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; en circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor dado y cualquier otro conductor del circuito. **Nota:** Algunos sistemas, como los de 3 fases 4 hilos, de 1 fase 3 hilos y de corriente continua de 3 hilos, pueden tener varios circuitos a diferentes tensiones.

Tensión nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar convenientemente su clase de tensión. La tensión a la cual un circuito opera puede variar de la nominal, dentro de un margen que permite el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Transformador de distribución tipo pedestal: Conjunto formado por un transformador de distribución con un gabinete integrado en el cual se incluyen accesorios para conectarse en sistemas de distribución subterránea, este conjunto está destinado para instalarse en un pedestal y para servicio en intemperie.

Transformador de distribución tipo poste: Es aquel transformador de distribución que por su configuración externa está dispuesto en forma adecuada para sujetarse o instalarse en un poste o en alguna estructura similar.

Transformador de distribución tipo subestación: Es aquel transformador de distribución que por su configuración externa está dispuesto en forma adecuada para ser instalado en una plataforma, cimentación o estructura similar y su acceso está limitado por un área restrictiva.

Transformador de distribución tipo sumergible: Es aquel transformador de distribución que por su configuración externa está dispuesto en forma adecuada para ser instalado en un pozo o bóveda y que está expuesto a sufrir inundaciones.

Transformador de distribución: Es aquel transformador que tiene una capacidad nominal desde 5 hasta 500 kVA y una tensión eléctrica nominal de hasta 34 500 V en el lado primario y hasta 15 000 V nominales en el lado secundario.

Transformador: Dispositivo eléctrico que por inducción electromagnética transfiere energía eléctrica de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia, usualmente aumentando o disminuyendo los valores de tensión y corriente eléctricas.

Tubo conduit: Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.

Unidad fusible de expulsión: Fusible ventilado en el cual el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y el revestimiento del portafusible, solo o con la ayuda de un resorte, extingue el arco.

Unidad fusible de potencia: Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada en la cual el arco se extingue a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte.

Viscosidad: La viscosidad es aquella propiedad del fluido mediante la cual éste ofrece resistencia al esfuerzo cortante. La viscosidad de un gas se incrementa con la temperatura, mientras que la de un líquido disminuye. Estas variaciones causadas por la temperatura pueden explicarse examinando las causas de la viscosidad. Por consiguiente la cohesión parece ser la causa predominante de la viscosidad en un líquido y puesto que disminuye con la temperatura, la viscosidad también lo hace. La viscosidad es prácticamente independiente de la presión y depende únicamente de la presión y depende únicamente de la temperatura. La viscosidad cinemática de los líquidos y de los gases a una presión dada es sustancialmente una función de la temperatura.

NOTA IMPORTANTE:

Para mayor abundamiento consulte los glosarios de las normas NOM, NMX, IEEE, IES y las indicadas en este libro.

D

NOTAS ACLARATORIAS

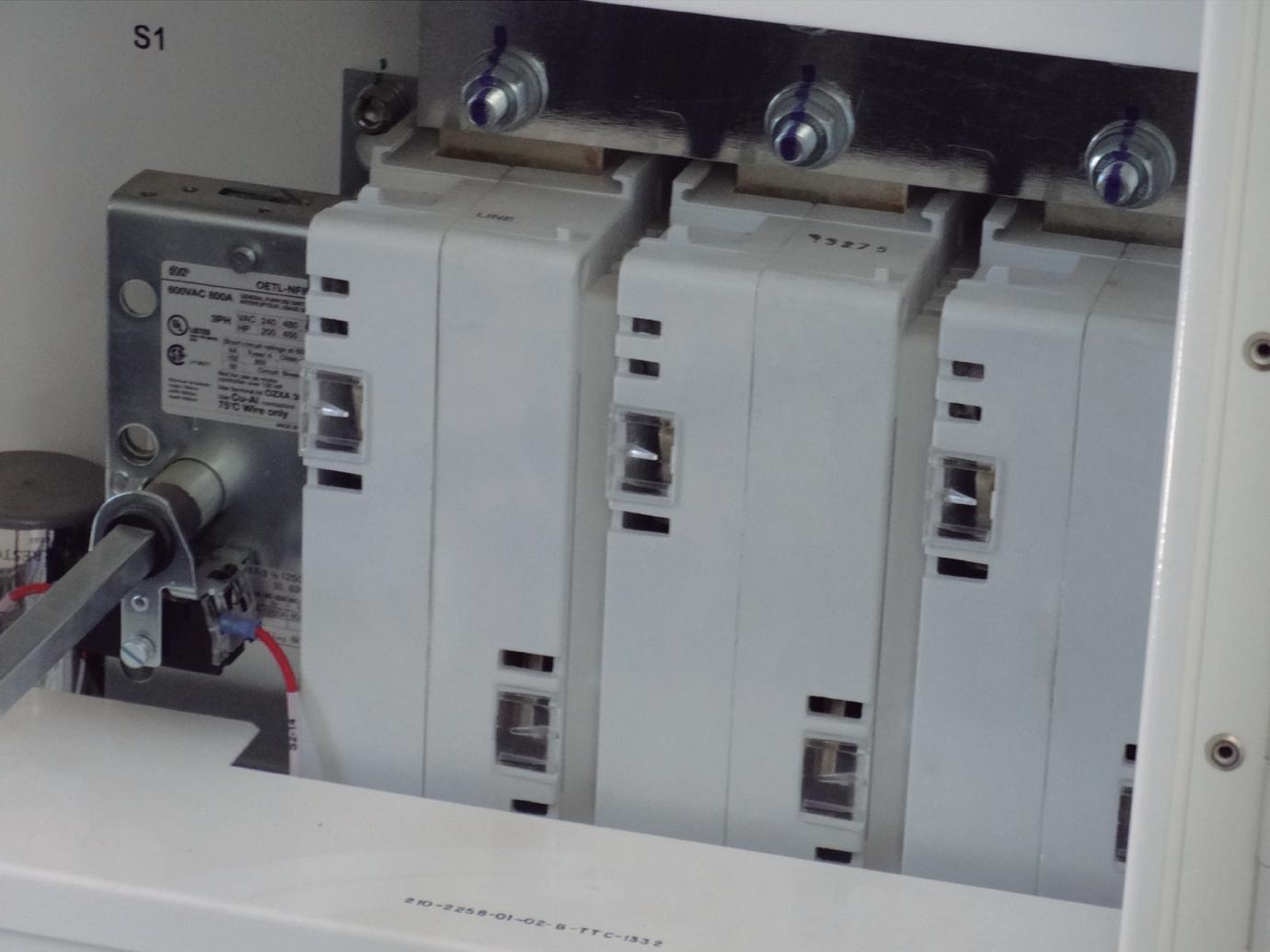
Además de los temas presentados, existen otros parámetros y consideraciones que involucran la instalación y montaje de equipo electromecánico que no se indican en este libro. Sin embargo esto no significa que no sean importantes o imprescindibles en la búsqueda de mejorar y optimizar el consumo de la energía en los sistemas de extracción, conducción, distribución y potabilización de agua potable, así como para la disposición y tratamiento de aguas residuales.

Para garantizar el éxito de la instalación y montaje de equipo electromecánico, la metodología a utilizar debe estar fundamentada y apegada a las especificaciones de los fabricantes (no necesariamente los proveedores) y en la medida de lo posible deben ser estos quienes instalen, realicen las pruebas necesarias y entreguen el equipo operando, de acuerdo con las especificaciones. En todo caso deberá atenderse la normatividad vigente, nacional e internacional; y debe tenerse en cuenta que la normatividad presentada en este libro solo representa una pequeña porción del total de normas existentes y disponibles para los trabajos de instalación y montaje de equipo electromecánico.

NOTA IMPORTANTE:

Este libro, así como el MAPAS en su conjunto, debe tomarse como una introducción a los procedimientos de instalación y montaje de equipos electromecánicos en los sistemas de agua potable y debe tenerse muy en cuenta que la información presentada no es de ninguna forma absoluta y no debe tomarse como ley o norma obligatoria que deba cumplirse o limitarse a lo expuesto en este documento.

S1



210-225B-01-02-B-TTC-1332

E

BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2006). *Instalación, Operación y Mantenimiento de Motores Eléctricos y Motorreductores*.
- Centros de control de motores. Compendiado No. 23. Equipos de Distribución Eléctrica. Square D.
- CFE-BMT-EDCEMAH. *Especificaciones de obra civil y catálogo de equipo, materiales, accesorios y herramientas de baja y media tensión*.
- CONDUMEX. (2004). *Catálogo Condumex de cables para construcción y baja tensión. Catálogo Condumex de cables para construcción y baja tensión*.
- CONDUMEX. (2003). *Memorias de los ciclos conferencias sobre instalaciones eléctricas de baja tensión. Memorias de los ciclos conferencias sobre instalaciones eléctricas de baja tensión*.
- Enríquez Harper (2005). *Fundamentos de Instalaciones Eléctricas*. Mc Graw-Hill.
- EMSA. (n.d.). *Manual técnico para transformadores de distribución tipo pedestal (IOTP-01)*. EMSA.
- EMSA. (n.d.). *Manual técnico para transformadores de distribución tipo poste (3FA-1)*. EMSA.
- Enríquez, Harper, G., (2000). *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión*. México: Limusa.
- Enríquez Harper G., (n.d.). *Instalación y control de motores de corriente alterna*. Limusa.
- Goulds Pump. (2011). *Goulds V-Series, Bombas de turbina verticales*. Goulds Pump.
- H. Watt, J., L. Carr, C., & Croft, T., (2009). *Manual del montador electricista*. Barcelona: Reverté S.A.
- Hydrostank. (2010). *Compuertas murales para tanques de tormenta y aliviaderos*.
- IMCA. (2013). *Manual de Construcción en Acero. (5ª. Edición ed.)*. (A. C. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, Ed.) México: Limusa.



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Subestación eléctrica convencional	5
Ilustración 2.2 Subestación rural tipo poste	14
Ilustración 2.3 Transformador trifásico en un sistema 3F-4H	16
Ilustración 2.4 Subestación tipo poste, (dos postes)	17
Ilustración 2.5 Subestación rural tipo pedestal	18
Ilustración 2.6 Subestación rural tipo pedestal, planta (cuatro postes)	19
Ilustración 2.7 Subestación rural tipo pedestal elevación (cuatro postes)	20
Ilustración 3.1 Centro de control de tablero de motores	25
Ilustración 3.2 Centro de control de motores	28
Ilustración 3.3 Arranque a tensión plena	29
Ilustración 3.4 Arranque a tensión reducida con autotransformador con transición cerrada	29
Ilustración 3.5 Equipo de medición en baja tensión	30
Ilustración 3.6 Tablero blindado SWICHGEAR TAD	33
Ilustración 3.7 Diagrama de equipo de medición y protección en baja tensión	33
Ilustración 3.8 Tablero de alumbrado y distribución	36
Ilustración 3.9 Espacios de trabajo	39
Ilustración 3.10 Ancho del espacio de trabajo	40
Ilustración 3.11 Altura del espacio de trabajo	40
Ilustración 3.12 Ancho del espacio de trabajo	41
Ilustración 3.13 Espacio entre equipos	41
Ilustración 3.14 Espacio de trabajo y espacio eléctrico dedicado	42
Ilustración 3.15 Tablero de distribución	44
Ilustración 3.16 Equipo de medición en baja tensión	45
Ilustración 3.17 Tablero de alumbrado	45
Ilustración 4.1 Motores verticales para interior y exterior	59
Ilustración 4.2 Motores para interiores y exteriores	61
Ilustración 4.3 Arreglo de un motor horizontal	62
Ilustración 4.4 Motor sumergible	64
Ilustración 4.5 Motor acoplado a reductor	66
Ilustración 4.6 Motor acoplado a reductor con bandas	67
Ilustración 5.1 Instalación correcta de los conductores en paralelo	70
Ilustración 5.2 Dimensiones de instalación de cables y ductos, a)	72
Ilustración 5.3 Tubería conduit	77
Ilustración 5.4 Instalación de tubería conduit	81
Ilustración 5.5 Ejemplo de trincheras	82

Ilustración 5.6 Trinchera	84
Ilustración 5.7 Registros para cable eléctrico	85
Ilustración 5.8 Registro	86
Ilustración 5.9 Charola para cables eléctricos	87
Ilustración 5.10 Puesta a tierra de los soportes para cables tipo charola	97
Ilustración 5.11 Charolas	102
Ilustración 5.12 Electroducto	103
Ilustración 5.13 Electroductos	109
Ilustración 6.1 Ejemplo de sistemas de tierra	131
Ilustración 6.2 Sistemas puestos a tierra y no puestos a tierra	133
Ilustración 6.3 Diagrama de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia	134
Ilustración 6.4 Sistema típico de conductor de puesta a tierra	142
Ilustración 6.5 Conexión a tierra de estructura	144
Ilustración 6.6 Conexión a tierra de tableros o centros de control de motores	146
Ilustración 6.7 Conexión a tierra de motor	147
Ilustración 6.8 Diagrama general de conexión de equipos a sistema de tierra	148
Ilustración 6.9 Conexión a registro de tierra con varilla de cobre soldado	151
Ilustración 6.10 Medición de resistencia de tierra con electrodos múltiples	153
Ilustración 7.1 Instalación de luminaria exterior	159
Ilustración 7.2 Instalación de luminaria interior	159
Ilustración 8.1 Interruptores de nivel tipo pera	162
Ilustración 8.2 Botonera	164
Ilustración 8.3 Modelo típico de planta generadora	165
Ilustración 8.4 Baterías de plomo-ácido y níquel-cadmio	171
Ilustración 8.5 Banco de baterías	171
Ilustración 8.6 Cargador de baterías	173
Ilustración 9.1 Válvula de compuerta	175
Ilustración 9.2 Válvula de compuerta de vástago ascendente con interiores de bronce	177
Ilustración 9.3 Válvula de compuerta vástago fijo interior de bronce diámetros de 2" a 12" Ø	177
Ilustración 9.4 Alineación de tubos	179
Ilustración 9.5 Orden para apretar tornillos de bridas	179
Ilustración 9.6 Válvula de mariposa	181
Ilustración 9.7 Partes de una válvula de mariposa	181
Ilustración 9.8 Válvula check tipo columpio	183
Ilustración 9.9 Válvula de admisión y expulsión de aire	186
Ilustración 9.10 Válvula de eliminación de aire	186
Ilustración 9.11 Válvulas de admisión, expulsión y eliminación de aire combinadas	187
Ilustración 10.1 Bombas centrífugas verticales	189
Ilustración 10.2 Instalación típica de pozo profundo	190
Ilustración 10.3 Bomba sumergible de pozo profundo (VS0)	193
Ilustración 10.4 Bomba vertical de pozo profundo (VS1)	194

Ilustración 10.5 Bomba vertical de una sola etapa o multietapa, conjunto corto de flecha de línea abierta (VS1)	195
Ilustración 10.6 Bomba vertical de flujo mixto de flecha de línea abierta (VS1)	196
Ilustración 10.7 Bomba vertical de doble succión tamaño corto de flecha abierta (VS2)	197
Ilustración 10.8 Bomba vertical con impulsor de flujo axial (propela), flecha cubierta, configuración de descarga debajo de piso (VS3)	198
Ilustración 10.9 Configuración típica de tornillos de base, pernos de nivelación y detalles de anclaje	199
Ilustración 10.10 Bombas verticales de una etapa o multietapas de difusor tipo bote o barril (VS6)	200
Ilustración 10.11 Bomba doble succión de una etapa o multietapas tipo barril (VS7)	201
Ilustración 10.12 Bomba vertical de multietapas de voluta o espiral (doble carcasa) tipo barril (VS7a)	202
Ilustración 10.13 Bomba vertical de difusor de carcasa en línea (VS8)	203
Ilustración 10.14 Sistema de bombeo con reducción excéntrica en tubería de succión	203
Ilustración 10.15 Sistema de bomba con junta de expansión en tubería de descarga	204
Ilustración 10.16 Tren de descarga tipo para pozo profundo	204
Ilustración 10.17 Bombas centrífugas verticales tipo bote o barril	209
Ilustración 10.18 Bomba tipo pistón	213
Ilustración 10.19 Bomba reciprocante tipo pistón lado líquido	213
Ilustración 10.20 Bomba tipo ariete	215
Ilustración 10.21 Esquema típico de una bomba tipo ariete	216
Ilustración 11.1 Bombas rotatorias tipo tornillo	218
Ilustración 11.2 Esquema típico de una bomba rotatoria tipo tornillo	218
Ilustración 11.3 Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo seco	223
Ilustración 11.4 Bomba centrífuga vertical inatascable de cárcamo seco	223
Ilustración 11.5 Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo húmedo (VS4)	225
Ilustración 11.6 Bomba centrífuga vertical inatascable de cárcamo húmedo (VS5)	226
Ilustración 11.7 Bombas sumergibles para aguas residuales	228
Ilustración 11.8 Esquema de bomba sumergible para aguas residuales	228
Ilustración 11.9 Esquema de instalación permanente para bombas sumergibles para aguas residuales	229
Ilustración 11.10 Esquema de bomba sumergible para instalación portátil	231
Ilustración 11.11 Instalación eléctrica de motores trifásicos con arrancador y sensor de humedad	231
Ilustración 11.12 Bomba centrífuga vertical tipo flujo mixto para aguas residuales	233
Ilustración 12.1 a) Compuerta deslizante de fierro b) Compuerta deslizante de placa	236
Ilustración 12.2 Compuerta deslizante tipo radial	238
Ilustración 12.3 Carrete, extremidad y codo	239
Ilustración 12.4 Alineación de los tubos	240
Ilustración 12.5 Orden para apretar tornillos de bridas	240
Ilustración 12.6 Juntas tipo Dresser y Gibault	242
Ilustración 12.7 Rejilla con separadores de tubo y perno	243
Ilustración 12.8 Múltiple y bridas para estación de bombeo	244
Ilustración 12.9 Anillos de respaldo e insertos consumibles típicos.	251
Ilustración 12.10 Preparación de extremos para soldadura a tope típicos.	252

Ilustración 12.11 Desalineaciones permitidas. .	253
Ilustración 12.12 Preparación para conexiones a ramales.	253
Ilustración 12.13 Tamaños de soldadura de filete.	254
Ilustración 12.14 Detalles típicos para bridas con accesorios soldados con soldadura tipo deslizante doble y embonada.	254
Ilustración 12.15 Dimensiones mínimas de soldadura para componentes con soldadura embonada.	255
Ilustración 12.16 Procesos de soldadura	255
Ilustración 13.1 Partes de una grúa viajera manual	263
Ilustración 13.2 Grúa manual	263
Ilustración 13.3 Grúa viajera eléctrica	266
Ilustración 13.4 Elementos de una grúa viajera eléctrica	266
Ilustración 14.1 Equipo de protección	270
Ilustración 14.2 Equipo de seguridad	270
Ilustración 14.3 Equipo de seguridad	270
Ilustración 14.4 Equipos de seguridad	271
Ilustración 14.5 Efectos fisiológicos a causa de la corriente eléctrica, resistencia y corriente en el cuerpo humano	272
Ilustración 14.6 Respiración artificial, paro respiratorio	276
Ilustración 14.7 Resucitación cardiopulmonar	277
Ilustración 14.8 Señalizaciones de subestación eléctrica	278
Ilustración 14.9 Sala de control y sala de transformadores auxiliares	278

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego	10
Tabla 2.2 Distancias mínimas a partes vivas descubiertas	23
Tabla 3.1 Espacio mínimo para el acomodo del alambrado en las terminales en los envoltentes de los controladores de motores	51
Tabla 3.2 Espacio para las terminales (Terminales fijas)	51
Tabla 3.3 Volúmenes utilizables (Terminales fijas)	52
Tabla 3.4 Espacios de trabajo	52
Tabla 4.1 Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas	55
Tabla 5.1 Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts	110
Tabla 5.2 Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 600 volts	113
Tabla 5.3 Separación entre los soportes de los conductores	115
Tabla 5.4 Requisitos de profundidad mínima	115
Tabla 5.5 Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores	116
Tabla 5.6 Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías	117
Tabla 5.7 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico, EMT	117
Tabla 5.8 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico, ENT	118
Tabla 5.9 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico flexible FMC)	118
Tabla 5.10 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico semipesado, IMC	119
Tabla 5.11 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC-B*	119
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)	119
Tabla 5.13 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, LFMC	120
Tabla 5.14 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico pesado, RMC	120
Tabla 5.15 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Cédula 80	121
Tabla 5.16 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Cédula 40 y conduit HDPE	121

Tabla 5.17 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Tipo A	122
Tabla 5.18 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, cédula 80	122
Tabla 5.19 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos	123
Tabla 5.20 Dimensiones y áreas nominales de cables de aluminio tipo XHHW y de cobre compacto	127
Tabla 5.21 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado, tipo malla o fondo sólido para cables de 2 000 volts o menos	127
Tabla 5.22 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal ventilado para cables de 2 000 volts o menos	128
Tabla 5.23 Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal sólido para cables de 2 000 volts o menos	128
Tabla 5.24 Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o malla ventilada para cables de 2 000 volts o menos	128
Tabla 5.25 Requisitos de área de metal para charolas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos	129
Tabla 13.1 Señalización de evacuación y socorro	280
Tabla 13.2 Señalización contra incendios	281
Tabla 13.3 Señal de tensión y riesgo eléctrico	282
Tabla 13.4 Carteles informativos 1	282
Tabla 13.5 Carteles informativos 2	283

ÍNDICE ALFABÉTICO

- Accesos y salidas 9
- Aislamiento de los conductores 156
- Alambrado de luminarias 156
- Aseguramiento y soportes 74
- Bancos de baterías 169
- Bomba de flujo mixto 232
- Bombas centrífugas verticales 189
- Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo húmedo 224
- Bombas centrífugas verticales inatascables de cárcamo seco 221
- Bombas centrífugas verticales tipo bote o barril 206
- Bombas centrífugas verticales tipo flujo mixto y propela para aguas residuales 232
- Bombas para aguas residuales 217
- Bombas para extracción y distribución de agua potable 189
- Bombas reciprocantes de potencia tipo pistón 210
- Bombas rotorias tipo tornillo 217
- Bombas sumergibles para aguas residuales 226
- Bombas tipo ariete 214
- Bomba tipo propela 232
- Botoneras exteriores 163
- Cableado 158
- Cable de interconexión de electrodos 150
- Cargador del banco de baterías 172
- Carretes, extremidades y codos de fierro fundido 239
- Carteles de acceso 277
- Carteles informativos 279
- Centros de control de motores 25
- Charolas 85
- Compuertas deslizantes 235
- Compuertas deslizantes tipo radial 238
- Conductores 69
- Conductores de sistemas diferentes. 69
- Conductores y balastos del alimentador y del circuito derivado 157
- Conductor que debe ser puesto a tierra - Sistemas de corriente alterna 134
- Conectores 150
- Conexión del equipo de puesta a tierra y unión 131
- Consideraciones ambientales 11
- Control 261
- Disposición de las fases 55
- Dispositivo general de protección contra sobrecorriente 11
- Electrodos de tierra 149
- Electroducto 101
- Equipo a la intemperie o en lugares húmedos 11
- Equipo básico de protección 268
- Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos) 139
- Exposición a la acumulación de polvo 54
- Grúas 259
- Grúas y montacargas 259
- Grúa viajera eléctrica 264
- Grúa viajera manual 262
- Instalación de alumbrado 7
- Instalación de alumbrado 155
- Instalación de canalizaciones 74
- Instalación de compuerta a canales 237
- Instalación de compuerta a muros 237

Instalación de conductores y canalización 69
 Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos 140
 Instalación de los conductores de contacto 259
 Instalación de piezas especiales de acero y fierro fundido 235
 Instalación de tableros 25
 Instalaciones subterráneas 71
 Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico 12
 Instrumentos de gestión 1
 Interruptores de nivel (electronivel y pera) 161
 Introducción 180
 Juntas tipo Gibault y tipo Dresser 241
 La corriente mortal 271
 Letreros de advertencia 5
 Listado de normas para selección de equipo y materiales electromecánicos 293
 Medio de desconexión 261
 Medio de desconexión general 7
 Medio de soporte 155
 Métodos de alambrado. 259
 Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos 149
 Métodos de puesta a tierra 156
 Motores 53
 Motores abiertos 54
 Motores estacionarios 57
 Motores horizontales: interiores y exteriores 60
 Motores para tratamiento de aguas residuales acoplados a reductores de engranes o cadena de transmisión 65
 Motores sumergibles 63
 Motores verticales: interiores y exteriores 58
 Múltiples y bridas 244
 Parte Eléctrica 205
 Pintura 257
 Pisos, barreras y escaleras 8
 Plantas generadoras con motor de combustión interna de diésel 164
 Primeros auxilios 271
 Problemas 287
 Procedimiento de medición de resistencia a tierra 152
 Procedimiento de medición de resistencia a tierra del 62 por ciento 152
 Procedimiento de soldadura 245
 Procedimientos de instalación 167
 Protección contra incendio 9
 Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra 149
 Puente de unión principal y puente de unión del sistema 134
 Puesta a tierra 155
 Puesta a tierra de equipos 143
 Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo 139
 Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1 000 volts 141
 Que hacer en caso de shock eléctrico 273
 Registros 83
 Rejillas 242
 Requisitos para instalaciones de más de 600 volts 76
 Resguardos de locales y espacios 7
 Seguridad en el manejo del equipo electromecánico 267
 Señalización contra incendios 278
 Señalización de evacuación y socorro 278
 Señalización de riesgos 279
 Señalizaciones 277
 Separación e instalación 158
 Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra 141
 Sistemas de corriente alterna que deben ser puestos a tierra 132
 Sistemas de tierras 131
 Soporte de los conductores en canalizaciones verticales 75
 Soportes de las luminarias 155
 Subestaciones 5

Subestación tipo poste	14	Tubería y conexiones	191
Superficies	132	Ubicación del centro de control de motores	55
Tablero de Control de Pozos Electrohidráulico.	50	Ubicación de los motores	54
Tablero de Control de Pozos Hidroneumático	44	Válvulas	175
Tableros blindados	32	Válvulas de admisión y expulsión de aire	185
Tableros de alumbrado y distribución	36	Válvulas de compuerta	175
Temperatura	157	Válvulas de mariposa	180
Terminales	55	Válvulas de no retorno (válvula check tipo columpio)	182
Trincheras	81	Ventilación y mantenimiento	54
Tuberías conduit	77		



