



**NORMAS DE CONSTRUCCIÓN
DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

CIUDAD DE MÉXICO





LIBRO 5 TOMO II

CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS. ELÉCTRICOS

CIUDAD DE MÉXICO



ÍNDICE

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS
PARTE 01 ELECTROMECÁNICOS
SECCI3N 02 EL3CTRICOS

CAPÍTULO 001 EQUIPOS

CAPÍTULO 002 SISTEMAS



CIUDAD DE MÉXICO



INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA EDICIÓN (1° de mayo de 2008)

La expedición de estas Normas de Construcción se fundamenta en observancia a lo indicado en el Artículo 27 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal y al artículo 24 tercer párrafo de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

Así mismo, la elaboración de este Libro 5 tomo II obedece a lo señalado en el tercer párrafo del artículo 23 de la Ley de Obras Públicas de Distrito Federal.



CIUDAD DE MÉXICO

NOTAS

1.- Estas Normas de Construcción están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse modificaciones en cuanto sea necesario; se recomienda al poseedor de éstas que permanezca en contacto con la Coordinación Técnica para informarse de dichas modificaciones y pueda recibir las hojas que sea necesario agregar o cambiar para que mantenga actualizados sus tomos.

2.- Primera edición, vigente a partir del 16 de junio de 1997.

3.- Segunda edición vigente a partir del 1° de mayo de 2008

Las páginas en las que en el pie se indica vigencia diferente a ésta, hubo motivo de modificación.

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS
PARTE 01 ELECTROMECA'NICOS
SECCI'ON 02 ELECTRICOS
CAPITULO 001 EQUIPOS.

A. DEFINICI'ON, CLASIFICACI'ON Y OBJETO.

A.01. Equipo el'ctrico. Conjunto de mecanismos y dispositivos necesarios, para convertir la energ'ia el'ctrica recibida en energ'ia de movimiento, dependiendo de su funci'on espec'fica. Dichos equipos pueden ser:

a. Motor el'ctrico.- M'quina rotatoria en la cual la energ'ia el'ctrica suministrada se transforma en energ'ia mec'nica y se tiene las siguientes definiciones.

a.1. Motor de inducci'on: Motor el'ctrico, en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energ'ia y la otra trabaja por inducci'on electromagn'etica Ver Figura. 1

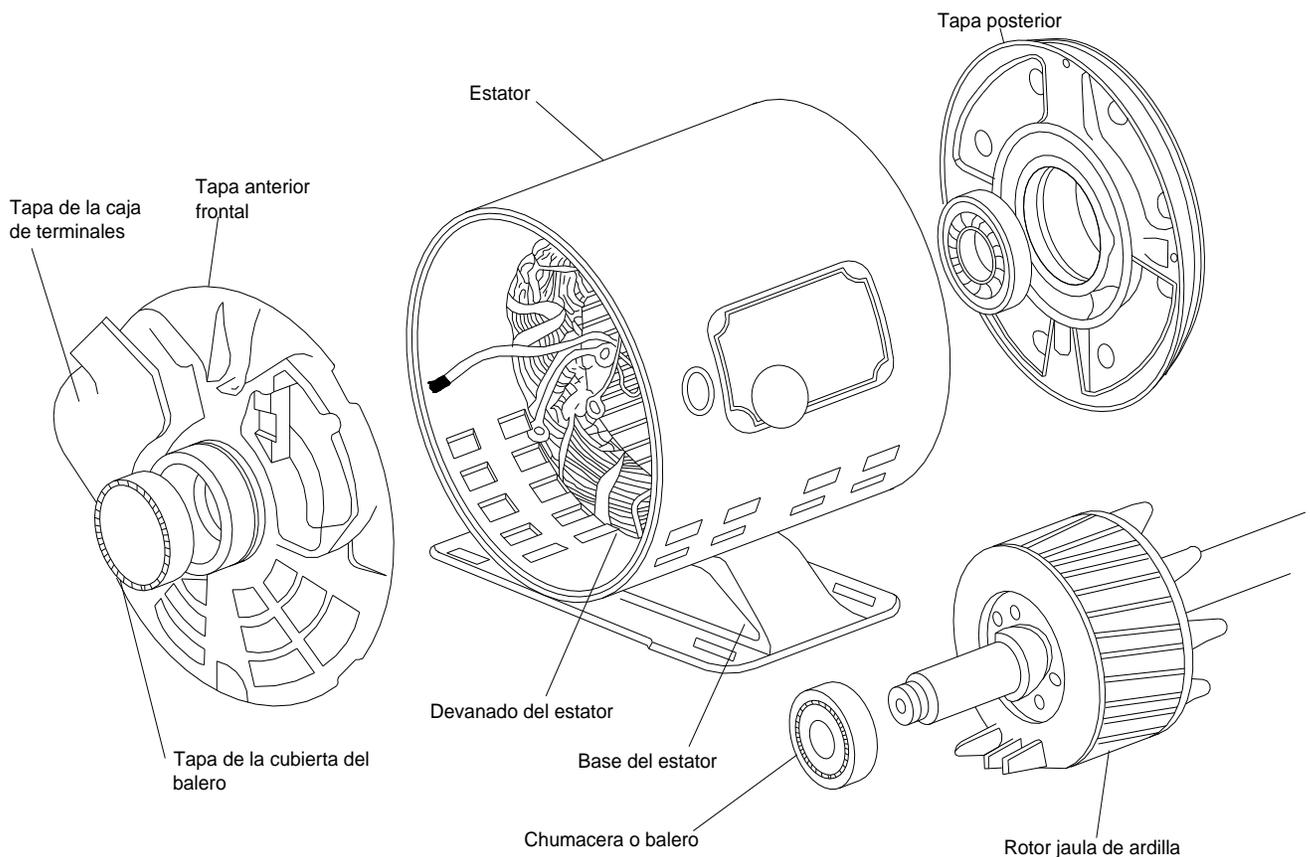


FIGURA 1.- Partes fundamentales de un motor el'ctrico.

a.2.- Motores monofásicos y trifásicos: Motores que utilizan para su operación, energía eléctrica de corriente alterna y corriente continua, monofásica y trifásica, respectivamente Ver Figura 2.

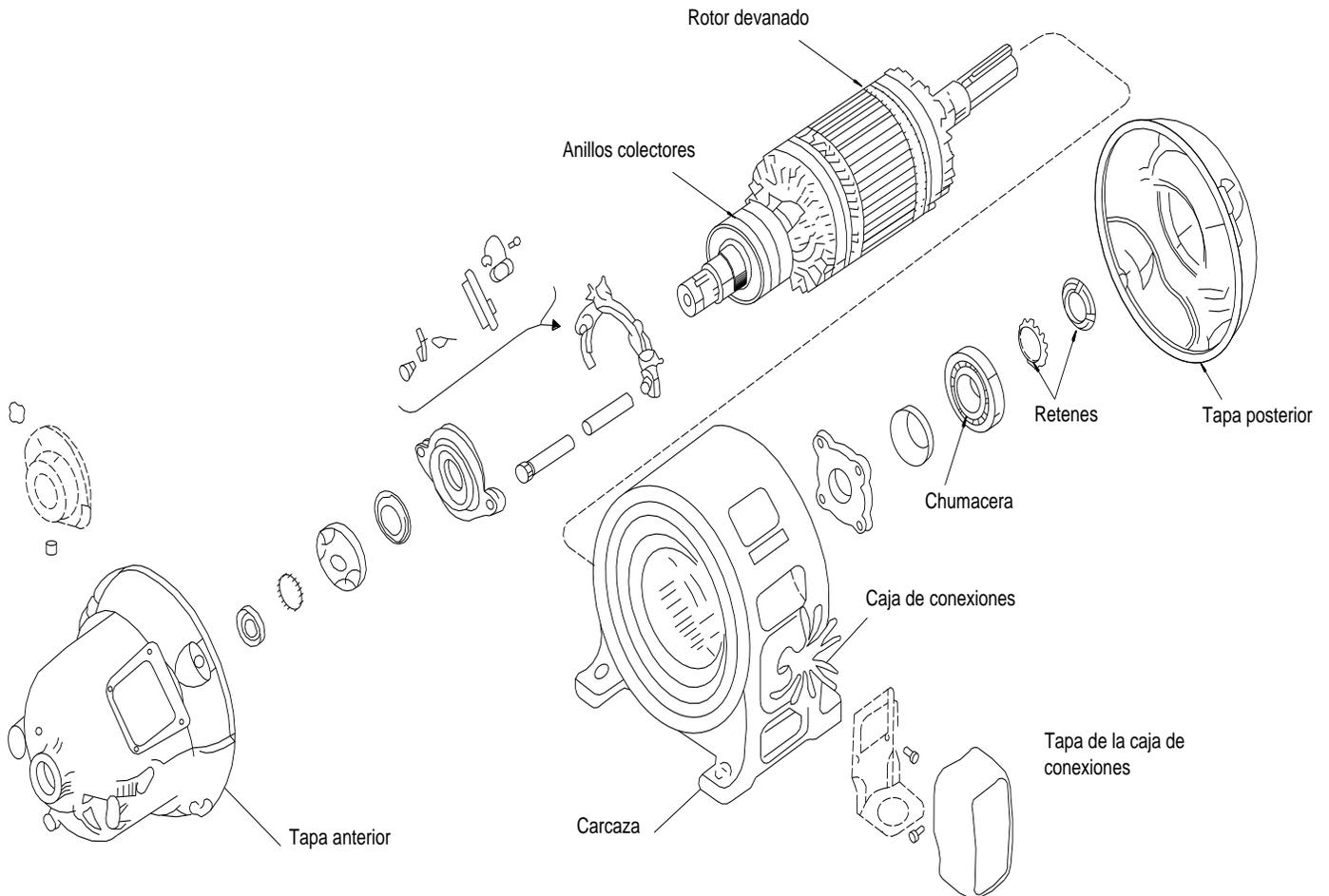


FIGURA 2.- Partes fundamentales de un motor eléctrico de corriente continua y corriente alterna.

a.3. Motor con rotor en cortocircuito o de jaula: Motor de inducción en el cual el circuito secundario está formado por barras permanentes cerradas en cortocircuito, por medio de anillos en sus extremos, dando la apariencia de una jaula Ver Figura 3.

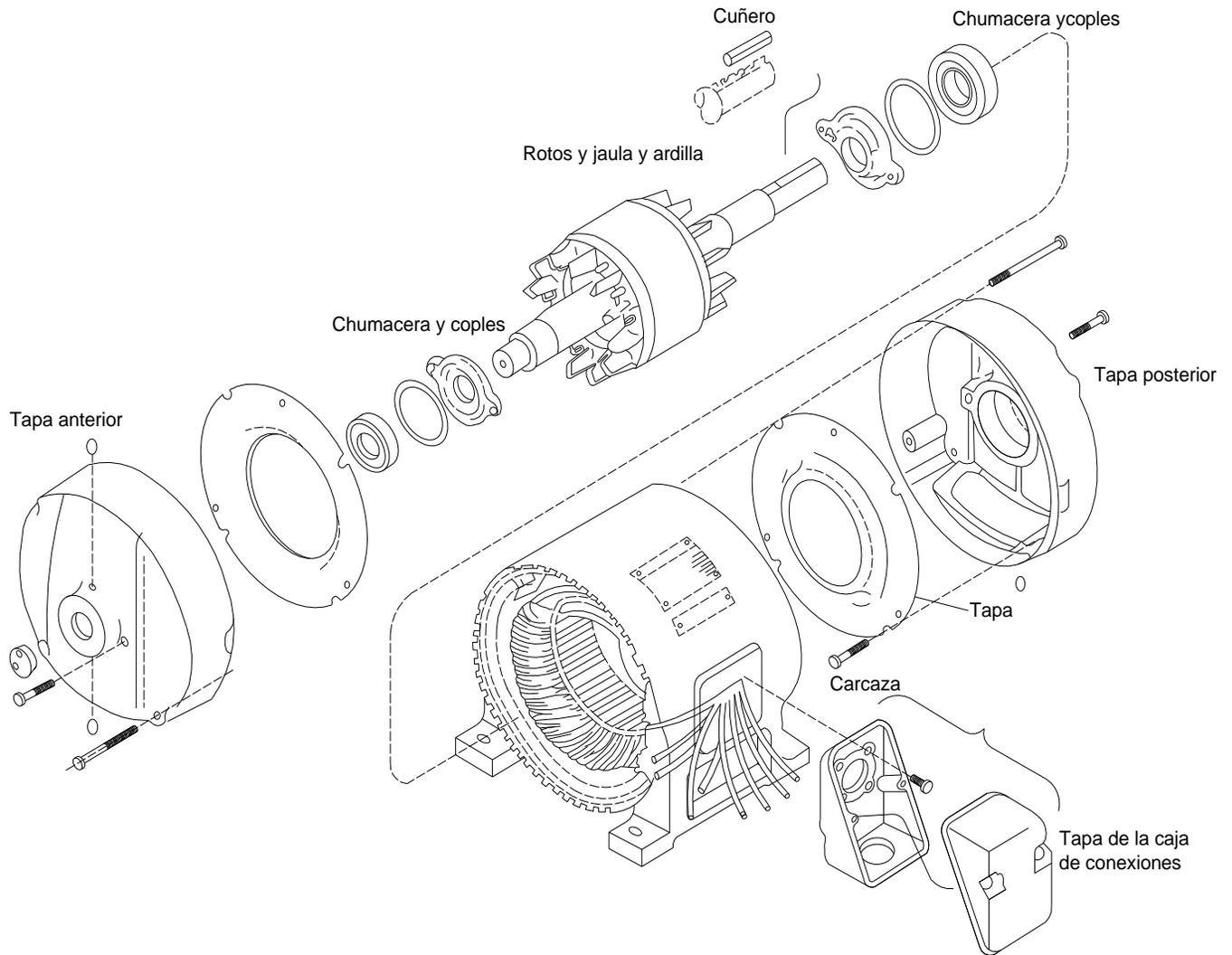


FIGURA 3.- Partes fundamentales de un motor eléctrico tipo jaula de ardilla.

- a.4. Motor fraccionario: Aquel cuya potencia es menor de 0,746 kW (1 CP) a carga plena, pero mayor de 0,0373 kW (1/20 CP).
- a.5. Motor integral: Aquel cuya potencia es igual o mayor a 0,746 kW (1 CP) a carga plena.
- a.6. Motor de uso general: Aquel cuyas características completas cumplen con esta norma.
- a.7. Motor para aplicación especial: Aquel con una o más características especiales, no consideradas en esta norma.

a.8. Motor polifásicos: Motores polifásicos de corriente alterna son de inducción jaula de ardilla, de inducción con rotor devanado y síncronos. Ver Figura 4.

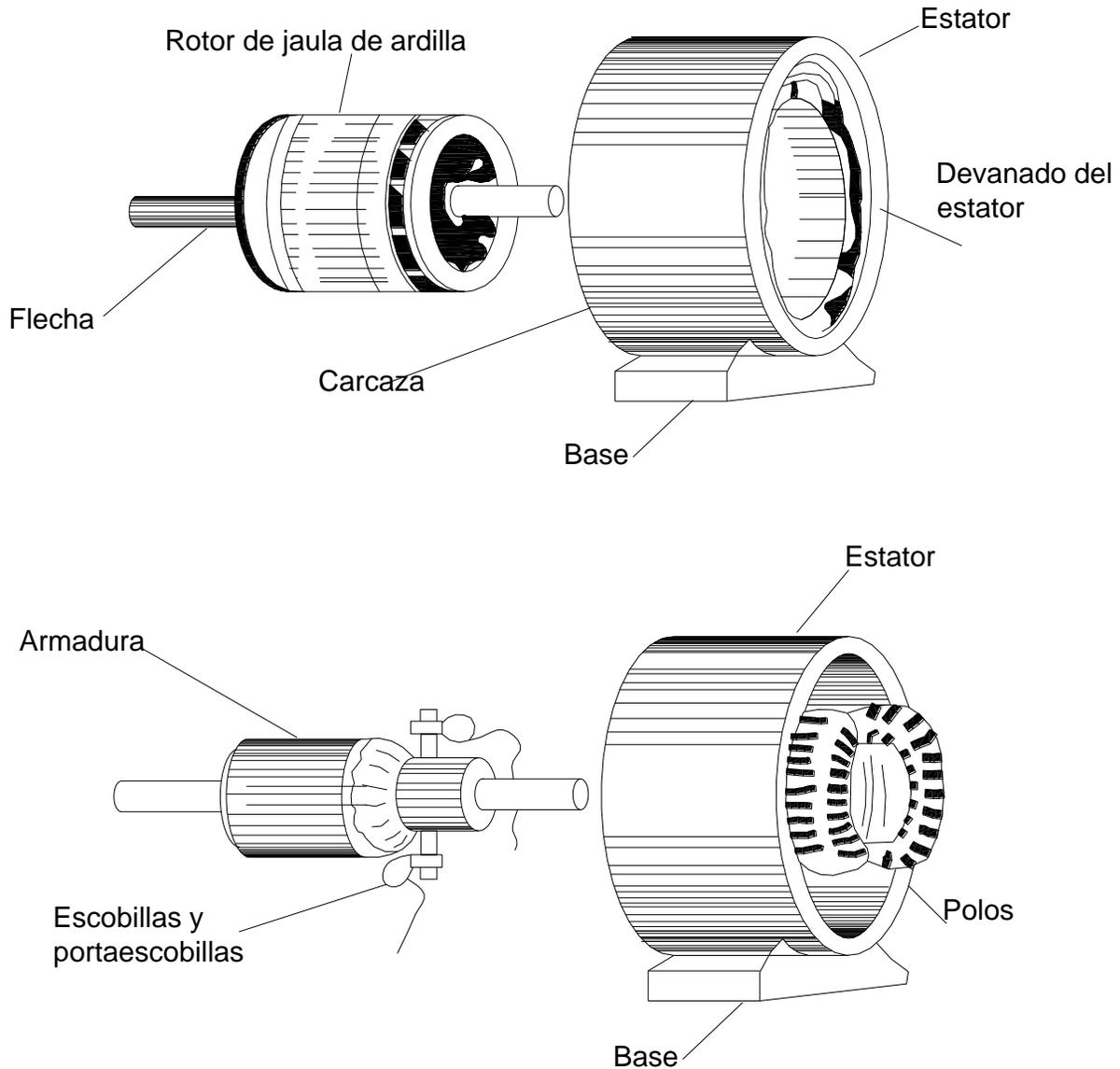


FIGURA 4.- Componentes básicos de un motor de inducción tipo jaula de ardilla y rotor devanado.

a.9. Motor diseño "A": Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla el par de arranque especificado en la Tabla 8, y un par máximo según 1.12 de la cláusula C, con una corriente de arranque que excede los valores de la Tabla 11, y teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.

- a.10. Motor diseño "B": Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla el par de arranque especificado en la Tabla 8, y par máximo según la Tabla 13 con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 11, teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.
- a.11. Motor diseño "C": Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla el par de arranque especial para aplicaciones de alto par de arranque, según los valores de la Tabla 9, su corriente de arranque no debe exceder los valores mostrados en la Tabla 11, así como su par máximo debe ser según los valores de la Tabla 14, con un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.
- a.12. Motor diseño "D": Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla un par de arranque no menor de 275% del par a carga plena, con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 10 y con un deslizamiento a carga plena, como sigue:
- 12.1. Diseño 1D del 5 al 8%
- 12.2. Diseño 2D del 8 al 13%
- 12.3. Diseño 3D mayor del 13%
- a.13. Motor diseño "F": Motor trifásico que soporta y desarrolla un par de arranque no menor del 125% del par a carga plena con un par máximo según la Tabla 12 y con una corriente de arranque que excede los valores de la Tabla 10 con un deslizamiento a carga igual o menor al 5%
- a.14. Motor diseño "N": Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con la tensión nominal, y con una corriente de arranque que no exceda los valores de la tabla 10.
- a.15. Motor diseño "O": Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con la tensión nominal y con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 10.
- a.16. Motor diseño "L": Motor monofásico integral, para arrancar con la tensión nominal y desarrollar un par máximo de acuerdo con la Tabla 12, con una corriente de arranque que no exceda a los valores de la Tabla 10.
- a.17. Motor diseño "M": Motor monofásico integral, para arrancar a tensión nominal y desarrollar un par máximo según la Tabla 12. Con una corriente de arranque que no exceda a los valores de la Tabla 10.

- a.18. Motor de fase dividida: Motor monofásico que incorpora una bobina auxiliar, desfasada en su posición magnética con respecto a la bobina principal, y conectada en paralelo con ella (A menos que se especifique en otra forma, el circuito auxiliar se desconecta cuando el motor tiene una velocidad predeterminada. Este motor no usa ninguna otra impedancia fuera de la de sus bobinados).
- a.19. Motor de arranque por resistencia: Motor monofásico de fase dividida, con una resistencia conectada en serie con la bobina auxiliar. El circuito auxiliar se desconecta cuando el motor ha obtenido una velocidad predeterminada.
- a.20. Motor con capacitor: Motor monofásico cuya bobina principal se conecta directamente a la fuente de energía y su bobina auxiliar se conecta en serie con un capacitor.

Existen tres tipos de motores con capacitor, los cuales son:

20.1 Motor de arranque por capacitor: Motor monofásico en el cual el capacitor permanece conectado al circuito, únicamente durante el arranque.

20.2 Motor con capacitor permanente conectado: Motor monofásico con el mismo valor de capacitancia tanto durante el arranque, como durante el trabajo.

20.3 Motor con dos capacitores: Motor monofásico con dos capacitores conectados durante el arranque y sólo uno de ellos permanece conectado, durante la operación normal. (No se incluye en esta norma).

- a.21. Motor de polos sombreados: Motores monofásicos, provistos con un bobinado en cortocircuito o bobinados desplazados en posición magnética, con respecto del bobinado principal.
- a.22. Motor abierto a prueba de goteo: Motor que tiene las aberturas de ventilación en tal forma que, gotas de un líquido o partículas sólidas que caigan sobre el motor a un ángulo no mayor de 15° , con respecto a la vertical, no pueden penetrar al interior del motor, ya sea directamente o pegando en él y resbalando hacia adentro.
- a.23. Motor abierto a prueba de salpicaduras: Motor que tiene aberturas para ventilación en tal forma, que gotas de un líquido o partículas sólidas que caigan sobre él, a cualquier ángulo no mayor respecto a la vertical, no puedan penetrar al interior del motor, ya sea directamente o pegando en él y resbalando hacia adentro.
- a.24. Motor abierto con guarnición: Motor en el que todas las aberturas que dan

acceso directo a partes vivas o rotatorias (excepto ejes lisos), están limitadas en tamaño por el diseño estructural de las partes o cubiertas de mallas o telas metálicas, o materiales equivalentes, con el objeto de prevenir un contacto accidental con dichas partes. Estas aberturas no deben permitir el paso de una barra cilíndrica de 13 mm de diámetro, excepto cuando la distancia de protección a las partes vivas o rotativas sea mayor de 100 mm en cuyo caso no deben permitir el paso de una barra cilíndrica de 19 mm de diámetro.

- a.25. Motor abierto semi guarnecido: Motor en el cual parte de la aberturas de ventilación, generalmente la mitad superior, están protegidas como se indica para el motor con guarnición.
- a.26. Motor abierto a prueba de goteo, con guarnición: Aquél motor a prueba de goteo en el cual las aberturas de ventilación están protegidas, como se indica para el motor con guarnición.
- a.27. Los motores pueden diseñarse para intemperie, y éstos pueden ser:
 - 27.1. Motor abierto protegido para intemperie tipo I: Motor con pasajes de ventilación que reduce a un mínimo la entrada de lluvia, nieve o partículas suspendidas en el aire, a las partes eléctricas del mismo. Su construcción es tal, que una barra cilíndrica de 19 mm de diámetro como máximo, no puede penetrar por los pasajes de ventilación.
 - 27.2. Motor abierto protegido para intemperie tipo II: Motor que además de tener lo indicado para el tipo I, sus ductos de ventilación tanto de entrada como de salida, están diseñados para que cuando el viento sople a alta velocidad, esta corriente, junto con las partículas de impureza, pueden ser conducidas al exterior a través de los pasajes de ventilación sin entrar a los conductos internos de ventilación que van directamente al sistema eléctrico del motor. La corriente de ventilación debe hacer, cuando menos, tres cambios bruscos en su dirección, ninguno de los cuales debe ser menor de 90°. Además la velocidad de entrada del aire debe reducirse a un valor igual o menor a 183 m/mm.
- a.28. Motor totalmente cerrado: Aquel cuya armazón impide el cambio libre de aire entre el interior y el exterior del motor, sin llegar a ser hermético, y éste a su vez puede ser:
 - 28.1 Motor totalmente cerrado, no ventilado: Aquél que no está equipado con medios mecánicos de enfriamiento externo.

28.2 Motor totalmente cerrado, enfriado por ventilador: Motor con uno o más ventiladores, formando parte integral de él pero externos al armazón, provistos con cubiertas.

a.29. Los motores diseñados a prueba de explosión, pueden ser:

29.1 Motor a prueba de explosión clase I (gases o vapores inflamables o explosivos): Motor totalmente cerrado, cuya armazón está diseñada y construida para soportar una explosión de gas o vapor especificados, que pueda ocurrir dentro ella por diversas causas y para prevenir la ignición de gas o vapor que rodea el motor.

29.2 Motor a prueba de explosión clase II (polvos inflamables o explosivos): Motor totalmente cerrado cuya armazón está diseñada y construida para que los polvos o mezclas de polvo aire inflamables presentes en la atmósfera ambiente, no penetren en su interior ni se inflamen o se quemem debido a su funcionamiento.

a.30. Los motores totalmente cerrados, pueden ser enfriados con:

30.1 Motor totalmente cerrado enfriado con intercambiador aire-aire: Motor totalmente cerrado, enfriado por aire, que a su vez es enfriado por un intercambiador de calor con aire exterior.

30.2 Motor totalmente cerrado, enfriado con intercambiador agua-aire: Motor totalmente cerrado enfriado por aire, que a su vez es enfriado por agua a través de un intercambiador de calor.

a.31. Motor a prueba de agua: Motor totalmente cerrado, construido en tal forma que un chorro de agua no haga contacto con su lubricante, chumaceras o bobinados.

b. Subestación eléctrica.- Conjunto de dispositivos, aparatos y equipos empleados para manejo de la energía eléctrica, cuya finalidad primordial es transformar, elevar, reducir y convertir dicha energía sin variar su frecuencia

c. Consola de control.- Módulo metálico que aloja equipo eléctrico y/o electrónico para la centralización de mandos y funciones en la operación de plantas o áreas específicas de la misma y que puede contener los aparatos y dispositivos siguientes:

1. Interruptores.

2. Selectores.

3. Indicadores de tensión.
 4. Medidores.
 5. Arrancadores.
 6. Luces piloto.
 7. Relevadores.
 8. Sensores.
 9. Estación de botones.
 10. Restablecedor.
- d. Equipo de cómputo.- Unidad central de procesamiento de datos proporcionados por usuarios, y puede estar constituido por memoria principal, canales de entrada y salida, unidades de control, monitores, dispositivos de acceso directo y dispositivos de entrada/salida.
- e. Equipo de medición.- Son los aparatos, instrumentos o dispositivos regularmente encapsulados que utilizan parámetros de comparación en sus registros y que son utilizados para medir el flujo eléctrico mediante:
1. Indicadores.
 2. Registradores.
 3. Integradores.
- 3.1. Contadores de energía.
- f. Equipo de señal luminosa para tránsito y dispositivos de control.- Equipo y/o sistema de aviso y control de la vialidad para vehículos y peatones mediante una ilustración lumínica (semáforos), formado por:
- f.1. Semáforo.- Dispositivo que por medio de luces de colores (generalmente rojo, ámbar y verde), cambia alternativamente el derecho de paso en una intersección.
 - f.2. Cabeza de semáforo.- Conjunto de una o más secciones dirigidas hacia una sola dirección.
 - f.3. Sección de semáforo.- Parte de semáforo que aloja una sola unidad óptica.

- f.4. Unidad óptica. Parte del semáforo destinada a emitir y controlar la luz. Consta generalmente, de lámpara, porta lámpara, reflector y lente.
- f.5. Unidad de control (controlador).- Aquélla que se encarga de enviar la energía eléctrica hacia las lámparas de los semáforos, respetando una determinada programación.
- f.6. Sistema coordinado.- Es el formado por un conjunto de controladores que reportan y reciben información de una unidad central de procesamiento, de tal forma que se logre una circulación fluida por las vías que éstos controlan
- g. Planta generadora de energía eléctrica de emergencia (P.G.E.E.E).- Grupo motor-generator, que convierte la energía calorífica del combustible en energía eléctrica y se tienen las siguientes definiciones.
- g.1. Potencia nominal.- Es la capacidad en kilowatts obtenidos en las terminales del generador a la altitud del nivel del mar y a una temperatura de 27 °C.
- g.2. Potencia continua.- Son los kilowatts (kW) P.G.E.E.E., en las terminales del generador, considerando las condiciones ambientales en el lugar de operación, a la frecuencia y tensión especificadas, por un periodo de 24 horas durante los 365 días del año.
- g.3. Potencia de emergencia.- Son los kilowatts (kW) que proporciona la P.G.E.E.E., en las terminales del generador, considerando las condiciones ambientales en el lugar de operación, a la frecuencia y tensión especificadas, por un periodo de tiempo igual al de la falla de suministro normal.
- g.4. Potencia de sobrecarga.- Son los kilowatts (kW) de potencia continua, incrementados en un valor adecuado a la generación en un tiempo de operación previsto.
- g.5. Plantas generadoras automáticas.- Son aquellas P.G.E.E.E., que una vez instaladas y puestas en operación, en caso de falla del suministro normal o por necesidad del usuario, pueden arrancar, transferir, protegerse, retransferir y parar por sí solas. La intervención humana sólo debe ser para mantenimiento preventivo, correctivo u operación manual. (Ver figura 5)
- g.6. Plantas generadoras móviles. Son aquellas P.G.E.E.E., que son necesarias para suministrar energía eléctrica en un lugar determinado en forma puramente eventual, las cuales deben ser instaladas en

plataformas que pueden ser transportadas fácilmente de preferencia sobre ruedas.

g.7. Disponibilidad.- Es el tiempo máximo en segundos, necesario para que la P.G.E.E.E., esté en condiciones adecuadas de operación, permitiendo la transferencia y toma de carga.

g.8. Alcance de operación. Es el tiempo mínimo en horas que la P.G.E.E.E., debe operar con carga nominal, sin que sea necesario el recargar combustible en su propio tanque (tanque de día).

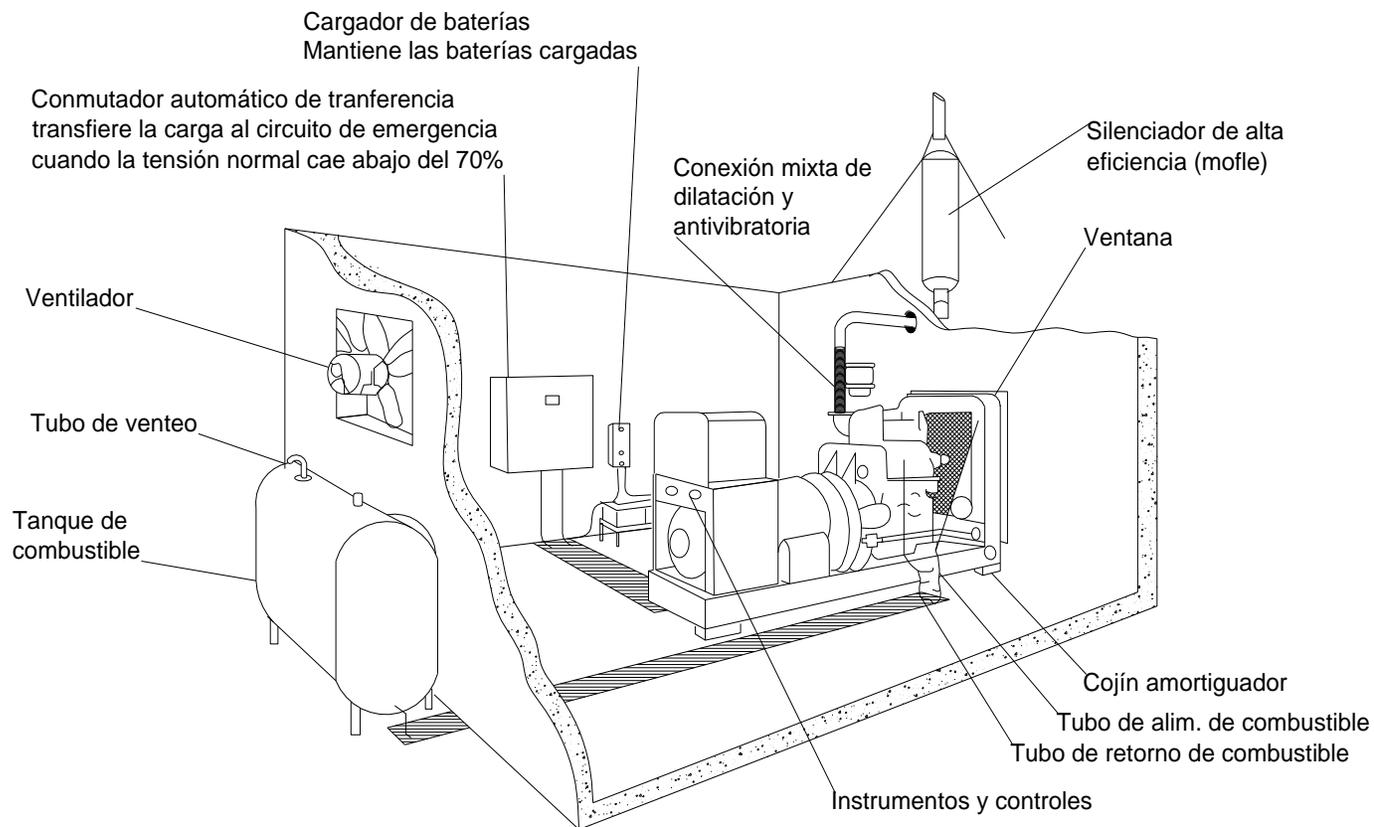


FIGURA 5. Componentes básicos de una planta de emergencia.

A.02. Los equipos eléctricos se clasifican en:

a. Motores eléctricos :

1. De acuerdo a su potencia:

1.1. Motor fraccionario.

1.2. Motor Integral.

2. De acuerdo con su aplicación:

2.1. Motor de uso general

2.2. Motor para aplicación especial.

3. De acuerdo a su diseño eléctrico.

.1. Trifásicos.

3.1.1. Diseño A.

3.1.2. Diseño B.

3.1.3. Diseño C.

3.1.4. Diseño D.

3.2. Monofásicos.

3.2.1 Diseño L.

3.2.2 Diseño M.

3.2.3 Diseño N

3.2.4 Diseño O

4. Para monofásicos, de acuerdo con su tipo de arranque:

4.1. Motor de fase dividida.

4.2. Motor de arranque por resistencia.

4.3. Motor con capacitor en sus tres tipos.

4.4. Motor de polos sombreados.

5. De acuerdo con su protección mecánica y sistema de enfriamiento:
 - 5.1. Motor abierto.
 - 5.2. Motor abierto a prueba de goteo.
 - 5.3. Motor abierto a prueba de salpicadura.
 - 5.4. Motor abierto de guarnición.
 - 5.5. Motor abierto semi guarnición.
 - 5.6. Motor abierto a prueba de goteo, con guarnición.
 - 5.7. Motor abierto protegido para intemperie en sus dos tipos:
 - 5.7.1. Clase I (gases o vapores inflamables o explosivos).
 - 5.7.2. Clase II (polvos inflamables o explosivos).
 - 5.8. Motor a prueba de agua.

6. De acuerdo a su velocidad:
 - 6.1. Motor de velocidad constante.
 - 6.2. Motor de varias velocidades.
 - 6.3. Motor de velocidad variable.

7. De acuerdo con su armazón:
 - 7.1. Motor con armazón tipo I.
 - 7.2. Motor con armazón tipo II.

8. De acuerdo con su eficiencia:
 - 8.1. Motor estándar.
 - 8.2. Motor de alta eficiencia.

b. Subestación eléctrica. Instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Generalmente está dividida en secciones, por lo regularmente son tres principales, y las demás son derivadas.

Las secciones principales son las siguientes:

1. Sección de medición.
2. Sección para las cuchillas de paso.
3. Sección para el interruptor.

Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores, hacia los transformadores.

Dentro de las subestaciones, se tienen de dos tipos: subestaciones eléctricas elevadoras, que están situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de la energía eléctrica, y como su nombre lo dice, su función es elevar el nivel de tensión, hasta 132, 220 o incluso 400 kV, antes de entregar la energía. El otro tipo de subestaciones son las subestaciones eléctricas reductoras, éstas reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan, habitualmente entre 13, 15, 20, 45 ó 66 kV y entregan la energía a la red de distribución. Posteriormente, los centros de distribución reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 400 V.

b.1. La subestación eléctrica se clasifica en:

1.1. Compacta.- Es por lo general, un grupo de celdas o gabinetes metálicos que se manufacturan, de tal forma que al final de su proceso constituyen un solo paquete. Estas subestaciones normalmente se fabrican para servicio interior e intemperie, en tensiones de 13,8, 23 y 34,5 kV. (Ver Figura 6)

1.1.1. La subestación compacta servicio interior, es fabricada para operar únicamente en áreas libres de polvo, humedad, gases, lluvia, etc.

1.1.2. La subestación compacta servicio intemperie, está diseñada para operar bajo condiciones adversas como son lluvia, polvo, hielo, rocío, etc. Su tipo de construcción es robusta, ya que su diseño emplea más lámina y empaques para la protección física de sus componentes contra las condiciones ambientales.

2. Subestación eléctrica convencional, es aquella que se instala a la intemperie en un espacio determinado a cielo abierto, sin celdas o gabinetes, con los elementos apropiados para suministrar energía eléctrica a un sistema determinado. A su vez, éste tipo de subestaciones se clasifican en:

2.1. Tipo rural, cuando los elementos que la constituyen están montados sobre un poste.

2.2. Tipo estación, cuando los elementos que la constituyen están montados sobre estructura metálica.

3. Así mismo estas subestaciones se pueden clasificar:

3.1. Por su estación.

- 3.1.1. De corriente alterna
- 3.1.2. De corriente continua

3.2. Por su servicio.

3.2.1. Primarias

- 3.2.1.1. Elevadoras
- 3.2.1.2. Receptoras reductoras
- 3.2.1.3. De enlace o distribución
- 3.2.1.4. De interruptor o maniobras
- 3.2.1.5. Convertidoras
- 3.2.1.6. Rectificadoras

3.2.2. Secundarias

- 3.2.2.1. Receptoras
 - 3.2.2.1.1. Reductoras
 - 3.2.2.1.2. Elevadoras
- 3.2.2.2. Distribuidoras
- 3.2.2.3. De enlace
- 3.2.2.4. Convertidoras
- 3.2.2.5. Rectificadoras

3.3.3. Por su construcción

- 3.3.3.1. Tipo intemperie
- 3.3.3.2. Tipo interior
- 3.3.3.3. Tipo blindado

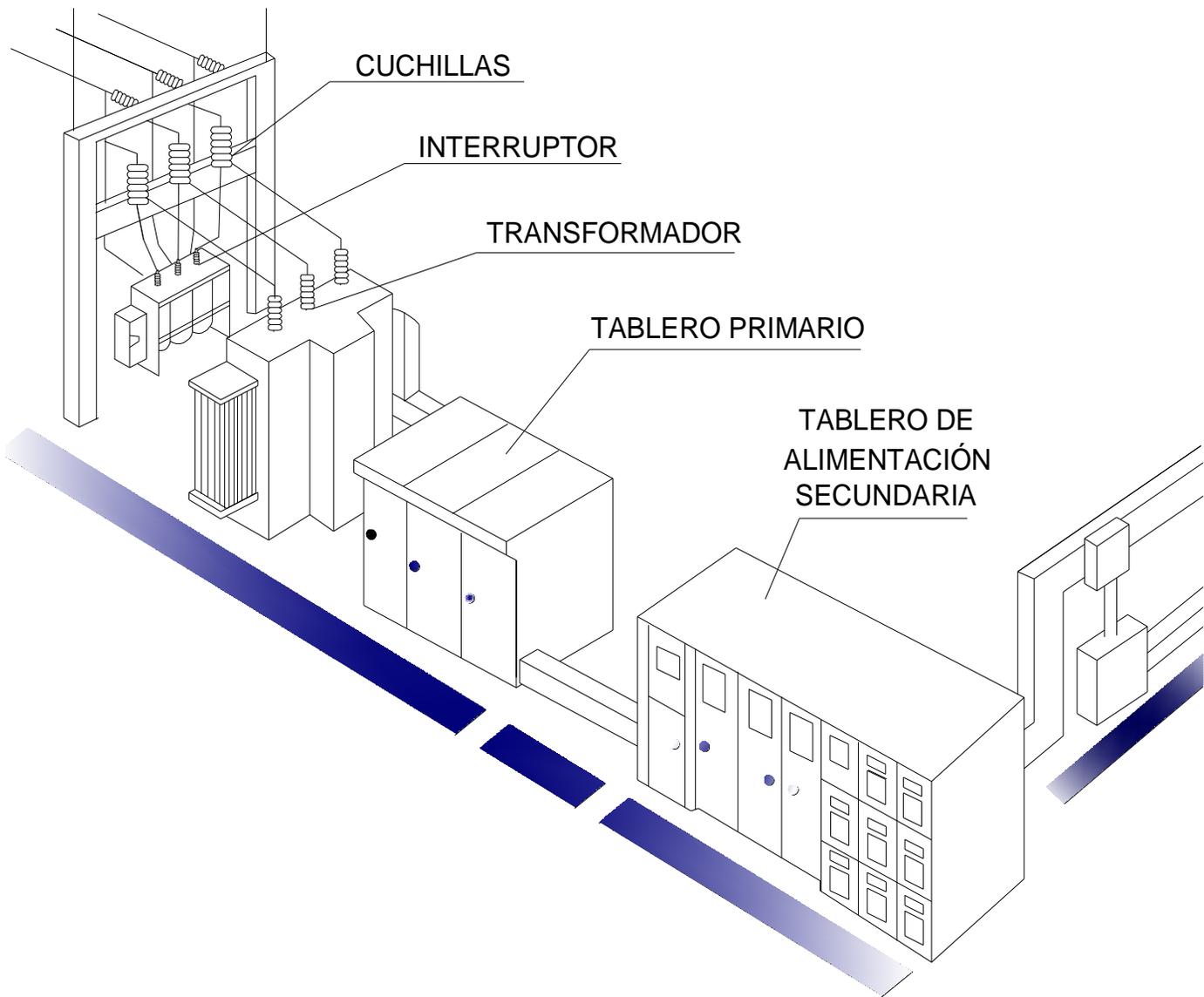


FIGURA 6.- Diagrama esquemático de una subestación industrial

- c. Consola de control. Gabinete generalmente metálico que puede estar formado por módulos con varios ductos verticales y horizontales para conexiones eléctricas diseñadas para las diversas unidades que controla; puede estar empotrada en la pared o superpuesta, puede o no estar

protegida contra atmósfera agresiva para su instalación. Estas consolas pueden ser centros de control de motores.

c.1. Las consolas de control se clasifican de acuerdo con:

- 1.1. Su diseño externo: Pueden ser módulos rectangulares, dúplex, tipo escritorio, etc. Este tipo de consolas, además deberá contar con ductos verticales y horizontales para facilitar la conexión a cada una de las unidades.
- 1.2. Lugar de instalación.- Estas consolas pueden estar empotradas en la pared, sobrepuestas en un pedestal o cimentadas.
- 1.3. Tipo de gabinete.- Este deberá permitir que los cables de alimentación penetren por la parte inferior o superior y que éstos puedan ser conectados a conectores montados en el bus o a un interruptor general.
- 1.4. Grado de protección.- Esta protección está en función directa al tipo de atmósfera donde se instale.
- 1.5. Cantidad de equipo por controlar: Cuando se trate de corriente de corto circuito de hasta 15,000 amperes, no requerirá equipo de protección.

Cuando la corriente de corto circuito sea desde 15,000 hasta 25,000 amperes, entonces se deberá utilizar un interruptor principal que controle dicha corriente, pero cuando la corriente de corto circuito sea de 25,000 a 100,000 amperes, entonces además de utilizar el interruptor principal de alta capacidad, se requerirán fusibles limitadores o reactores.

1.6. Asimismo, NEMA clasifica los centros de control de motores en dos clases, los cuales son:

1.6.1. Centro de control clase I.- Son los que forman un grupo mecánico de combinaciones de control de motores y alimentadores arreglados en un ensamble conveniente, incluyendo conexiones del bus horizontal común a las unidades sin incluir el alambrado entre unidades o aparatos montados a control remoto

1.6.2. Centro de control clase II.- Son diseñados para formar un sistema completo de control incluyendo los interlock y sus interconexiones entre unidades necesarias, así como provisión para dispositivos de operación a control remoto.

Cuando se especifiquen tablillas terminales maestras, la localización y la interconexión deberán ser mostradas en los diagramas.

d. Equipo de cómputo. Es la unidad de servicio encargado del diseño e implementación de sistemas, de la administración de la información y los recursos materiales, financieros y humanos con los que cuenta un usuario y con la operación de herramientas computacionales, permiten lograr en un tiempo menor la obtención de los objetivos trazados previamente.

d.1. El equipo de cómputo se clasifica en:

1.1. Analógico.- Aquello que procesa los datos por medio de funciones continuas, generalmente mediante representación de señales eléctricas.

1.2. Digital.- Aquella que maneja la información de manera discreta en unidades llamadas bit.

e. Equipo de medición. Conjunto de equipos o instrumentos que se usan para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos y equipos de medición son el medio por el que se hace esta lógica conversión.

e.1. El equipo de medición se clasifica en tres categorías, según en se indique, registre o integre alguna magnitud en tiempo predeterminado; los aparatos pueden ser de uso momentáneo (indicadores instantáneos) o **permanente**. Los registradores son empleados mediante operación manual o automática, sirven de base para ajuste o reparación manual, para la comprobación de la eficiencia o para registrar valores de importancia en operaciones a futuro. El conjunto de instrumentos básicos para efectuar las mediciones son:

1.1. Voltímetro.- Aparato o instrumento de medición construido y calibrado para proporcionar valores de tensión aplicada.

1.2. Amperímetro.- Aparato de lectura directa, diseñado para medir la intensidad de la corriente eléctrica en amperes. Una de sus variedades de fabricación es el amperímetro de gancho que mide en forma magnética la corriente.

1.3. Wattímetro.- Instrumento de medición del tipo de inducción que mide y registra la energía activa en Watts o en múltiplos decimales de esta unidad y puede ser:

1.3.1 Wattímetro tipo A.- Aquel que permite conectar directamente los conductores eléctricos de la acometida y los de la alimentación de la instalación del usuario, por la parte inferior del instrumento, a través del bloque de terminales.

1.3.2 Wattímetro tipo B.- Por su forma y diseño, permite conectarse mediante una base-enchufe con cuatro terminales.

1.4. Frecuencímetros.- Instrumento que se usa para medir la frecuencia, en Hertz y pueden ser de dos tipos:

De lengüetas vibrantes.

De aguja.

Digital.

1.5. Medidor del factor de potencia: Instrumento que registra el desfase entre la potencia aparente (KVA) y la potencia activa (KW).

1.6. Vármetros. Instrumento semejante a los wattímetros, con la diferencia de que miden la potencia reactiva de una instalación, la cual se expresa en volt-amperes-reactivos (VARs).

1.7. Watthorímetros. Instrumento del tipo de inducción que mide y registra la energía real consumida en un tiempo (Watts-hora) o en múltiplos decimales de esta unidad.

1.8. Varhorímetros.-Instrumento que integra la energía reactiva que circula en una instalación eléctrica. Son análogos a los Watthorímetros, con la diferencia que debe medir la potencia reactiva.

f. Equipo de señal luminosa para tránsito. Dispositivo de señales que se sitúa generalmente en intersecciones viales y otros lugares de una ciudad, para regular el tráfico vehicular y el tránsito peatonal.

f.1. Los equipos de señal luminosa para tránsito se clasifican en:

1.1. Semáforos.

1.1.1. Vehiculares.

1.1.2. Peatonales.

f.2. Controladores, de acuerdo a su tipo de funcionamiento se clasifican en:

2.1. Tipo 1 Electromecánicos.

2.2. Tipo 2 Electrónicos.

g. Reductor de velocidad inteligente. Equipo instalado en carriles de vialidades urbanas dentro o sobre la estructura del pavimento, que mediante dispositivos responde a la acción del vehículo como barrera vial cuando éste circula en

sentido contrario, o ha rebasado la velocidad a la que ha sido calibrado el mecanismo en un sitio predeterminado de la vialidad.

1. Por los mecanismos de operación e instalación, los reductores de velocidad inteligentes se clasifican en:

1.1. Tipo “sobreponer”, que a su vez puede ser:

1.1.1. Mecánico

1.1.2. Electromecánico

2.1. Tipo “empotrar”, que a su vez puede ser:

2.1.1. Mecánico

2.1.2. Electromecánico

NOTA: Las características de uno y otro de los reductores, se especifican en el inciso C.13 de este capítulo.

h. Los tableros de control y distribución, se clasifican de acuerdo a la tensión que manejan en:

1. Tableros de alta tensión.- Término genérico con que se designa el conjunto integrado en un gabinete metálico total o parcialmente cerrado, que aloja dispositivos de interrupción de alta tensión (más de 1000 volts) y el equipo de control, medición, protección y regulación asociado a los mismos, así como los elementos necesarios para la interconexión y soporte de tales dispositivos y equipos. Este tablero al mismo tiempo puede ser:

1.1 Tablero blindado (metal clad).

1.2 Tablero tipo cubículo. Término aplicable a los tableros que se encuentran en cualquiera de las siguientes concesiones.

1.2.1 Que no tenga divisiones.

1.2.2 Que sus divisiones sean de material no metálico.

1.2.3. Que tenga divisiones con grado de protección menor que los valores indicados en la Tabla 1 de Requisitos de Calidad.

2. Tableros de baja tensión.- Se aplica a ensambles de tableros eléctricos en baja tensión para distribución y/o control que no excedan de 1000 V de corriente alterna y una frecuencia de 60 Hz ó 1200 V de corriente directa. Estos tableros pueden ser:

2.1 Estacionarios y removibles.

2.2 Abiertos o cerrados.

Los dispositivos individuales y componentes contenidos en los mismos, como arrancadores de motores, interruptores de fusibles, equipo electrónico, etc.; deberán cumplir con las normas específicas correspondientes y las recomendaciones relevantes que no están cubiertas por esta norma.

3. Así mismo los tableros se pueden clasificar por:

3.1 Su diseño externo.

3.2 El lugar de instalación.

3.3 Las condiciones de instalación, respecto a su movilidad.

3.4 El grado de protección.

3.5 El tipo de gabinete.

3.6 El método de montaje.

3.7 Las medidas de protección personal.

h. Las plantas de emergencia, se clasifica en:

1. Por su operación en:

1.1. Automáticas.

1.2. Semiautomáticas

1.3. Manuales.

2.- Por el tipo de instalación.

2.1. Fijas.

2.2. Móviles.

2.3. Marinas.

3.- Por su disponibilidad.

3.1. Tipo 1: básicamente inmediata (ininterrumpible de 3 a 5 ms.)

3.2. Tipo 2: 5 s máximos

3.3. Tipo 3: 15 s máximos.

3.4. Tipo 4: más de 15 s.

3.5. Tipo M: manual o no automática (no hay tiempo límite)

Nota.- La construcción y tipo de los accesorios de cada P.G.E.E.E., son los que definen los tipos mencionados.

4. Por su operatividad o tiempo de operación emergente (TOE).

TOE 2 (2 h) cuando el servicio normal es muy seguro o necesidad poco crítica del usuario.

TOE 8 (8h) cuando el servicio normal es seguro o el servicio del usuario es crítico por turno.

TOE X (Otros tiempos en horas, como se requiere en la aplicación o código del usuario).

Nota.- Los tiempos anteriores se definen en función de la capacidad del tanque de combustible, que debe incluir el proveedor o indicar al usuario, apoyado en el consumo garantizado de combustible del equipo en cuestión.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

Concepto	Capítulo de Referencia	Dependencia
Relativo a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.	NOM-001	Secretaría de Energía.
Sistema general de unidades de medida, sistema inter-nacional de unidades (S. I.)	NOM-008	Secretaría de Energía
Información comercial de aparatos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos instructivo y garantía para los productos de fabricación nacional e importados.	NOM-001-8	Secretaría de Energía.
Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla de uso general en potencia nominal de		

0,180 a 1,500 kW. Límites, métodos de prueba y marcado.	NOM-014	Secretaría de Energía.
Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla en potencias de 0,746 kW a 373 kW. Límites, métodos de prueba y marcado.	NOM-016	Secretaría de Energía.
Seguridad de equipo de procesamiento de datos.	NOM-019	Secretaría de Energía
Ley Federal Sobre Metrología y Normalización		SECOFI

Concepto	Capítulo de Referencia	Dependencia
Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor de corto circuito	NMX-J-075/1,2 y 3	ANCE.
Wattómetros monofásicos	NMX-J-039	ANCE.
Tableros de alta tensión	NMX-J-069	ANCE.
Tableros electrónicos ensamblados de fábrica	NMX-J-118	ANCE.
Tensiones Normalizadas	NMX-J-098	ANCE
Productos eléctricos, acumuladores tipo plomo – ácido utilizados en vehículos automotores.		
	NMX- 122	ANCE
Acumuladores eléctricos industriales tipo plomo - ácido	NMX-J-171	ANCE
Motores de Inducción de tipo rotor en circuito corto o de jaula hasta 37,5 W de polos sombreados de capacitor permanente conectado y universales hasta 750 W	NMX-J-226	ANCE
Motores eléctricos a prueba de explosión para usarse en lugares		

que contengan atmósferas peligrosas Clase II Grupos E, F y G	NMX-J-262	ANCE
Gabinetes para equipos eléctricos de control y distribución	NMX-J-235	ANCE.
Motores eléctricos a prueba de explosión para usarse en lugares que contengan atmósferas peligrosas, clase I grupos C y D.	NMX-J-283	ANCE
Cargadores de baterías de uso automotriz.	NMX-J-445	ANCE

Concepto	Capítulo de Referencia	Dependencia
Electromecánicos.	2.01.02.005	G.D.F.
Edificaciones.	2.03.02.002	G.D.F.
Generalidades	2.03.03.001	G.D.F.
Obras Viales.	2.03.03.009	G.D.F.
Glosario de términos.	1.01.01.002	G.D.F.
Deflectores y elementos de prevención vial.	3.01.01.029	G.D.F.
Sistemas de canalización.	3.01.01.034	G.D.F.
Registros y sistema de canalización subterráneo.	3.01.01.035	G.D.F.
Señales impresas de vialidad.	3.01.01.037	G.D.F.
Alumbrado público	2.03.06.011	G.D.F.
Intercomunicación y sonido.	2.03.09.006	G.D.F.
Control de la Ejecución de la Obra Pública	Libro 2 tomo IV	G.D.F.
Instalación de equipo eléctrico		

de control y protección.	3.01.02.030	G.D.F.
Instalación de motor eléctrico.	3.01.02.031	G.D.F.
Instalación eléctrica en edificios	8.02.01.003	G.D.F.
Sistema de tierra y pararrayos	8.02.01.005	G.D.F.
Instalación telefónica y de intercomunicación	8.02.01.006	G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007	G.D.F.

Concepto	Capítulo de Referencia	Dependencia
Motores de combustión interna	8.02.02.007	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en edificios	2.03.09.003	G.D.F.
Equipos eléctricos de control y protección.	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de motores Eléctricos	3.01.02.030	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en edificios	8.02.01.003	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas	8.02.01.004	G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.008	G.D.F.
Artículos de vidrio empleado para señalamiento de tráfico urbano	NMX-P-020	SECOFI
Requisitos de seguridad en aparatos electrodomésticos y similares.	NMX-J-152	SECOFI
Clasificación de materiales aislantes	NMX-J-153	SECOFI

Pruebas de vibración (senoidal)	NMX-J-331	SECOFI
Muestreo para la Inspección por atributos partes 1, 2 y 3.	NMX-Z-012	SECOFI
Sistemas de señalización luminosa para tránsito urbano (semáforos).	NMX-J-425/1	SECOFI
Sistemas de señalización luminosa para tránsito urbano parte 2 unidad de control.	NMX-J-425/2	SECOFI

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

- C.01. Dependiendo de la orden de compra, el Gobierno del Distrito Federal, indicará las características que estos equipos, material o piezas de repuesto, deben cumplir y en las que se deben indicar:
- Las especificaciones, su garantía y tolerancias.
 - Los requisitos de calidad.
 - Las dimensiones críticas del producto mayores y menores, requisitos de su inspección y pruebas, lugar para las mismas, niveles de calidad y el muestreo específico a que se someterán los equipos.
- C.02. La forma de inspección y las pruebas que se deben aplicar al equipo, materiales o piezas de repuesto que el Gobierno del Distrito Federal requiera, dependiendo de la situación de la calidad, podrá ser la inspección a la primera pieza, o al examen más rígido del 100 por ciento
- C.03. Todos los equipos, sus componentes, materiales o piezas de repuesto, deben contar con sus gráficas de control por mediciones y las gráficas de control por atributo, con su correspondiente adaptación para su ensamble o armado, cuando el Gobierno del Distrito Federal así lo solicite.
- C.04. El Gobierno del Distrito Federal dará al proveedor las garantías precisas de que habrá aceptación con los métodos de inspección que se adopten, cuando los productos tengan una calidad por lo menos equivalente, si no, superior a lo pactado, dependiendo de:
- Tipo de material que constituye el suministro.
 - Dimensiones y volúmenes del suministro.

c. Modalidad de la entrega.

C.05. Además de lo descrito en los incisos C.01 a C.04, los equipos, materiales o piezas de repuesto anteriores, deben cumplir con todos los requisitos y disposiciones legales, derivadas del contrato, aún si éstos no se mencionan en él.

C.06. Los requisitos de calidad de los equipos deberán cumplir con las normas descritas en la cláusula "B" de Referencias.

C.07. Los requisitos de calidad para los motores eléctricos desde 0,62 hasta 373 kW y mayores, están basados en tres tipos de especificaciones que son: físicas, térmicas y dimensiones generales; y en base a los valores nominales indicados en la Tabla 1 se tiene:

Tabla 1.- Valores nominales

Velocidad Síncrona	Límite superior de la potencia nominal en motores de inducción	Motores síncronos CP	
		Factor de potencia Unitario	0,8
3 600	500	500	400
1 800	500	500	400
1 200	350	350	300
900	250	250	200
720	200	200	150
600	150	150	125
514	125	125	100

Nota.- Se excluye de los motores de polos sombreados y de capacitor permanente conectado.

a. Para las especificaciones físicas corresponde lo siguiente:

1. Velocidad y deslizamiento.- La velocidad síncrona de cualquier motor de inducción se obtiene aplicando la fórmula

$$\text{RPM} = 120 \text{ f/p}$$

Donde:

RPM = Velocidad síncrona en revoluciones por minuto.
 f = Frecuencia en Hertz
 p = Número de polos
 120 = Valor constante

Para motores monofásicos y trifásicos, las velocidades síncronas, de acuerdo al número de polos y a la frecuencia, son los que se observan en la Tabla 2.

TABLA 2. Velocidades síncronas en revoluciones por minuto (RPM).

Frecuencia (Hz)	60						
Número de polos	2	4	6	8	10	12	14
Velocidad síncrona (RPM)	3 600	1 800	1 200	900	720	600	514

Si el motor gira a una velocidad menor a la síncrona por la relación de deslizamiento, entonces se calculará de la siguiente forma:

$$S = [V \text{ asíncrona} - V \text{ plena de carga} / V] 100$$

Donde:

s = Desfasamiento en por ciento

V = Velocidad

- Las potencias nominales para las que se fabricarán los motores monofásicos y trifásicos se muestran en las Tablas 3 y 4.

TABLA 3. Potencias nominales, en kW (CP) para las que se construyen los motores monofásicos.

kW	CP	kW	CP	kW	CP
0,062	1/12	0,249	1/3	1,119	1 ½
0,093	1/8	0,373	1/2	1,492	2
0,124	1/6	0,560	¾	2,238	3
0,187	1/4	0,746	1	3,730	5

TABLA 4. Potencias nominales en kW (CP), para las que se fabrican motores trifásicos.

kW	CP	kW	CP	kW	CP	kW	CP
0,187	¼	2,238	3	22,38	30	111,9	150
0,249	1/3	3,73	5	29,84	40	149,2	200
0,373	½	5,60	7 ½	37,30	50	186,5	250
0,560	¾	7,46	10	44,76	60	223,8	300
0,746	1	11,19	15	55,96	75	261,1	350
1,119	1 ½	14,92	20	74,60	100	298,4	400
1,442	2	18,65	25	93,25	125	335,7	450
						373,0	500

Nota: CP = caballo de potencia = 0,746 kW

3. Velocidades síncronas y nominales (motores monofásicos y trifásicos). Para ambos casos, monofásicos y trifásicos, las velocidades síncronas de acuerdo al número de polos y a la frecuencia son las que se indican en las Tablas 5 y 6.

TABLA 5. Velocidades síncronas en RPM, para motores monofásicos y trifásicos.

Frecuencia (Hz)	60			
Número de polos	2	4	6	8
Velocidad síncrona (RPM)	3 600	1 800	1 200	900

TABLA 6. Velocidades nominales para motores fraccionarios monofásicos a 60 Hz.

Número de polos	2	4	6	8
Velocidad síncrona (rpm)	3 600	1 800	1 200	900
Velocidad a plena carga (rpm)	3 450	1 715	1 140	850

Nota: Los valores de potencia nominales de la Tabla 3 pueden combinarse con cualquier valor de velocidad.

4. Variación de la velocidad nominal, motores monofásicos y trifásicos. Es la tolerancia en la variación de la velocidad de un motor de corriente alterna con respecto al valor de placa que debe ser menor de 20% de la diferencia entre la velocidad sincrónica y la velocidad de placa, cuando esta velocidad sea medida a tensión, frecuencia y carga nominales y a una temperatura ambiente de 398,15 K (125 °C).
5. El par de arranque para motores monofásicos con tensión y frecuencia nominales, no debe ser menor de los valores dados en la Tabla 7, debiéndose efectuar la prueba para determinar el par de arranque en 127 volts para motores entre 0,062 a 0,746 kW (1/12 a 1 CP). Para motores de 1,119 kW (1 1/2 CP) o mayores la prueba debe efectuarse a 220 volts.
6. El par de arranque para motores trifásicos, diseños "A", "B" y "C", 60 Hz,

no debe ser menor de los valores expresados en por ciento del par a carga plena, representados en las Tablas 8 y 9 con tensión y frecuencia nominales.

7. El par de arranque para motores trifásicos, diseño "D", 60 Hz, 4, 6 y 8 polos no debe ser menor del 275% de su par a carga plena a tensión y frecuencia nominales, para motores hasta 111,9 kW (150 CP).
8. Corriente de arranque en motores monofásicos, no debe exceder de los valores indicados en la Tabla 10.

TABLA 7. Valores mínimos de par de arranque (N-m x 10⁻³) para motores monofásicos de arranque por capacitor.

POTENCIA (CP)	POTENCIA (kW)	(RPM)		
		3600	1800	1200
1/2	0,062	-----	-----	-----
1/8	0,093	-----	2,030	2,720
1/6	0,124	1,270	2,790	3,650
1/4	0,187	1,780	3,890	5,000
1/3	0,249	2,200	4,820	6,180
1/2	0,373	3,140	7,210	8,480
3/4	0,560	4,220	10,100	10,980
1	0,746	5,170	12,210	13,040
1 ½	1,119	6,180	17,170	17,850
2	1,492	7,550	22,060	22,060
3	2,238	10,300	30,400	31,380
5	3,73	15,100	45,110	-----
7 1/2	5,60	22,060	61,780	-----

TABLA 8. Valores mínimos de par de arranque, par motores trifásicos diseñados "A" y "B", 60Hz, en porciento del par a plena carga.

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(R P M)						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
¼	0,187	190	275	190	170	170	---	---
1/3	0,249	190	275	190	170	170	---	---
½	0,373	190	275	190	140	140	115	110
¾	0,560	180	275	175	135	135	115	110
1	0,746	180	275	170	135	135	115	110
1 ½	1,119	175	250	165	130	130	115	110
2	1,492	170	235	160	130	125	115	110
3	2,238	160	215	155	130	125	115	110
5	3,73	150	185	150	130	125	115	110
7 ½	5,60	140	175	150	125	120	115	110
10	7,46	135	165	150	125	120	115	110
15	11,19	130	150	140	125	120	115	110
20	14,92	130	150	135	125	120	115	110
25	18,65	130	150	135	125	120	115	110
30	22,38	130	150	135	125	120	115	110
40	29,84	125	140	135	125	120	115	110
50	37,30	120	140	135	125	120	115	110
60	44,76	120	140	135	125	120	115	110
75	55,95	105	140	135	125	120	115	110
100	74,60	105	125	125	125	120	115	110
125	93,25	100	110	125	120	115	115	110
150	111,90	100	110	120	120	115	115	---
200	149,20	100	100	120	120	115	---	---
250	186,50	70	80	100	100	---	---	---
300	223,80	70	80	100	---	---	---	---
350	261,10	70	80	100	---	---	---	---
400	298,40	70	80	---	---	---	---	---
450	335,70	70	80	---	---	---	---	---
500	373,00	70	80	---	---	---	---	---

9. La corriente de arranque en motores trifásicos de velocidad constante, a tensión y frecuencia nominales, no debe exceder de los valores indicados en la Tabla 11.
10. El par máximo para motores monofásicos de inducción, y fraccionarios e integrales, de acuerdo a su velocidad y potencia se indican en la Tabla 12.

TABLA 9. Valores mínimos de par de arranque, para motores trifásicos “C”, 60 HZ, en porciento del par a plena carga.

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(RPM)		
		1800	1200	900
3	2,238	-----	250	225
5	3,73	250	250	225
7 ½	5,60	250	225	200
10	7,46	250	225	200
15	11,19	225	200	200
20	14,92	200	200	200
25 - 200	18,95 – 149,2	200	200	200

TABLA 10. Valores máximos de la corriente de arranque, en amperes para motores monofásicos, 60 Hz.

Potencia (CP)	Potencia (kW)	127 V		220 V			
		Diseño		Diseño			
		O	N	O	N	L	M
1/6 ó menos	0,124 ó menos	55	22	25	12	-----	-----
¼	0,187	55	29	24	15	-----	-----
1/3	0,249	55	34	24	17	-----	-----
½	0,373	55	50	24	24	-----	-----
¾	0,560	-----	67	-----	34	-----	-----
1	0,075	-----	88	-----	44	-----	-----
1 ½	1,119	-----	-----	-----	-----	48	38
2	1,492	-----	-----	-----	-----	62	48
3	2,238	-----	-----	-----	-----	86	67
5	3,73	-----	-----	-----	-----	129	96
7 1/2	5,60	-----	-----	-----	-----	191	143

11. El par máximo para motores trifásicos a régimen continuo, diseños "B" y "C" 60 Hz, a tensión y frecuencia nominales deben estar de acuerdo con los valores expresados en por ciento del par a carga plena, en las Tablas 13 y 14.
12. El par mínimo para motores trifásicos a régimen continuo, diseños "A" 60 Hz a tensión y frecuencia nominales debe ser igual o mayor al 110% de los valores obtenidos de la Tabla 13, para el diseño "B".
13. El par mínimo para motores trifásicos, régimen continuo, 60 Hz. de diseño "A" y "B" a tensión y frecuencia nominales, no debe ser menor que lo indicado en la Tabla 15.

El par mínimo de los motores de diseño "C", con tensión y frecuencia nominales no debe ser menor del 70% del par a rotor bloqueado del correspondiente al diseño "C" de la Tabla 9.

14. Las tensiones nominales deben ser: para motores monofásicos 127,220 y 127/220 volts; para motores trifásicos 220, 440, 220/440 y 460 volts.
15. Las variaciones de la tensión nominal, debe ser de $\pm 10\%$ en los motores que operen correctamente a carga y frecuencia nominales (mayor aclaración en la nota del párrafo).
16. La frecuencia nominal debe ser de 60 Hz.
17. Los motores de corriente alterna, deben operar correctamente a su carga y tensión nominal bajo una variación de frecuencia $\pm 5\%$ de su valor nominal, (mayor aclaración en nota del párrafo 18).
18. Los motores de corriente alterna deben operar correctamente con su carga nominal bajo una variación combinada de tensión y frecuencia de tal manera que la suma de ambos porcentajes no exceda de $\pm 10\%$ de sus valores nominales, (suma de sus valores absolutos), con tal que la variación de frecuencia no exceda de un $\pm 5\%$.

Nota: (Para los párrafos 16, 17 y 18).- El funcionamiento dentro de esta variación no necesariamente estará de acuerdo con las normas establecidas para su operación a tensión y frecuencia nominales. Pudiendo ser diferentes su corriente, velocidad, par, temperatura, eficiencia, factor de potencia, etc.

19. Para la determinación de la eficiencia de motores de inducción en potencias menores de 149,2 kW (200 CP), se precisa como único el método 3,4 "Método para la determinación de eficiencia"; para motores de más de 149,2 kW (200 CP), se usará indistintamente cualquiera de los métodos descritos en la Norma NMX-J-075/3.

20. La eficiencia para motores trifásicos estándar de uso general, fabricado o importado, debe verificarse mediante la norma NMX-J-075/3 (ver Tablas 16 y 17).

TABLA 11. Valores máximos de la corriente de arranque a 220 volts y 60 hz.

0	Capacidad (kW)	Corriente (A)	Diseño		
¼	0,187	15	B	D	
1/3	0,249	17	B	D	
½	0,373	21	B	D	
¾	0,560	26	B	D	
1	0,746	31	B	D	
1 ½	1,119	42	B	D	
2	1,492	52	B	D	
3	2,238	67	B	C	D
5	3,73	96	B	C	D
7 ½	5,60	133	B	C	D
10	7,46	169	B	C	D
15	11,19	242	B	C	D
20	14,92	303	B	C	D
25	18,65	332	B	C	D
30	22,38	455	B	C	D
40	29,84	606	B	C	D
50	37,30	758	B	C	D
60	44,76	909	B	C	D
75	55,95	1134	B	C	D
110	74,60	1516	B	C	D
125	93,25	1897	B	C	D
150	111,90	2269	B	C	D
200	149,20	3032	B	C	
250	186,50	3816	B		
300	223,80	4600	B		
350	261,1	5332	B		
400	389,4	6064	B		
450	375,7	6795	B		
500	373,0	7579	B		

Notas:

1. Para diseño "A" los valores máximos de la corriente de arranque, exceden a los estipulados en esta tabla.
2. La corriente a rotor bloqueado de los motores diseñados para tensiones diferentes a 220 volts debe ser inversamente proporcional a las tensiones.

TABLA 12. Par máximo en (N – m) 10^{-3} para motores monofásicos, frecuencia a 60 Hz, velocidad sincrónica (RPM).

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(RPM)			
		3600	1800	1200	900
1/12	0,062	315 – 500	600 -971	884 - 1393	1138 - 1824
1/8	0,093	501 – 735	972 – 1393	1394 - 2040	1825 – 2667
1/6	0,124	736 – 971	1394 – 1814	2041 – 2667	2668 – 3432
¼	0,187	972 – 1393	1815 – 2667	2668 – 3726	3433 – 4913
1/3	0,249	1394 – 1824	2668 – 3432	3727 – 4913	4914 - 6513
½	0,373	1825 – 2667	3433 – 4913	4914 – 6992	----
¾	0,560	2668 – 3726	4914 – 6992	6993 – 8826	-----
1	0,746	3727 – 4903	6993 – 8826	8827 - 11768	-----
1 ½	1,119	4904 – 5884	8827 - 13729	11769 - 18632	-----
2	1,492	5885 – 7845	13730 - 17652	18633 – 24516	-----
3	2,238	7846 – 11768	17653 – 25497	24517 – 34323	-----
5	3,73	11769 – 17652	25498 – 40207	34324 – 54917	-----
7 1/2	5,60	17653 – 26478	40208 - 60800	54918 - 81395	-----

TABLA 13. Valores mínimos de par máximo para motores trifásicos, Diseño "B", 60 Hz en porciento del par a plena carga.

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(R P M)						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
¼	0,187	265	250 – 370	240 – 335	230	----	----	-----
1/3	0,249	380	275 – 350	251 – 330	330	-----	-----	-----
½	0,373	285	235 – 335	220 – 315	250	200	200	200
¾	0,560	370	225 – 315	275	330	200	200	200
1	0,746	250	300	265	225	200	200	200
1 ½	1,119	360	280	250	220	200	200	200
2	1,492	245	270	240	215	200	200	200
3	2,238	335	250	230	210	200	200	200
5	3,73	225	225	215	205	200	200	200
7 ½	5,60	330	215	205	205	200	200	200
10	7,46	250	200	200	200	200	200	200
15	11,19	240	200	200	200	200	200	200
20	14,92	230	200	200	200	200	200	200
25	18,65	215	200	200	200	200	200	200
30	22,38	200	200	200	200	200	200	200
40	29,84	200	200	200	200	200	200	200
50	37,30	200	200	200	200	200	200	200
60	44,76	200	200	200	200	200	200	200
75	55,95	200	200	200	200	200	200	200
100	74,60	200	200	200	200	200	200	200
125	93,25	200	200	200	200	200	200	200
150	111,90	200	200	200	200	200	200	
200	149,20	200	200	200	200	200		
250	186,50	200	175	175	200			
300	223,80	200	175	175	200			
350	261,10	200	175	175	175			
400	298,40	200	175	-----	-----			
450	335,70	200	175	-----	-----			
500	373,00	175	175	-----	-----			
		175						
		175						
		175						
		175						
		175						

TABLA 14. Valores mínimos de par máximo, para motores de diseño "C", 60 Hz en porcentaje del par a plena carga.

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(RPM)		
		1800	1200	900
3	2,238	-----	225	200
5	3,73	200	200	200
7 ½ - 200	5,60 – 149,2	190	190	190

TABLA 15. Par mínimo para motores trifásicos a régimen continuo 60 Hz.

Par a rotor bloqueado tabla 8 columna 1	Par mínimo porcentaje columna 2
110% o menor	90% de la columna 1
Mayor del 110% y menor de 145%	100% del par a plena carga
Mayor o igual a 145%	70% de la columna 1

21. Cualquier motor de uso general de alta eficiencia, fabricado o importado (sólo como parte de otro equipo), debe que cumplir con los valores de eficiencia a plena carga de las Tablas 18 y 19.

22. La placa característica de cualquier motor de corriente alterna, puede ser marcada con una letra clave, seleccionada de acuerdo a la Tabla 20 para indicar los kVA a rotor bloqueado por kW o por CP

 La designación de las letras kVA a rotor bloqueado por kW o por CP debe ser a tensión y frecuencia nominales.

23. La letra clave que designa los kVA a rotor bloqueado por kW, para motores de varias velocidades debe referirse a la máxima velocidad.

TABLA 16. Valores de eficiencia a plena carga para motores estándar cerrados.

Potencia (CP)	2 polos		4 polos		6 polos		8 polos	
	Efic. Num.							
1,0	74,0	70,0	75,0	71,5	75,0	71,5	72,0	68,0
1,5	77,0	74,0	79,0	76,0	78,0	75,0	75,0	71,5
2,0	80,0	77,0	81,0	78,0	79,0	76,0	75,0	71,5
3,0	81,0	78,0	81,5	78,5	80,0	77,0	75,5	72,0
5,0	83,0	80,5	84,0	81,5	81,0	78,0	83,0	80,5
7,5	84,0	81,5	86,0	83,5	83,0	80,5	84,0	81,5
10,0	85,0	82,0	86,5	84,0	84,0	81,5	85,0	82,0
15,0	85,5	82,5	87,0	85,0	85,0	82,0	85,0	82,0
20,0	86,0	83,5	87,0	85,0	86,0	83,5	86,0	83,5
25,0	86,5	84,0	89,0	87,0	86,5	84,0	86,5	84,0
30,0	87,5	85,5	90,0	88,0	87,5	85,5	87,5	85,5
40,0	88,0	86,0	90,0	88,0	88,0	86,0	88,0	86,0
50,0	88,0	86,0	91,0	89,5	88,5	86,5	89,0	87,0
60,0	89,0	87,0	91,5	90,0	89,0	87,0	89,0	87,0
75,0	89,5	87,5	91,5	90,0	90,0	88,0	89,0	87,0
100,0	90,0	88,0	92,0	90,5	90,0	88,0	90,0	88,0
125,0	90,5	89,0	92,0	90,5	90,5	89,0	91,0	89,5
150,0	90,5	89,0	92,5	91,0	91,0	89,5	91,5	90,0
200,0	91,5	90,0	93,0	91,5	92,0	90,5	92,0	90,5

TABLA 17. Valores de eficiencia a plena carga para motores estándar abiertos.

Potencia (CP)	2 polos		4 polos		6 polos		8 polos	
	Efic. Num.							
1,0	72,0	68,0	72,0	68,0	72,0	68,0	72,0	68,0
1,5	72,0	68,0	74,0	70,0	74,0	70,0	74,0	80,0
2,0	74,0	70,0	75,0	71,5	75,0	71,5	75,0	71,5
3,0	80,0	77,0	81,0	78,0	80,0	77,0	78,0	75,0
5,0	80,5	77,5	81,5	78,5	80,5	77,5	80,0	77,0
7,5	81,0	78,0	82,0	79,5	81,5	78,5	81,5	78,5
10,0	82,0	79,5	83,0	80,5	82,0	79,5	83,0	80,5
15,0	85,5	81,0	83,5	81,0	83,5	81,0	83,5	81,0
20,0	84,0	81,5	84,0	81,5	84,0	81,5	84,0	81,5
25,0	86,0	83,5	86,0	83,5	86,0	83,5	86,0	83,5
30,0	87,0	85,0	88,0	86,0	87,5	85,0	87,0	85,0
40,0	88,0	86,0	89,0	87,0	88,0	86,0	88,0	86,0
50,0	89,0	87,0	89,5	87,5	89,0	87,0	89,0	87,0
60,0	90,0	88,0	90,0	88,0	90,0	88,0	90,0	88,0
75,0	90,0	88,0	90,5	89,0	90,0	88,0	90,0	88,0
100,0	90,0	88,0	91,0	89,5	90,0	88,0	90,0	88,0
125,0	91,0	89,5	92,0	90,5	91,0	89,5	91,0	89,5
150,0	91,0	89,5	92,5	91,0	91,0	89,5	91,0	89,5
200,0	91,5	90,0	93,0	91,5	92,0	90,5	92,0	90,5

TABLA 18. Valores de eficiencia a plena carga para motores alta eficiencia cerrados.

Potencia (CP)	2 polos		4 polos		6 polos		8 polos	
	Efic. Núm.							
1,0	-----	78,5	80,5	77,0	72,0	72,0	72,0	68,0
1,5	78,5	78,5	81,5	78,0	80,0	80,0	75,5	72,0
2,0	81,5	80,0	82,5	80,0	80,0	80,0	82,5	80,0
3,0	82,5	78,0	84,0	81,5	81,5	81,5	81,5	78,5
5,0	85,5	82,5	85,5	82,5	82,5	82,5	84,0	81,5
7,5	85,5	82,5	87,5	85,5	87,5	85,5	85,5	82,5
10,0	87,5	85,5	87,5	85,5	87,5	85,5	87,5	82,5
15,0	87,5	85,5	88,5	86,5	89,5	87,5	88,5	86,5
20,0	88,5	86,5	90,2	88,5	89,5	87,5	89,5	87,5
25,0	89,5	87,5	91,0	89,5	90,2	88,5	89,5	87,5
30,0	89,5	87,5	91,0	89,5	91,0	89,5	90,2	88,5
40,0	90,2	88,5	91,7	90,2	91,7	90,2	90,2	88,5
50,0	90,2	88,5	92,4	91,0	91,7	90,2	91,0	89,5
60,0	91,7	90,2	93,0	91,7	91,7	90,2	91,7	90,2
75,0	92,4	91,0	93,0	91,7	93,0	91,7	93,0	91,7
100,0	93,0	91,7	93,6	92,4	93,0	91,7	93,0	91,7
125,0	93,0	91,7	93,6	92,4	93,0	91,7	93,6	92,4
150,0	93,0	91,7	94,1	93,0	94,1	93,0	93,6	92,4
200,0	94,1	93,0	94,5	93,6	94,1	93,0	94,1	93,0

TABLA 19. Valores de eficiencia a plena carga para motores alta eficiencia abiertos.

Potencia (CP)	2 polos		4 polos		6 polos		8 polos	
	Efic. Núm.							
1,0	-----	-----	82,5	80,0	77,0	74,0	72,0	68,0
1,5	80,0	77,0	82,5	80,0	82,5	80,0	75,5	72,0
2,0	82,5	80,0	82,5	80,0	84,0	81,5	85,5	82,5
3,0	82,5	80,0	86,5	84,0	85,5	82,5	86,5	84,0
5,0	85,5	82,5	86,5	84,0	86,5	84,0	87,5	85,5
7,5	95,5	82,5	88,5	86,5	88,5	86,5	88,5	86,5
10,0	87,5	85,5	88,5	86,5	90,2	88,5	89,5	87,5
15,0	89,5	87,5	90,2	88,5	89,5	87,5	89,5	87,5
20,0	90,2	88,5	91,0	89,5	90,2	88,5	90,2	88,5
25,0	91,0	89,5	91,7	90,2	91,0	89,5	90,2	88,5
30,0	91,0	89,5	91,7	90,2	91,7	90,2	91,0	89,5
40,0	91,0	90,2	92,4	91,0	91,7	90,2	90,2	88,5
50,0	91,7	90,2	92,4	91,0	91,7	90,2	91,7	90,2
60,0	91,7	91,7	93,0	91,7	92,4	91,0	92,4	91,0
75,0	93,0	91,7	93,6	92,4	93,0	91,7	93,6	92,4
100,0	93,0	91,7	93,6	92,4	93,6	92,4	93,6	92,4
125,0	93,0	91,7	93,6	92,4	93,6	92,4	93,6	92,4
150,0	93,6	92,4	94,1	93,0	93,6	92,4	93,6	92,4
200,0	93,6	92,4	94,1	93,0	94,1	93,0	93,6	92,4

TABLA 20.- Letra clave para kA a rotor bloqueado, por kW.

Letra clave	kVA/kW	kVA/CP	Letra clave	kVA/kW	kVA/CP
A	0 -4,21	0 - 3,14	L	12,06 – 13,39	9,0 – 9,99
B	4,22 – 4,75	3,15 – 3,54	M	13,40 – 15,00	10,00 – 11,19
C	4,76 – 5,35	3,55 – 3,99	N	15,01 – 16,74	11,20 – 12,49
D	5,36 – 6,02	4,00 – 4,49	P	16,75 – 18,76	12,50 – 13,99
E	6,03 – 6,69	4,50 – 4,99	R	18,77 – 21,43	14,00 – 15,99
F	6,70 – 7,49	5,00 – 5,59	S	21,44 – 24,12	16,00 – 17,77
G	7,50 – 8,44	5,60 – 6,29	T	24,13 – 26,80	18,00 – 19,99
H	8,45 – 9,50	6,30 – 7,09	U	26,81 – 30,01	20,00 – 22,39
J	9,51 – 10,71	7,10 – 7,99	V	30,02 - y	22,40 y
K	10,72 – 12,05	8,00 – 8,09		mayores	mayores

24. La letra clave que designa los kVA a rotor bloqueado por kW, para motores que arrancan en estrella y operan en delta, deben referirse a la conexión estrella.
25. Las letras que designen los kVA a rotor bloqueado por kW de motores de doble frecuencia, deben referirse a la frecuencia correspondiente.
26. La letra clave que designe los kVA a rotor bloqueado por kW, para motores de arranque con devanado bipartido, debe referirse al bobinado completo del motor.
27. Durante la vida útil de los motores y en condiciones normales de operación sus aislamientos deben operar sin falla bajo las siguientes circunstancias: esfuerzos eléctricos y mecánicos, esfuerzos electromecánicos y termo mecánicos y condiciones ambientales. La interpretación y alcance de estos requerimientos debe acordarse entre el cliente y el fabricante.

28. El motor de uso general, cuando la tensión y la frecuencia son mantenidos en el valor especificado en la placa característica, el motor puede ser sobrecargado arriba de los kilowatts nominales, multiplicando éstos por el factor de servicio indicado sobre la placa. Cuando es operado con esa sobrecarga, el motor tendrá una elevación de temperatura mayor, de acuerdo al factor de servicio de placa y la clase de aislamiento usado y puede tener consecuentemente diferente eficiencia, factor de potencia y velocidad, que las que posee a carga nominal. Al mismo tiempo debe permanecer constante el par de arranque, la corriente de arranque y el par máximo.
29. La amplitud total de la onda vibratoria no debe exceder los valores indicados en la Tabla 21, cuando se prueba de acuerdo al método estipulado en la cláusula D de esta norma (vibración).

TABLA 21.- Valores máximos permisibles para amplitud de vibración, en motores eléctricos.

Gama de velocidad en rev / min.	Amplitud de la onda vibratoria Pico a pico en min.*	
	Hasta 149,2 kW (o hasta 200 CP).	Más de 149,2 kW (o más de 200 CP).
3 000 y mayores	0,025	0,025
1 500 a 2 999	0,038	0,051
1 000 a 1 499	0,051	0,064
999 y menores	0,064	0,076

*La amplitud como se usa en esta tabla, significa desplazamiento total pico a pico.

- b. Las especificaciones térmicas son: temperatura y clases de aislamiento como a continuación se indica:
2. La temperatura máxima a la cual puede trabajar un motor, sumando la temperatura ambiente más la temperatura propia de funcionamiento, queda limitada por la temperatura correspondiente a la clase de aislamiento con que está construido. Véase Figura 7 y Tablas 22, 34, 35 y 36.

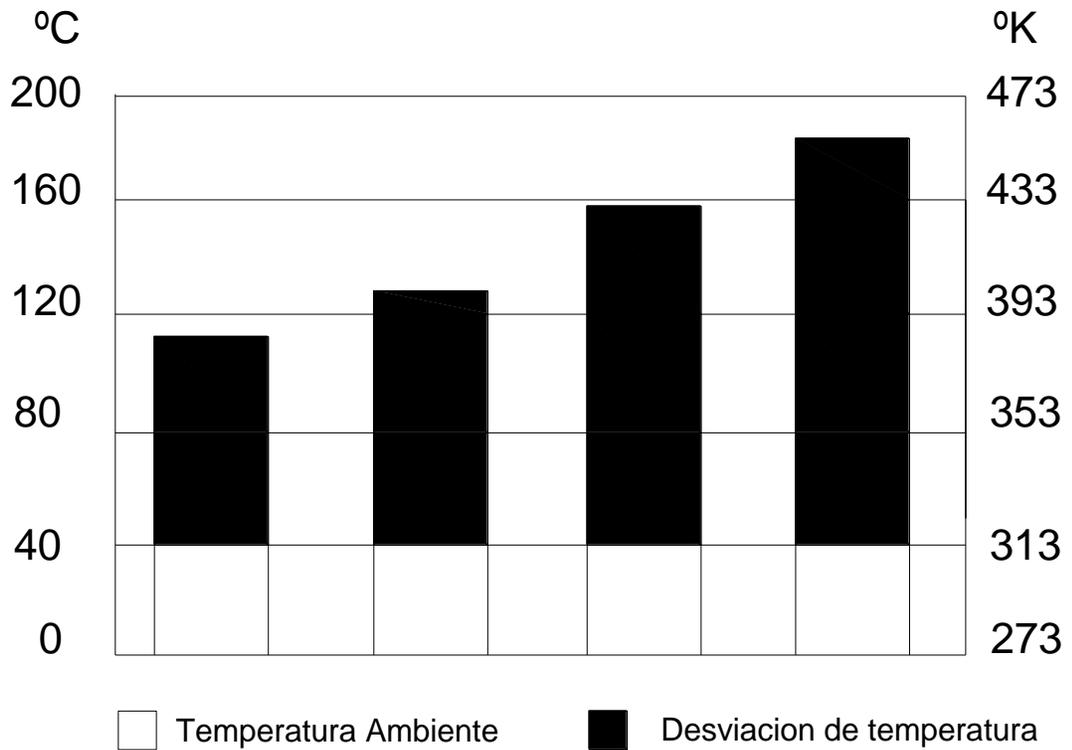


FIGURA 7.- Temperatura para los distintas clases de aislamiento.

3. .Las clases de aislamiento para motores son divididos en cuatro clases, estas son: A, B, F, y H de acuerdo a la capacidad para soportar los efectos térmicos del sistema específico a capacidad nominal, (ver Figura 8 y Tablas 22, 34, 35 y 36).

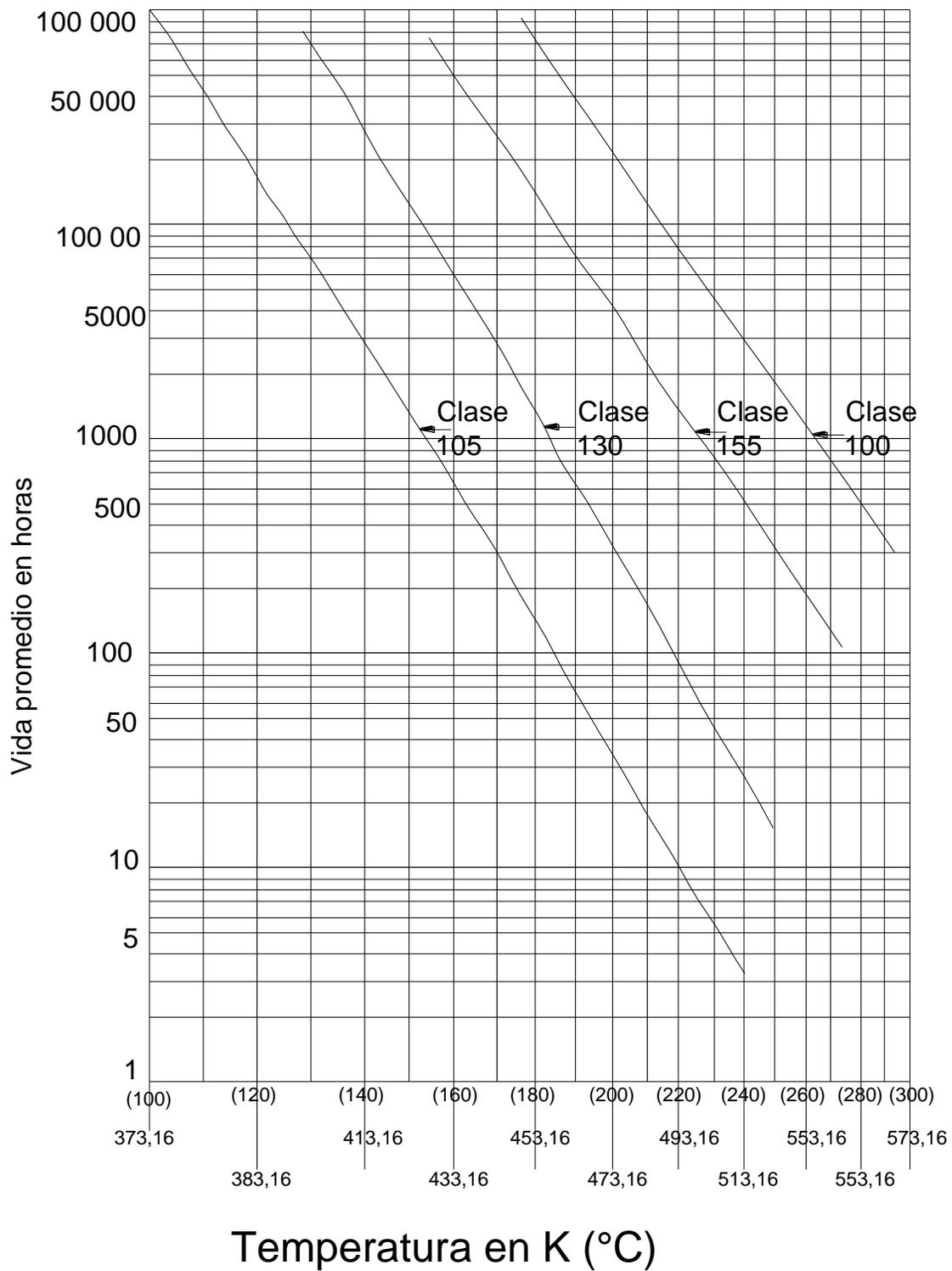


FIGURA 8.- Vida promedio para las diferentes clases de aislamiento.

Tabla 22.- Clases de aislamiento.

Nomenclatura	Clase de aislamiento	Temperatura K (°C)
A	105	378,15 K (105 °C)
B	130	403,15 K (130 °C)
F	155	428,15 K (155 °C)
H	180	473,15 K (180 °C)

Nota: La vida promedio para las diferentes clases de aislamiento está indicada en la Figura 8.

- c. Las especificaciones sobre las dimensiones generales de los motores son: Motores Horizontales C y D; dimensiones de las cajas de terminales para motores de corriente alterna; conexiones a tierra, como se indica a continuación.

1. Motores horizontales, bridas C y D. Las dimensiones y nomenclatura para motores horizontales y para las bridas C y D, se establecen en las Figuras 9, 10 y 11 y en las Tablas 24, 25, 26, 27, 28 y 29.

Nota: Existen dos tipos de armazones, la Tabla 23 presenta las equivalencias de dichos tipos.

- 1.1. Las literales utilizadas para motores horizontales, bridas C y D son los siguientes.

H = Diámetro de los barrenos de la base.

2E = Distancia entre los centros de barrenos de las patas (viendo el motor de frente a la flecha).

N – W = Longitud de flecha útil

2F = Distancia entre los centros de barrenos de las patas (viendo al motor por un costado).

U = Diámetro exterior de la flecha.

BD = Diámetro externo de la brida.

AK = Diámetro de la guía para montaje de la brida.

AJ = Diámetro de la circunferencia para localización de centros de barrenos.

BC = Distancia entre la superficie de montaje de la cara brida o base de la máquina al hombro de la flecha.

AH = Longitud de la punta de la flecha a la superficie de apoyo de la brida.

BA = Distancia del hombro de la flecha al centro del barreno de anclaje más próximo en la base.

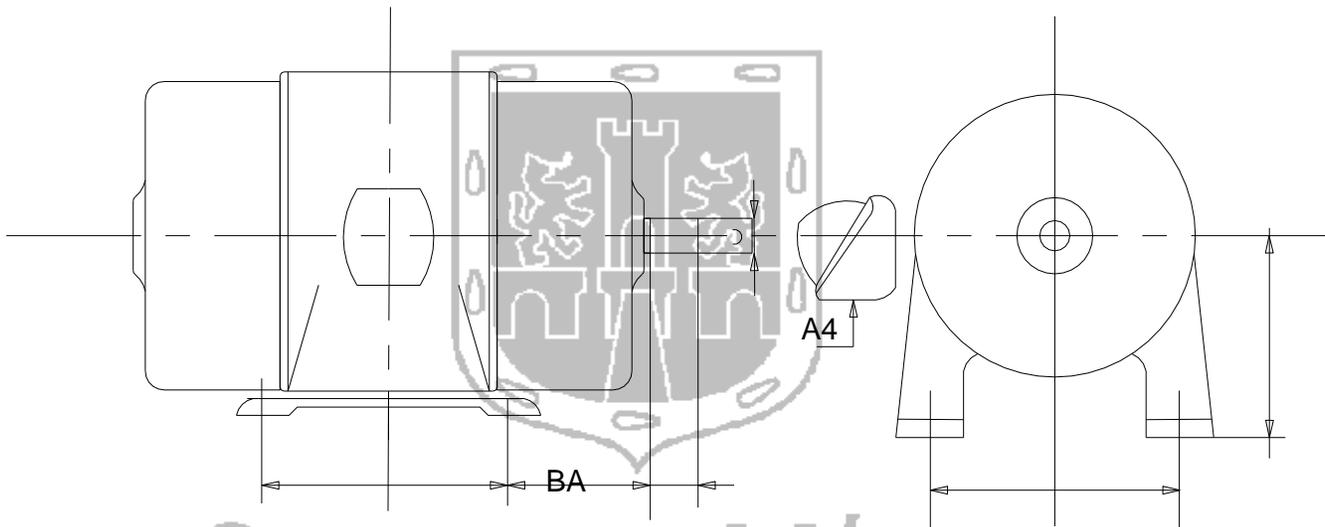
BB = Profundidad de la guía para montaje de la brida.

BE = Espesor de la brida.

AA = Diámetro de salida de caja de conexiones.

D = Altura del centro de la flecha a la base del motor.

XH = Número de barrenos.



CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 9.- Dimensiones para motores horizontales.

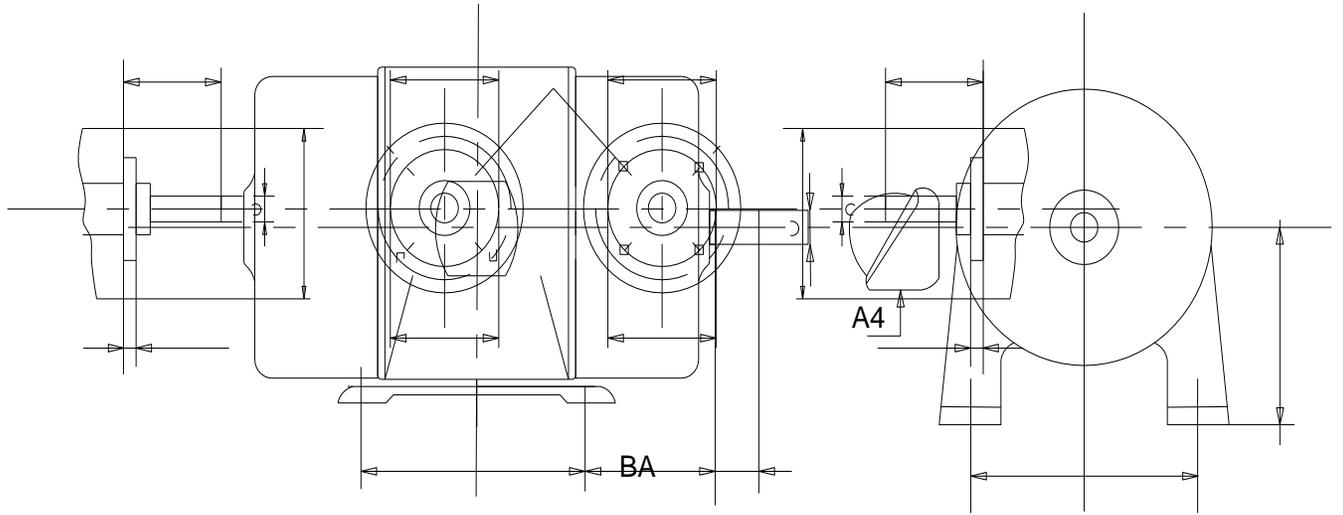


FIGURA 10.- Dimensiones para las bridas tipo C.



FIGURA 11.- Dimensiones para las bridas tipo D.

2. Dimensiones de las cajas de terminales para motores de corriente alterna serán como se indica a continuación:

2.1. Las cajas de conexiones deben ser de metal y de construcción sólida. Para motores arriba de 178 mm de diámetro, las cajas de terminales serán capaces de soportar sin falla una carga normal a las superficies horizontales de 13.7 N/cm^2 hasta un máximo de 1030 N/cm^2 . Esta carga se aplicará a través de una superficie metálica plana de 5 cm de diámetro.

El doblado o la deformación de la caja no se considerará como una falla a menos que afecte el espaciamiento mínimo entre la caja a las terminales vivas montadas rígidamente, respecto a los valores dados en el inciso 2.3.

2.2. Cuando las cajas de terminales encierren conexiones de alambre a alambre, éstas deben tener las dimensiones máximas y volúmenes útiles de acuerdo con las Tablas 30 y 31. Las terminales de equipo auxiliar como frenos, termostatos, calentadores de espacio, etc. pueden ser despreciadas si su sección no excede del 25% de la sección de las terminales principales de fuerza.

2.3. Cuando las cajas de conexiones encierren terminales para motores rígidamente montadas, la caja de conexiones debe ser de suficiente tamaño para proveer un mínimo espaciamiento entre terminales y tener volúmenes útiles de acuerdo con las Tablas 32 y 33.

3. En motores de 37,3 kW (50 CP) y potencias mayores para conexión a tierra, éstos llevarán un barreno con rosca M8, de 13 mm (1/2") de profundidad. El barreno debe ser localizado en el lado izquierdo de la caja de conexiones, sobre la base o carcasa del motor.

También puede localizarse el barreno machuelado sobre una de las paredes de la caja de conexiones.

TABLA 23.- Equivalencias entre armazones I y II para motores horizontales

Armazón tipo I	Diámetro nominal (mm)	Armazón tipo II	Diámetro nominal (mm)
42 48	67 76	56 63 71 80	56 63 71 80
56 143 145	89 89 89	90 S 90 L	90 90
		100S 100 L	100 100
182 184	114 114	112S 112M 112L	112 112 112
213 215	133 133	132 S 132 M 132 L	132 132 132
254 256	159 159	160S 160M 160 L	160 160 160
284 286	178 178	180 S 180 M 180 L	180 180 180
324 326	203 203	200 S 200 M 200 L	200 200 200
364 365	228 228	225 S 225 M 225 L	225 225 225
404 405	254 254	250 S 250 M 250 L	250 250 250
444 445	280 280	280 S 280 M 280 L	280 280 280
505 507 580 680	318 318 368 432	315 S 315 M 315 L	315 315 315

TABLA 24.- Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo I.

Armazón Tipo I	2E (mm)	2F (mm)	BA (mm)	U (mm)	N-W (mm)	D (mm)	AA (mm)	H (mm)
42	90	43	52	9,53	28,45	66,7		
48	108	70	64	12,70	38,10	76,2		
56	124	76	70	15,88	47,80	88,0		
143 T	140	102	57	22,23	57,15	88,9	19	8,7
145 T	140	127	57	22,23	57,15	88,9	19	8,7
182 T	190	114	70	28,58	69,85	114,3	19	10,4
184 T	190	140	70	28,58	69,85	114,3	19	10,4
213 T	216	140	89	34,93	85,85	133,4	24,4	10,4
215 T	216	178	89	34,93	85,85	133,4	25,4	10,4
254 T	254	210	108	41,28	101,60	158,8	31,7	13,5
256T	254	254	108	41,28	101,60	158,8	31,7	13,5
284 T	279	241	121	47,63	117,35	177,6	38,1	13,5
284 TS	279	241	121	41,28	82,55	177,8	38,1	13,5
286 T	279	279	121	47,63	117,35	177,8	38,1	13,5
286 TS	279	279	121	41,28	82,55	177,8	38,1	13,5
324 T	317	267	133	53,98	133,35	203,2	50,8	16,7
324 TS	317	267	133	47,63	95,25	203,2	50,8	16,7
326 T	317	305	133	53,98	133,35	203,2	50,8	16,7
326 TS	317	305	133	47,63	95,25	203,2	50,8	16,7
364T	356	286	149	60,33	149,35	228,6	76,2	16,7
364 TS	356	286	149	47,63	95,25	228,6	76,2	16,7
365 T	356	311	149	60,33	149,35	228,6	76,2	16,7
365 TS	356	311	149	47,33	95,25	226,6	76,2	16,7
404 T	406	311	168	73,03	149,35	254,0	76,2	20,6
404 TS	406	311	168	53,98	95,25	254,0	76,2	20,6
405T	406	349	168	73,03	184,15	254,0	76,2	20,6
405 TS	406	349	168	53,98	107,95	254,0	76,2	20,6
444 T	457	368	190	95,25	184,15	279,4	76,2	20,6
444 TS	457	368	190	60,23	107,95	279,4	76,2	20,6
445 T	457	419	190	95,25	216,00	279,4	76,2	20,6
445 TS	457	419	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6
447 T	457	508	190	85,73	216,00	279,4	76,2	20,6
447 TS	457	508	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6
449 T	457	399	190	95,25	216,00	279,4	76,2	20,6
449 TS	457	399	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6
505	508	457	216	73,03	213,00	317,5	76,2	23,6
507	508	559	216	73,03	213,00	317,5	76,2	23,8

Concluye.

Tabla 25.- Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo I.

Familia de armazón	Armazón tipo)	2E (mm)	2F (mm)	BA (mm)	D (mm)	H (mm)
5 000	5 006	508	508	216	317,5	23,9
	5 008	508	635	216	317,5	23,9
	5 009	508	711	216	317,5	23,9
	5 010	508	813	216	317,5	23,9
5 800	5 808	584	711	254	368,3	23,9
	5 809	584	812	254	368,3	23,9
	5 810	584	914	254	368,3	23,9
6 800	6 808	686	914	292	431,8	26,9
	6 809	686	1 016	292	431,8	26,9
	6 810	686	1 143	292	431,8	26,9

Tabla 26.- Dimensiones de la flecha armazón tipo I.

Familia de armazón	Tipo de flecha	U (mm)		N – W (m-m)		AA (mm)
		Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	
5000	H	60,3	60,3	114,3	114,3	en acero: 177,8 mm ; 254,0 mm 504,0 mm en hierro colado son: 279.4 mm 355,6 mm
	S	73,0	73,0	139,7	139,7	
	L	85,7	85,7	165,1	165,1	
	U	104,8		307,9		
5800	H	73,0	73,0	139,7	139,7	en acero son: 177,8 mm 254,0 mm 504,0 mm en hierro colado son: 279,4 mm; 355,6 mm
	S	85,7	85,7	165,1	165,1	
	L	98,4	111,1	190,5	190,5	
	U	104,8		307,9		
6800	H	85,7	85,7	139,7	165,1	en acero son: 203,2 mm; 330,2 mm 660,4 mm en hierro colado son: 179,4 mm 355,6 mm
	S	98,4	111,1	177,8	215,9	
	L	104,8	123,8	203,2	241,3	

Tabla 27.- Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo II.

Armazón Tipo II	2E_ (mm)	2F ■<mm)	BA (mm)	U (mm)	N-W (mm)	D (mm)	AA (mm)	H (mm)
56	90	71	36	14	30	56	12,7	6
63	100	80	40	14	30	63	12,7	7
71	112	90	45	14	30	71	19,0	7
80	125	100	50	19	40	60	19,0	9
90 S	140	100	56	24	50	90	19,0	9
90 L	140	125	56	24	50	90	19,0	9
100 S	160	112	63	28	60	100	19,0	12
100 L	160	140	63	28	60	100	19,0	12
112S	190	114	70	28	60	112	19,0	12
112 M	190	140	70	28	60	112	19,0	12
112L	190	159	70	28	60	112	19,0	12
132 S	216	140	89	38	80	132	25,4	12
132 M	216	178	89	38	80	132	25,4	12
132 L	216	203	89	38	80	132	25,4	12
160 S	254	178	108	42	110	160	31,7	14
160 M	254	210	108	42	110	160	31,7	14
160 L	254	254	108	42	110	160	31,7	14
180 S	279	203	121	48	110	180	31,7	14
180 M	279	251	121	48	110	180	31,7	14
180 L	279	279	121	48	110	180	31,7	14
200 S	318	228	133	55	110	200	50,8	18
200 M	318	267	133	55	110	200	50,8	18
200 L	318	305	133	55	110	200	50,8	18
225S	356	286	149	60	140	225	76,2	18
225 M	356	311	149	60	140	225	76,2	18
225 L	356	256	149	60	140	225	76,2	18
250 S	406	311	168	65	140	250	76,2	22
250 M	406	349	168	65	140	250	76,2	22
250 L	406	406	168	65	140	250	76,2	22
280S	457	368	190	75	140	280	76,2	22
280 M	457	419	190	75	140	280	76,2	22
280 L	457	457	190	75	140	280	76,2	22
315 S	508	406	216	85	170	315	76,2	27
315 M	508	457	216	85	170	315	76,2	27
315 L	508	508	216	85	170	315	76,2	27

Nota: Ver figuras 9 y 11.

TABLA 28.- Dimensiones generales para bridas tipo C.

Armazón Tipo I	Armazón Tipo II	Brida	BD max. (mm)	AK (mm)	AJ (mm)	BB min (mm)	Barrenos (BF)				U (mm)	AH (mm)
							XH	Diam. (mm)	h/25 (mm)	Prof. (mm)		
42 C	86	C1	127	76	95	4,0	4	6,4	20	12,7	9,5	33
48 C	63	C1	143	76	95	4,0	4	6,4	20	12,7	12,7	43
56 C	71	C1	165	114	149	4,0	4	9,5	16	14,3	15,9	52
143 TS-145 SCT	80-80	C1	165	114	149	4,0	4	9,5	16	14,3	22,2	54
182 TC-184TC	100..	C2	229	216	184	6,4	4	12,7	13	19,1	28,8	86
213 TC-215TC	112	C2	229	216	184	6,4	4	12,7	13	19,1	34,9	79
254 TC-256 TC	132	C2	254	216	184	6,4	4	12,7	13	19,1	41,3	95
284 TC-268 TC	160	C2	286	267	229	6,4	4	12,7	13	19,1	47,6	111
324 TC-326 TC	180-200	C2	356	267	279	6,4	4	15,9	11	23,8	54,0	127
324 TSC326 TSC		C2	356	318	279	6,4	4	15,9	11	23,8	47,6	89
364 TC-365TC	225	C2	356	318	279	6,4	8	15,9	11	23,8	60,3	143
384 TSC-365 TSC		C2	356	318	279	6,4	8	15,9	11	23,8	47,8	89
404 TC-405 TC	250	C2	394	318	279	6,4	8	15,9	11	23,8	73,0	178
404 TSC-405 TSC		C2	394	318	279	6,4	8	15,9	11	23,8	74,0	102
444 TC-445 TC	280	C2	457	406	356	6,4	8	15,9	11	23,8	85,7	210
444 TSC-445 TSC		C2	457	406	356	6,4	8	15,9	11	23,8	60,3	114
447 TC-449 TC		C2	457	406	356	6,4	8	15,9	11	23,8	85,7	210
447 TSC-449 TSC		C2	457	406	356	6,4	8	15,9	11	23,8	60,3	114

Nota: La primera y la segunda columna no indican una equivalencia entre armazones. Para esta equivalencia véase la Tabla 23. Las tolerancias en la dimensión de AK será de 0,00, - 0,08 mm y la excentricidad permisible será de 0,10 mm.-

TABLA 29.- Dimensiones generales para brida tipo D.

Armazón Tipo I	Armazón Tipo II	AK (mm)	BB (mm)	BC (mm)	BD máx. (mm)	BE (mm)	Barrenos		Flecha		AJ (mm)
							HG	Diám. (mm)	U (mm)	AH (mm)	
143 TD-145 TD	80-90	228,6	6,3	0	279	12,7	4	13,5	22,2	57	254
162 TD-184TD	100	228,6	8,3	0	279	12,7	4	13,5	28,6	70	254
213 TO-215 TD	112	228,6	6,3	0	279	12,7	4	13,5	34,9	86	254
254 TO-256 TD	132	279,4	6,3	0	356	19,1	4	20,6	41,28	102	318
284 TD-256 TD	160	279,4	6,3	0	356	19,1	4	20,6	47,63	117	318
324 TD-326 TD	180	355,8	6,3	0	457	19,1	4	20,6	53,98	133	406
364 TD-365 TD	200	355,8	6,3	0	457	19,1	4	20,6	60,33	149	406
404 TD-405 TD		457,2	6,3	0	559	25,4	8	20,6	73,03	184	508
444 TW45 TO	225	457,2	6,3	0	559	25,4	8	20,6	85,73	216	508
447 TD-449 TO		457,2	6,3	0	559	25,4	8	20,6	85,73	216	508

Nota: La primera y segunda columnas no indican una equivalencia entre armazones. Para esta equivalencia véase la Tabla 23.

La tolerancias en la dimensión de AK será de 0,00 – 0,08 mm y la excentricidad permisible será de 0,10 mm. Las tolerancias en la dimensión de 80 será de 0,00 y – 1,5 mm. Véanse las figuras 10 y 11 respectivamente.

TABLA 30.- Motores de 28 cm de diámetro¹ y menores.

Capacidad kW (CP)	Apertura mínima (cm)	Volumen útil mínimo (cm ³)
0,746(1) y menores	4,1	122,9
1,119(1 1/2), 1,429 (2) y 2,238 (3)	4,5	196,6
3,73 (5) y 5,60 (7 1/2)	5,0	262,1
7,46(10)y11,19(15)	6,4	426,0

- 1 Este es un diámetro medio en el plano de la laminación del círculo que circunscribe el armazón del estator, excluyendo agarraderas, aletas, cajas, etc.
- 2 Para motores con rangos de 0,746 kW y menores, con cajas de terminales parcial o completamente integrales a la armazón o tapas, el volumen de la caja de terminales no deberá ser menor de 13 cm³ para conexión alambre-alambre. La dimensión mínima para la apertura no está especificada.
- 3 Para motores con rango de 1,119, 1,492 y 2,283 kW, con las cajas de terminales parcial o completamente integrales a la armazón o tapas, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 16 cm³ para conexión alambre – alambre. La dimensión mínima para la apertura no está especificada.

Tabla 31.- Motores mayores de 28 cm de diámetro.

Corriente máxima a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales (A)	Apertura mínima (cm)	Volumen útil mínimo (cm ³)	Potencia máxima típica trifásica en kW(CP)
46	6,4	426	11,19 (15)-22,38 (30)
70	7,6	721	18,65 (25)-37,30 (50)
110	9,2	1 179	29,84 (40)-55,95 (75)
160	11,5	2 130	44,76 (60)-93,25 (125)
250	14,2	4 100	74,50 (100)-149,20 (200)
400	17,8	8 193	111,90 (150)-233,80 (300)
600	20,8	14 748	186,50 (250) -372,80 (500)

Tabla 32.- Espaciamiento entre terminales.

Tensión (V)	Espaciamiento mínimo (cm)	
	Entre líneas terminales	Entre línea y otra parte metálica no aislada
250 o menores	0,64	0,64
251 a 600 inclusive	1,00	1,00

Tabla 33.- Volúmenes útiles.

Calibre del conductor de alimentación (mm ²) (AWG)	Volumen útil mínimo por conductor de alimentación (cm ³)
0,825 (18) a 2,100 (14)	16,4
3,300 (12) y 5,300 (10)	20,5
8,400 (8) y 13,30 (6)	36,9

Tabla 34.- Sistemas de aislamiento.

Clases de sistemas de aislamiento	A	B	F	H
Clasificación del tiempo Elevación de temperatura (basada en una temperatura ambiente de 40°C), en grados centígrados				
1. Devanados.				
a) Motores abiertos u otros excepto aquellos que se indican en 1.b y 1.d – resistencia o termopar	60	80	105	125
b) Motores abiertos con un factor de servicio superior a 1,15 – resistencia o termopar.	70	90	115	---
c) Totalmente cerrados no ventilados y motores con ventilador enfriador incluyendo variaciones de esos – resistencia o termopar.	65	85	110	135
2. La temperatura o termopar conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla y otras partes (como porta escobillas, escobillas, etc.) no debe averiar el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

Tabla 35.- Sistemas de aislamiento.

Clases de sistemas de aislamiento	A	B	F	H
Clasificación del tiempo				
Elevación de temperatura (método de determinación de la temperatura empleando esta indicación), en grados centígrados				
1.Devanados.				
a) Motores abiertos – resistencia o termopar	60	80	105	125
b) Totalmente cerrados no ventilados y motores con ventilador enfriador incluyendo variaciones de éstos – resistencia o termopar.	65	85	110	135
2. La temperatura o termopar conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla y otras partes (como porta escobillas, escobillas, etc.), no debe averiar el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

Tabla 36.- Sistemas de aislamiento.

Clases de sistemas de aislamiento	A	B	F	H
Clasificación del tiempo				
Elevación de temperatura (basada en una temperatura ambiente de 40°C), en grados centígrados				
1. Devanados.				
a) Motores con factor de servicio de 1,0 excepto aquellos que se indican en 1.c y 1.d	60	80	105	125
b) Todos los motores con un factor de servicio 1,5 y mayor	70	90	115	_____
c) Motores totalmente cerrados no ventilados con un factor de servicio de 1,0	65	85	110	<u>135</u>
d) Motores con devanado encapsulado y factor de servicio 1,0 totalmente cerrados..	65	85	110	_____
2. La temperatura conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla, conmutador, anillo colector y otras partes (como porta escobillas, escobillas, etc.) no debe averiar el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

d. La siguiente información o datos son los mínimos que debe llevar la placa de características de cualquier motor de corriente alterna monofásico o trifásico de jaula, indeleble y en lugar visible.

- 1.- Nombre o marca registrada del fabricante.
- 2.- Modelo y designación del armazón (*).
- 3.- Potencia en CP (entre paréntesis los kW).
- 4.- Tensión nominal, en volts.
- 5.- Corriente a plena carga, en amperes.
- 6.- Frecuencia en Hertz.
- 7.- Monofásico o trifásico.
- 8.- Diagrama de conexiones terminales.*
- 9.- Letras de clave, para kVA a rotor bloqueado por kW.*
- 10.- Letra de diseño.*
- 11.- La eficiencia nominal a plena carga en por ciento (2 dígitos enteros y un decimal).
- 12.- Factor de servicio y corriente a factor de servicio (si existe).
- 13.- Tiempo de operación.*
- 14.- Clase de aislamiento.*
- 15.- Velocidad a plena carga, en RPM.
- 16.- Temperatura ambiente máxima.*
- 17.- Características de lubricación.*
- 18.- La leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.

* : Para motores fraccionarios estos datos pueden omitirse.

e. Pruebas aplicables a motores de inducción del tipo jaula de ardilla en potencias de 0.062 kw y mayores.

Cuando se requiera muestreo para una inspección, este podrá ser establecido de común acuerdo entre consumidor y fabricante, recomendándose el uso de la NMX-Z-12 para efectos oficiales, el muestreo está sujeto a las aplicaciones de las pruebas salvo que el Gobierno del Distrito Federal considere lo contrario, serán las siguientes:

1. Pruebas de rutina.- Estas pruebas son las mínimas que deben hacerse a todas y cada uno de los motores teniendo por objeto verificar la calidad de fabricación; estas pruebas son:

- 1.1. Inspección visual.- Consiste en verificar las dimensiones de montaje y acoplamiento, recubrimiento, acabados y datos de placa.
- 1.2. Prueba en vacío.- Se efectúa para verificar las características eléctricas y mecánicas sin carga.
- 1.3. Prueba de potencial aplicado.- El motor debe ser nuevo y completo en todas sus partes. Para motores de más de 373 kW la prueba de potencial aplicado se efectúa una sola vez. No es recomendable una segunda prueba; pero, en caso de requerirse, el valor de la tensión de prueba no debe exceder el 80% del valor especificado de potencial aplicado. Para motores de 373 kW o menores y se utilizará un probado de alta tensión con capacidad de 0,5 kVA como mínimo; se aplicará sucesivamente la tensión de prueba especificada, entre el circuito eléctrico y el armazón de acuerdo con los siguientes pasos:
 - 1.3.1. La tensión aplicada durante la prueba debe ser de corriente alterna y la onda senoidal, con un factor de variación máximo de 0,1 ya frecuencia nominal.
 - 1.3.2. Activar accesorios preventivos de seguridad.
 - 1.3.3. Aplicar inicialmente no más de la mitad del valor de tensión a prueba.
 - 1.3.4. Incrementar el valor de la tensión progresivamente o por pasos que no excedan del 5% de dicha tensión. El tiempo permitido para el aumento de la tensión, desde la unidad hasta el valor de prueba debe ser mayor de 10 segundos.
 - 1.3.5. Una vez alcanzado el valor de prueba indicado en el inciso 3.4 éste se mantiene por un minuto.
 - 1.3.6. Como resultado, no deben presentarse faltas en el aislamiento tales como flameos o descargas destructivas; los zumbidos no se toman en consideración.
 - 1.3.7. Como alternativa, la tensión de prueba puede ser de 1,2 veces los valores indicados en la Tabla 37 aplicados durante un segundo. Esta alternativa debe presentarse cuando se tengan las condiciones siguientes:
 - 1.3.7.1. Que se trate de fabricación en serie; y
 - 1.3.7.2. Que la tensión de prueba sea de igual o menor a 2 500 V.

Para esta alternativa es recomendable una segunda prueba de alta tensión, pero en caso de requerirse el valor de la tensión de prueba no debe exceder del 85% del valor especificado en este último inciso.

Tabla 37.- Tensiones de prueba para aislante.

Motores con potencia hasta 0,373 kW	1 000 V
Motores con potencia mayor de 0,373 kW	1 000 +2 veces la tensión nominal del motor

Nota: Como medida de seguridad, terminada la prueba deben descargarse a tierra los devanados.

- 1.4. Prueba de resistencia de aislamiento.- Esta prueba debe realizarse a motor nuevo y completo en todas sus partes.
- 1.5. Prueba de vibración.- Debe cumplirse con lo establecido en la NMX-J-075/2. En el caso en que la flecha tenga cunero éste debe reflejarse con una cuña de material similar al de la flecha, sin sobresalir de la periferia y longitud de la misma. Ver Tabla 38

Tabla 38.- Compresión mínima de la base elástica para medir la vibración de motores eléctricos.

Velocidad síncrona del motor en rpm	Compresión mínima en mm.
900	25
1 200	12,5
1 800	6,5
3 600	1,6

Nota: La base elástica debe comprimirse y por lo menos en las cantidades indicados en la tabla 55, al colocar el motor sobre ella y la compresión no debe exceder más del 50% del espesor original.

2. Pruebas complementarias o de aceptación.- Existen dos tipos de prueba para determinar el par de arranque y la corriente de arranque, el método directo y los métodos analíticos, se sugiere el uso de cualquiera de los métodos analíticos para motores de más de 373 kW.

- 2.1. El método directo consiste en medir los parámetros de arranque del motor. Como resultado, el par de arranque calculado y de la corriente de arranque medido deben cumplir con los valores especificados.

El método de prueba directo, en la práctica resulta difícil llevarlo a cabo a los problemas y riesgo que implica el bloqueo del rotor y las elevadas corrientes que se manejen. Por lo anterior son ampliamente utilizados los métodos de prueba de rotor bloqueado a tensión reducida, estos son conocidos como métodos analíticos, como se indica a continuación.

- 2.1.1. Método proporcional directo.- Cuando el motor de inducción tiene una considerable saturación en la trayectoria de su flujo de dispersión, el método proporcional directo dará un valor de corriente de arranque diferente al valor real. En tal caso, el resultado de la prueba mostrando en la gráfica de tensión contra corriente en una línea curva.

- 2.1.2. Método proporcional logarítmico. Una vez observados los resultados del inciso 2.1.1, se coloca una gráfica logarítmica y se observa que la curva asemeja a una línea recta, de manera que la corriente de arranque para tensión nominal puede obtenerse en una gráfica con mayor exactitud.

- 2.2. Para los dos métodos (incisos 2.1.1 y 2.1.2) el motor tiene que ser nuevo y completo en todas sus partes; ninguna preparación especiales necesarias y además debe cumplir con lo siguiente:

- 2.2.1. El motor debe estar aproximadamente a la temperatura ambiente antes de iniciar la prueba.

- 2.2.2. Verificar el sentido de rotación del motor.

- 2.2.3. Asegurar que los medios de bloqueo del rotor sean suficientemente fuertes para evitar dañar al personal y/o equipo.

- 2.2.4. Las mediciones de tensión, corriente y potencial deben tomarse tan rápido como sea posible.

- 2.3. Prueba en vacío.- Esta prueba se efectúa operando el motor a tensión y frecuencia nominal sin carga alguna acoplada a la fecha.

- 2.4. Prueba de impedancia.- Esta prueba se lleva a cabo mediante el procedimiento indicado en 2.1.1 y 2.1.2, con la única diferencia de que la prueba se efectuará al 25% de la frecuencia nominal. El valor exacto de la frecuencia debe ser anotado. Es necesario que los datos de impedancia se obtengan haciendo la prueba a frecuencia reducida a fin de obtener lo más exacto posible, los valores de reactancias requeridas para el cálculo.

- 2.5. Pruebas de nivel de ruido.- Se entiende por nivel de ruido, los valores que caracterizan todos los ruidos que se originan en una máquina en funcionamiento, sin distinguir las propiedades de los ruidos. El motor al que se hace esta prueba, tiene que ser nuevo y complemento en todas sus partes. Los valores obtenidos no deben ser mayores a los establecidos en la norma aplicada.
3. Pruebas de prototipo.- Se deberá considerar la potencia nominal y la corriente a plena carga; se medirán y registrarán los siguientes parámetros:
 - 3.1. Promedio de corriente de línea.
 - 3.2. Velocidad.
 - 3.3. Par del motor corregido.
 - 3.4. Potencia de salida.

Dentro de las pruebas de prototipo se considerarán.

- 3.5. Prueba para la determinación del incremento de temperatura. Esta prueba se realizará a cualquier tipo de motor de los clasificados en esta norma; y se observará lo siguiente:
 - 3.5.1. El valor de la temperatura ambiente durante la prueba de un motor, debe ser preferentemente mayor de 283,15 K (10 °C) y menor de 313,15 K (40 °C).
 - 3.5.2. El tiempo de prueba para motores de tipo continuo, debe prolongarse hasta que se alcance el equilibrio térmico, es decir cuando la temperatura de los devanados sea prácticamente constante.
 - 3.5.3. Cualquier prueba de temperatura debe efectuarse bajo las condiciones nominales de placa del motor.
 - 3.5.4. El método de carga deberá ser cualquiera de los siguientes:
 - 3.5.4.1. Carga real, la máquina es cargada en condiciones nominales. La muestra consiste de un motor nuevo y completo en todas sus partes, no se requiere ninguna preparación especial.
 - 3.5.4.2. Carga equivalente, la maquinaria no es cargada. Este método es de gran utilidad para medir la elevación de temperatura de máquinas de inducción especialmente de gran tamaño por lo siguiente:

- 3.5.4.2.1. No requiere equipo de carga y generación de energía de capacidad comparable con la máquina que se requiere probar.
 - 3.5.4.2.2. No necesita acoplarse ninguna carga, lo cual ahorra mucho tiempo y especialmente en motores de gran capacidad o motores verticales.
 - 3.5.4.2.3. No hay elementos de carga que consuman energía en forma de calor, lo cual es bastante significativo en motores de gran capacidad.
- 3.6. Prueba de sobrevelocidad.- Esta prueba se efectuará a motores de más de 373 k y servirá para verificar que el rotor resista sin daño o deformación permanente, la sobre velocidad establecida.
- 3.7. Prueba con carga.- Aplicado la tensión y la frecuencia nominal al motor, y variando la carga desde 25% hasta 100% inclusive, se determinaran cuatro puntos especificados aproximadamente igual y dos puntos que se encajan desde 100% y que no excedan 150% de la carga. Además, se obtendrán los siguientes parámetros por cada uno de los ocho puntos siguientes:
- 3.7.1 Par medio del motor corregido.
 - 3.7.2. Potencia de entrada.
 - 3.7.3 Promedio de las corrientes de línea.
 - 3.7.4. Velocidad (r p m).
 - 3.7.5. Promedio de temperaturas de los devanados por cada punto.
 - 3.7.6. Temperatura ambiente.
 - 3.7.7. Promedio de la tensión en terminales.
 - 3.7.8. Potencia de salida.

Nota: Las mediciones se iniciarán en el mayor valor de carga e irá descendiendo hasta el menor.

- 3.8. Prueba en vacío. Con el motor en vacío a frecuencia nominal se variará la tensión entre el 125% y 60% de la tensión nominal para tres punto separados aproximadamente igual y para otros tres puntos menores al 50% y hasta aproximadamente 20% de la tensión nominal o el punto donde la corriente de línea alcance el valor mínimo antes de la inestabilidad para cada punto de tensión se deberán medir y registrar los siguientes parámetros:

- 3.8.1. Promedio de la tensión aplicada.
 - 3.8.2. Promedio de la corriente de línea.
 - 3.8.3. Potencia de entrada sin carga.
 - 3.8.4. Promedio de temperatura de los devanados en cada punto.
- f. La información necesaria será proporcionada por el fabricante, la información que no sea posible proporcionarla en la placa de características, debe proveerse por otros medios.
- 1. Cada motor deberá estar provisto cuando menos por una placa de datos, marcadas de forma que sean durables y localizados de manera tal que estén visibles y legibles al quedar instalados.
 - 2. La información especificada en el subinciso C.07.d. deberá estar en la placa de datos, excepto los marcados con asterisco, ya que estos pueden proporcionarse mediante información especial, en los diagramas o en catálogos.

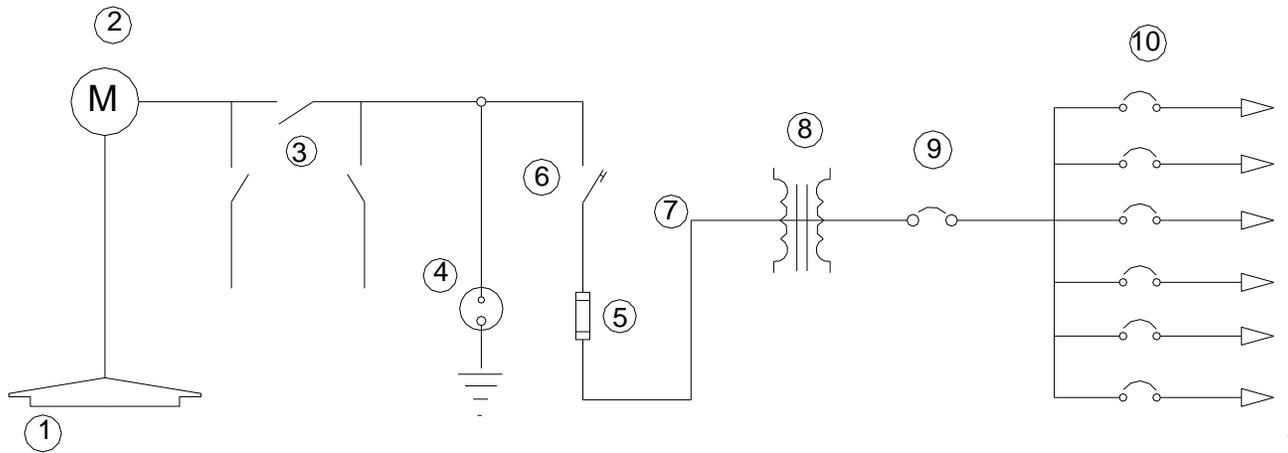
El Gobierno del Distrito Federal debe considerar que los motores deben cumplir satisfactoriamente con todas las pruebas aquí indicadas.

C.08. Los requisitos de calidad de subestaciones eléctricas.-Dependiendo de las tensiones a que se suministra la energía eléctrica a instalaciones o redes eléctricas de alumbrado público, instalaciones industriales, comerciales y edificaciones habitacionales, deberá ser transformada a niveles adecuados utilizables en potencia e intensidad, en subestaciones de tipo abiertas y compactas.

a. Los elementos constitutivos de una subestación eléctrica son:

- 1.- Sección de acometida.
 - 2.- Sección de equipos de medición.
 - 3.- Sección de cuchillas de servicio y camino de barras.
 - 4.- Sección de protección al transformador.
 - 5.- Sección de acoplamiento al transformador.
 - 6.- Tablero de baja tensión.
- b. En la figura 12 se muestra una vista de elementos principales que debe contener la subestación eléctrica.

- c. Se deben tomar las medidas necesarias para una operación correcta, si en el ensamble de la subestación fueron usados componentes tales como relevadores y equipo electrónico, los cuáles no fueron diseñados para condiciones extremas de servicio y operación.
1. La temperatura ambiente no debe exceder de 313 K (+40 °C) y el promedio sobre un promedio de 24 horas no deberá ser mayor de 318 K (+35 °C).
 2. El aire deberá ser limpio y la humedad relativa no debe exceder del 50X a una temperatura máxima de 313 K (+40°C).
 3. En instalaciones exteriores la humedad relativa podrá ser el 100% a una temperatura máxima de 308 K (+25 °C).
 4. Los valores normalizados de tensión nominal en circuitos de control, son encontrados en las normas correspondientes para el equipo incorporado.
 5. Los valores de tensión nominal de un sistema en nuestro país son:
 - 5.1. Baja tensión.- Tensiones no mayores de 1000 volts.
 - 5.2. Mediana tensión.- Tensiones mayores de 1000 volts hasta de 35 000 volts.
 - 5.3. Alta tensión.-Tensiones mayores de 35 000 volts hasta 230 000 voltios.
 - 5.4. Extra alta tensión.- Tensiones superiores a 230 000 volts.
 - 6.- La tensión nominal de aislamiento no debe exceder temporalmente 110% de la tensión nominal.
 - 7.- La corriente soportable (el valor RCM) especificado bajo las condiciones de prueba no debe exceder de un segundo.
 - 8.- La frecuencia debe estar en el rango de 90% y 102% de la frecuencia nominal.



A la carga (motores, alumbrado, hornos con contactos, etc.)

FIGURA 12.- Elementos principales de la subestación eléctrica.

- 1.- Acometida de Compañía Suministradora en alta tensión.
- 2.- Equipo de medición en alta tensión. (más de 200 kW de demanda contratada).
- 3.- Cuchillas de prueba y paso.
- 4.- Apartarrayos
- 5.- Fusibles de potencia
- 6.- Interruptor de operación con carga.
- 7.- Sección de acoplamiento.
- 8.- Transformador
- 9.- Interruptor general de baja tensión
- 10.- Interruptores derivados de baja tensión.

9.- Los espacios mínimos requeridos, necesarios para el buen funcionamiento de los módulos que integran una subestación se muestran en la Tabla 39.

TABLA 39.- Espaciamientos eléctricos mínimos en mm.

Tensión nominal del interruptor Volts.	En las terminales				En otras partes.					
	Entre terminales de polaridad opuesta.		Entre terminales y partes metálicas conectadas a tierra.		Entre partes vivas sin aislar, de polaridad opuesta.		Entre partes vivas sin aislar y cualquier parte metálica conectada a tierra.			
	A	A	B	B	C	C	D**	D**	E***	E***
	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie.
0 – 127	13	19	13	13	6	9	13	13	6	9
128 – 300	19	32	13	13	6	9	13	13	6	9
301 - 600	25	51	13	25	9	13	13	25	9	13

Notas: * Las distancias al gabinete o a los medios de montaje del interruptor, pueden reducirse si se interpone un separador aceptable como aislante no menor de 0,8 mm, de espesor para proporcionar el espaciamiento requerido.

**Se aplican estos valores si las deformaciones del gabinete a los medios de montaje reducen los espaciamientos a valores menores que los indicados en la columna E.

*** Se aplican estos valores si las modificaciones del gabinete a los medios de montaje no afectan los espaciamientos.

- 9.1.- El espacio disponible para el alumbrado deberá permitir la conexión apropiada de los conductores externos del material indicado y en el caso de cables multi conductores el despliegue de los conductores.
- 9.2. En circuitos con tres fases y neutro, las terminales para el conductor neutro debe permitir la conexión de conductores de cobre que tengan la siguiente capacidad de corriente:
10. La subestación o cualquiera de sus partes, debe resistir como límite 343 K (70 °C) de elevación de temperatura.
- 10.1.-A menos que se especifique otra cosa, en tapas, manijas, etc., es permitido un aumento de 283 K (10 °C) sobre el límite de elevación de temperatura.
11. Los requisitos de calidad de todos sus componentes, descritos en la clasificación de las subestaciones, se ajustaran a las Normas Mexicanas que lo rijan y a las condiciones especificadas en el contrato referente a su garantía.
12. En la tabla 40 se especifican los límites de elevación de temperatura aceptada.
- d. Las condiciones ambientales de servicio de la subestación eléctrica para operar en la ciudad de México son las siguientes al menos que la residencia de obra especifique e indique otros requerimientos:
- | | |
|--|-------------------------|
| 1.- Humedad relativa | 30% |
| 2.- Altura sobre el nivel del mar. | 2 300 m |
| 3.- Temperatura ambiente máxima. | 313 K (40°C). |
| 4.- Temperatura ambiente promedio. | 305 K (32°C). |
| 5.- Temperatura ambiente mínima. | 582 mm de Hg. |
| 6.- Precipitación pluvial.
(Promedio al año) | 1 500 mm |
| 7.- Sismicidad.
(Ver Normas de Construcción del GDF). | Según zona y estructura |
| 8.- Nivel de contaminación del aire. | |
| 9.- Otros. | |

Tabla 40.- Límites de elevación de temperatura.

Partes de la subestación	Elevación de temperatura K (°C)
Aparatos instalados en la subestación	De acuerdo a las especificaciones aplicadas a estos aparatos
Terminales para conductores aislados externos	70 (1)
Barras colectoras y conductores de cobre y aluminio	Limitadas por: Esfuerzos mecánicos del material conductor. Efectos posibles sobre equipo adyacente Límite de temperatura permisible del material aislante en contacto con el conductor. El efecto de la temperatura de los conductores sobre los aparatos conectados a ellos
Medios de operación manual:	
De material	15 (2)
De material aislante	25
Gabinetes y tapas de acceso externo	
Superficie metálica.	30 (3)
Superficie aislante.	40

- e.- Los materiales componentes del equipo de subestación debe contar con los procesos de fabricación (planos, características específicas de la materia prima, certificación de calidad), así como diagramas de conexión y accesorios necesarios.
- f.- Una subestación del tipo intemperie blindada debe tener gabinetes metálicos o secciones individuales ensambladas en fábrica, formando un arreglo de un solo frente de dimensiones apropiadas y estándar, montadas en un juego común de canales de acero para facilitar su manejo e instalación. Además debe contar con luces indicadoras de tensión y bloqueo mecánico.
- g.- La subestación debe contar con el espacio necesario para recibir los cables alimentadores, alojar el equipo necesario y soportar las barras o

buses de fuerza y de tierra en forma apropiada, según los estándares y normas de fabricación establecidos para este tipo de equipo.

h.- Las secciones o gabinetes de la subestación debe tener puertas al frente colocándose en ella los elementos de mando y leyendas que se especifiquen.

i.- La subestación debe tener adosada una placa con las siguientes características:

1.- Características principales.

- 1.1. Número de fases.
- 1.2. Número de hilos.
- 1.3. Frecuencia de operación.
- 1.4. Tensión eléctrica.
- 1.5. Capacidad en kVA.
- 1.6. Clase de aislamiento en kV.
- 1.7. Tipo de servicio.
- 1.8. Tipo de construcción (NEMA).

2.- Características de tensión eléctrica.

Tensión nominal en kV

Tensión de operación en kV.

Tensión de impulso (BIL) en kV.

3.- Características de corriente eléctrica.

- 3.1. Corriente nominal en amperes.
- 3.2. Capacidad interruptiva simétrica en kA

j.- Los gabinetes deben ser ensamblados en fábrica, y contruidos de acuerdo a la norma NMX- J-235/1-ANCE, cada uno de ellos con estructura de perfiles de acero rolado en frío, que les proporcionen la rigidez necesaria para auto soportarse.

k.- La estructura de cada uno de los gabinetes debe ser de acuerdo a la norma mexicana NMX- J-235/1-ANCE, cumpliendo por lo menos los siguientes:

1. Todos los gabinetes deben recibir un acabado interior y exterior con pintura de esmalte de color gris claro ANSI, previa limpieza desoxidación y banderizado por inmersión en caliente a todas las partes metálicas que lo forman.
2. Los compartimientos de los gabinetes deben quedar aislados entre sí por medio de tapas o puertas y no deben tener partes vivas expuestas, formando así un tablero de frente muerto.
3. Los gabinetes que integran la subestación deben quedar sólidamente conectados a una barra de cobre para la conexión a la red general de tierras, con las instalaciones necesarias para colocar en cada uno de los extremos un conector para recibir un cable de cobre desnudo, 2/0 AWG (dichos conectores deben incluirse).



CIUDAD DE MÉXICO

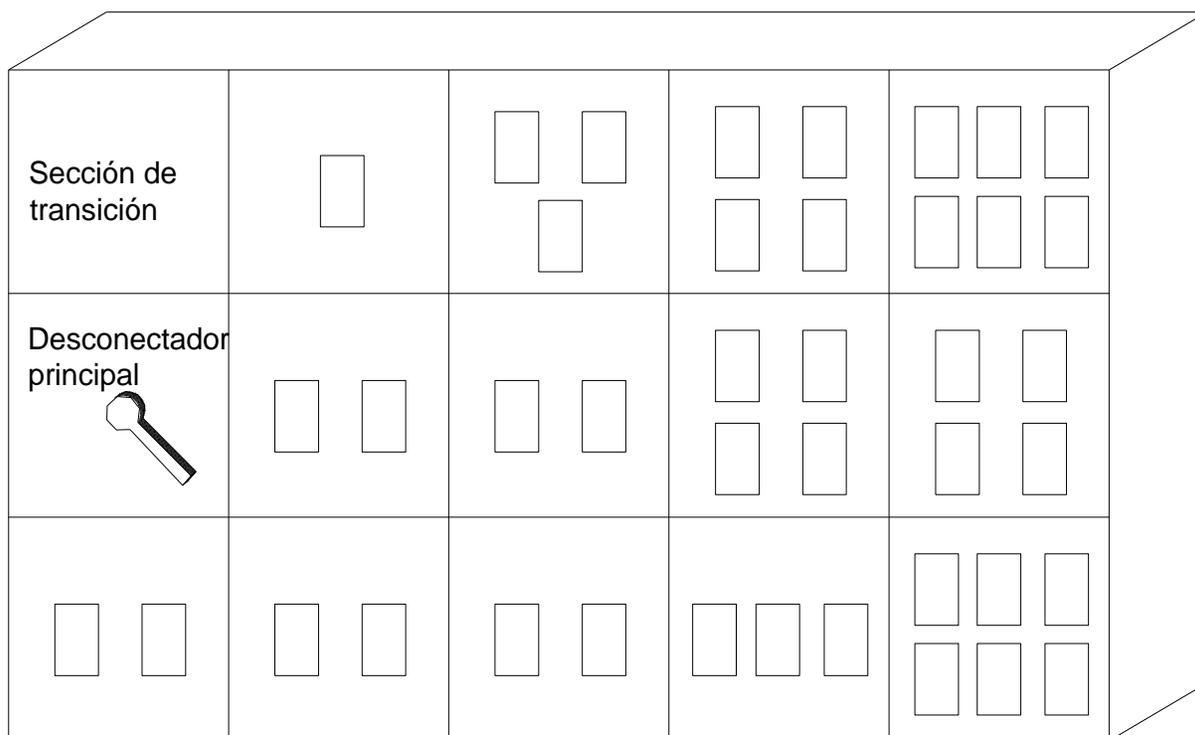


FIGURA 13.- Tipo de construcción del tablero principal.

4. La barra o bus de tierra debe correr a todo lo largo de la subestación, con conexiones efectivas a los gabinetes y elementos metálicos no energizados y se debe colocar en la parte inferior de la misma.
5. Todas las conexiones y uniones de partes vivas incluyendo buses, deben estar plateadas, debiéndose atornillar con no menos dos tornillos de alta resistencia mecánica.
6. Las puertas de los gabinetes deben tener ventanas de inspección con vidrio mastillable, instaladas de tal forma que el cristal sea fácilmente desmontable desde el exterior como para el caso en que los bloqueos mecánicos se dañen y poder desbloquear la puerta.

7. Las puertas y estructura de los gabinetes deben tener una resistencia suficiente para soportar eventuales, sobrepresiones internas, así como manijas con portacandados para asegurar la posición de cerrado, colocar cerradura con llave en la puerta de los gabinetes, debe existir un interlock (candado) mecánico entre cuchillas y el interruptor general, con bloqueo mecánico para evitar que estas sean abiertas cuando dichos equipos se encuentren en la posición de cerrado.
 8. Cada sección de la subestación debe estar provista de dispositivos para izaje para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación, estos dispositivos deben ser ubicados en la parte superior.
- l.- La subestación debe llevar en un lugar visible una placa con la leyenda que se especifique y con lo siguiente:
1. Cada una de las secciones o gabinetes de la subestación, debe llevar su propia leyenda correspondiente al equipo contenido o a la función desempeñada, localizada en la cara exterior de la puerta de la sección respectiva.
 2. Todas las placas de leyenda se debe hacer de material plástico laminado en fondo blanco con letras negras.
- m.- La subestación debe tener el siguiente equipo, indicado por gabinetes o secciones progresivas y siguiendo el orden normal de derecha a izquierda:
1. Sección uno Acometida de Luz y Fuerza del Centro, con la leyenda "Acometida L y F"
 - 1.1. Equipo:
 - Un juego de barras principales y aisladores necesarios.
 - Una clema de madera.
 - Una barra de tierra.

2. Sección dos, Equipo de medición, con leyenda “Equipo de medición L y F”

2.1. Equipo:

- Esta sección debe contener el equipo de medición de la compañía suministradora (proporcionado por ésta)
- Juego de barras o buses principales con soportes, conexiones y accesorios necesarios.
- Barra o bus de tierras con soportes, conexiones y accesorios necesarios incluyendo las preparaciones para recibir un conector mecánico para cable de cobre desnudo para la conexión de la subestación a la red general de tierras.

3. Sección tres con la leyenda “Cuchillas de servicio”.

3.1. Equipo:

- Esta sección debe contener una cuchilla trifásica de operación en grupo, sin carga y con un accionamiento desde el frente del tablero.
- Características de las cuchillas indicando lo siguiente:
 - El tipo de servicio.
 - La tensión nominal en kV
 - La tensión de operación en kV
 - Frecuencia en Hz
 - El número de polos
 - Tipo de tiro.
 - Corriente nominal en amperes.
 - Tipo de operación
 - El medio de accionamiento.
 - Tipo de montaje.
 - El tipo de bloqueo de operación.
- Juego de barras o buses principales con soportes, conexiones y accesorios necesarios.
- Barra o bus de tierra con soportes, conexiones y accesorios necesarios.

- Palanca al frente exterior al tablero para el accionamiento manual de las cuchillas.
 - La configuración de las barras principales.
4. Sección cuatro, protección al transformador con leyenda “Interruptor principal”.
- 4.1. Esta sección debe contener el interruptor principal para la protección del transformador y con los datos siguientes:
- Tipo de servicio
 - Tensión nominal en kV
 - Tensión de operación en kV.
 - Frecuencia en Hz.
 - Número de polos.
 - Tipo de tiro.
 - Corriente nominal en amperes.
 - Tipo de accionamiento.
 - Tipo de montaje.
 - Tipo de bloqueo para evitar que la puerta se abra cuando el interruptor este en posición “cerrado”.
- 4.2. Fusibles limitadores de corriente y capacidad interruptiva en MVA.
- 4.3. Esta sección contendrá tres apartarrayos conectados sólidamente a tierra, para operación a la altura del nivel de mar.
- 4.4. Un juego de barras o buses principales con soportes, conexiones y accesorios necesarios.
- 4.5. Barra o bus con soportes, conexiones y accesorios necesarios.
- 5.- Sección cinco. Acoplamiento a transformador, con leyenda “acoplamiento a transformador” Ver Figura 14.

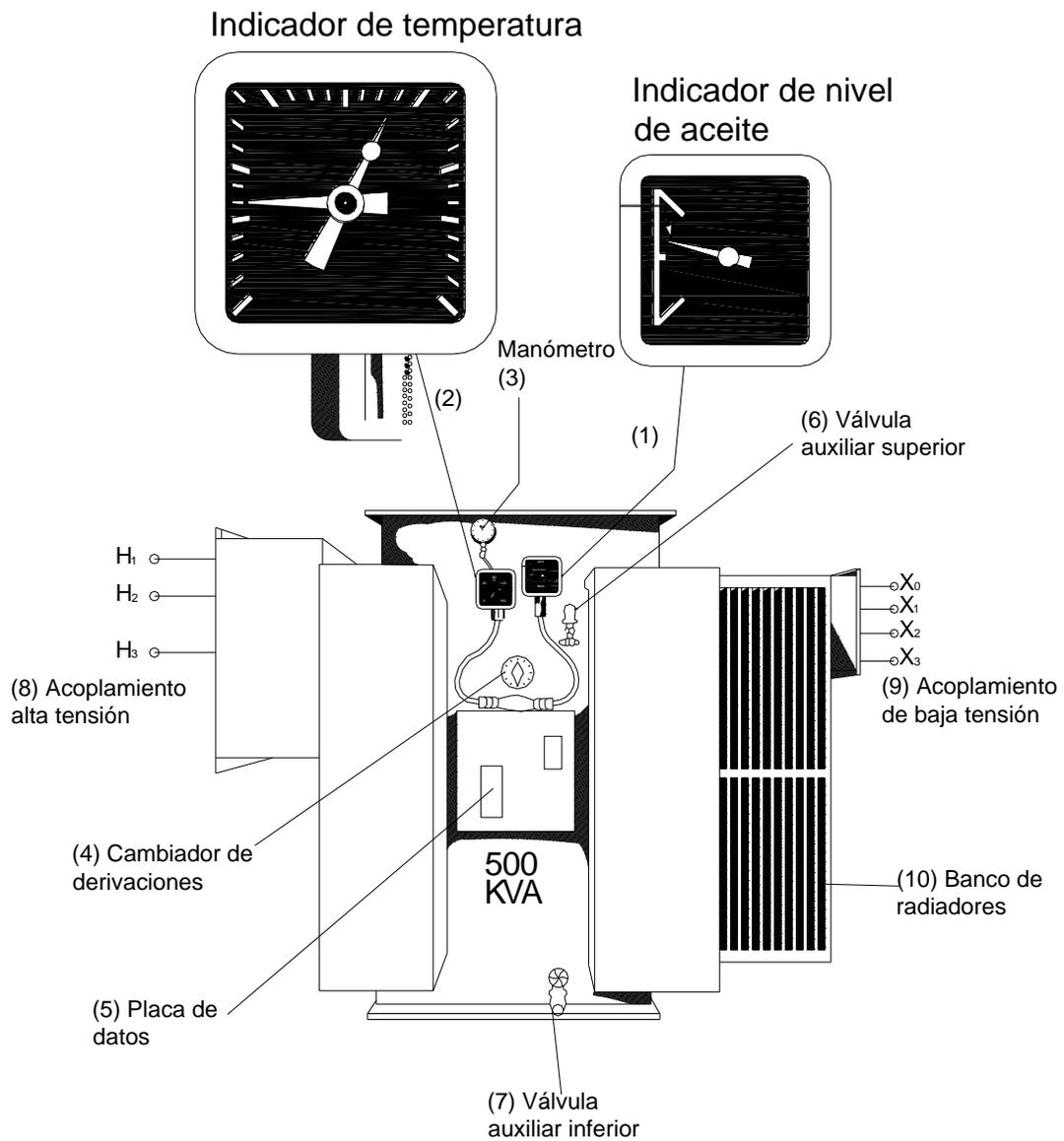


FIGURA 14. Accesorios básicos del transformador.

Esta sección se utiliza para unir eléctrica y mecánicamente el transformador al gabinete del interruptor y debe contener lo siguiente:

- 5.1. Un juego de barras y soportes necesarios para conectar con las boquillas de alta tensión de un transformador que se acoplará a esta sección lateralmente por medio de una brida adecuada.

- 5.2. Bus general de solera de cobre de acuerdo a lo indicado a la norma NMX-J-235 ANCE.
- 5.3. Bus de tierra de solera de cobre.
- 5.4. Aislador de resina epóxica o el que se especifique, indicando la tensión de operación y de flameo en seco en kV.
- 5.5. Soporte metálico y de clema de madera incluido en el gabinete para soportar los conos de alivio.
- 5.6. Tarima aislante para la tensión a operar, de fibra de vidrio o madera con acabado antiderrapante.
- 5.7. Letrero en lámina con acabado anticorrosivo y pintura esmalte de color blanco de fondo, con la leyenda "PELIGRO ALTA TENSIÓN"
- 5.8. Luces indicadoras de presencia de tensión en alta tensión en cada sección.
- 5.9. Leyendas de identificación del equipo.
- 5.10. Leyenda descriptiva de la operación de los mecanismos.
- 5.11. Diagrama unifilar en el gabinete.

6.- Sección seis "Tablero de baja tensión".-

- n. Debe contar con dispositivos mecánicos formados por cerraduras con llaves, pernos, barras, etc., diseñados e instalados para acondicionar la apertura y cierre de las cuchillas de servicio y/o interruptores con las puertas de las diferentes secciones de la subestación y cumpliendo con los requisitos que a continuación se plantean:

- 1.- La operación de los bloqueos debe ser segura y confiable, es decir que no se desajustan o deforman sus elementos debido a las operaciones continuas a las que están sometidos.
- 2.- Cada sección debe llevar placas de identificación indicando la posición del equipo y que describa las maniobras, las que deben coincidir con la posición de las palancas de operación para abrir o cerrar. Adicionalmente se debe incluir cerraduras con llave que debe identificarse utilizando placas de material resistente, fijadas debidamente a la lámina de los tableros y marcando en ellas la nomenclatura necesaria, en forma legible e indeleble, debiéndose indicar, además el sitio de giro y los límites de los movimientos.
- 3.- Para cada cerradura el proveedor debe suministrar tres llaves cada una de ellas identificada correctamente.
- 4.- Adicionalmente, los bloqueos deben ser verificados en fábrica del proveedor en presencia del representante del Gobierno del Distrito Federal para comprobar su correcto funcionamiento.
- 5.- Una vez que la subestación se encuentra instalada, ensamblada, nivelada y conectada, el proveedor debe verificar en campo el correcto funcionamiento de los bloqueos en presencia del representante del Gobierno del Distrito Federal.
- 6.- Para la certificación de los bloqueos en campo se debe incluir además de la correcta operación, el engrase, lubricación general del equipo y accesorios.
- 7.- La actividad de asistencia por parte del proveedor y cualquier arreglo o modificación que se lleve a cabo durante el acto de certificación, operación, engrase y lubricación no debe incluir ningún costo adicional al monto total del pedido, quedando comprendido dentro de éste.
- 8.- En el acto de certificación en campo, se debe levantar la constancia correspondiente entre los representantes autorizados del Gobierno de Distrito Federal, el proveedor y el instalador.

9.- El sistema de bloqueo consiste en la implantación y utilización de medios mecánicos para realizar maniobras de apertura y cierre en las cuchillas de servicio, en el interruptor, en aire y entre estos equipos y las puertas de subestación, sin poner en peligro los equipos y la vida de los operadores.

ñ.- Operación de luces indicadoras de tensión en alta tensión.

1.- Debe proveerse de detectores de presencia de tensión en cada sección, deben ser a base de divisores capacitivos y lámparas de neón de baja tensión (una por fase), las lámparas deben tener la brillantez suficiente para que se detecte la presencia de tensión sin ambigüedad, aun cuando se tenga una tensión menor a la tensión nominal de operación entre fases.

2.- Los indicadores de tensión deben venir instalados sobre el gabinete de la subestación y en el exterior del mismo, a una altura apropiada para su correcta visualización desde el exterior.

o.- Requisitos de operación del transformador.

1.- Además de cumplir con las Normas indicadas en la Cláusula B de Referencias, el transformador debe cumplir en particular con las Normas Mexicanas NMX-J-116, NMX-J-169, NMX-J-123, NMX-J-153, NMX-J-234 y NMX-J-281.

2.- El proveedor debe tomar las precauciones necesarias para evitar los efectos de humedad del medio ambiente, principalmente en los devanados, aislamientos y partes de contacto.

3.- El neutro (boquilla) de baja tensión, debe quedar fuera del tanque del mismo lado y junto a las demás boquillas, además se debe tener conector para conexión a tierra del tanque del transformador.

4.- El diseño debe tomar en cuenta las dimensiones siguientes:

4.1. Capacidad en kVA

4.2. Frente en metros.

4.3. Fondo en metros.

4.4. Altura en metros.

Nota: Las dimensiones estarán sujetas a cambios dependiendo de la marca, no así la capacidad.

5.- Los aislamientos utilizados deben cumplir con certificados de calidad, debiendo resistir sin daño los esfuerzos mecánicos que se presenten durante la operación del transformador.

6.- El conector de conexión a tierra del tanque del transformador, se debe instalar del lado donde se encuentren las boquillas de baja tensión.

7.- El dispositivo de derivaciones debe tener las indicaciones apropiadas y debe operar con precisión a fin de evitar falsas maniobras.

8.- El Gobierno del Distrito Federal en caso de ser necesario, puede pedir muestras del dieléctrico para someterlo a pruebas de laboratorio.

p. Características específicas del transformador. Ver Tabla 41.

TABLA 41. Características de los transformadores.

Número de transformadores.	Cantidad.
Número de fases.	Cantidad.
Tipo	Características del transformador
Frecuencia de operación	En Hertz e indicando su tolerancia en %
Número de devanados.	Cantidad.
Clase de enfriamiento.	Tipos de enfriamiento
Cambiador de derivaciones	Especificar a detalle las derivaciones que se requieren.
Capacidad.	Potencia del transformador en kVA
Tensión nominal en alta tensión	En kV e indicando el % de tolerancia y el tipo de conexión
Tensión nominal en baja tensión	En kV e indicando el % de tolerancia y el tipo de conexión

- 1.- El promedio de elevación de temperatura en el cobre del transformador cuando este en operación a capacidad nominal, debe ser de 328 K (55 °C) para una temperatura ambiente de 303 K (30 °C).

El aislamiento empleado debe permitir la operación a 338 K (65 °C) de elevación de temperatura sin afectar la vida normal del transformador, permitiendo incrementar su capacidad continua en un 12%.

- 2.- Todos los elementos del núcleo se deben unir de manera que formen una sola pieza estructural con la suficiente resistencia mecánica para conservar su forma y proteger al devanado contra daños mecánicos originados durante el embarque, maniobras o cortos circuitos. Ver figura 15.

2.1.- El conjunto debe estar provisto de ojos u orejas para izarlo y sacarlo del tanque.



CIUDAD DE MÉXICO

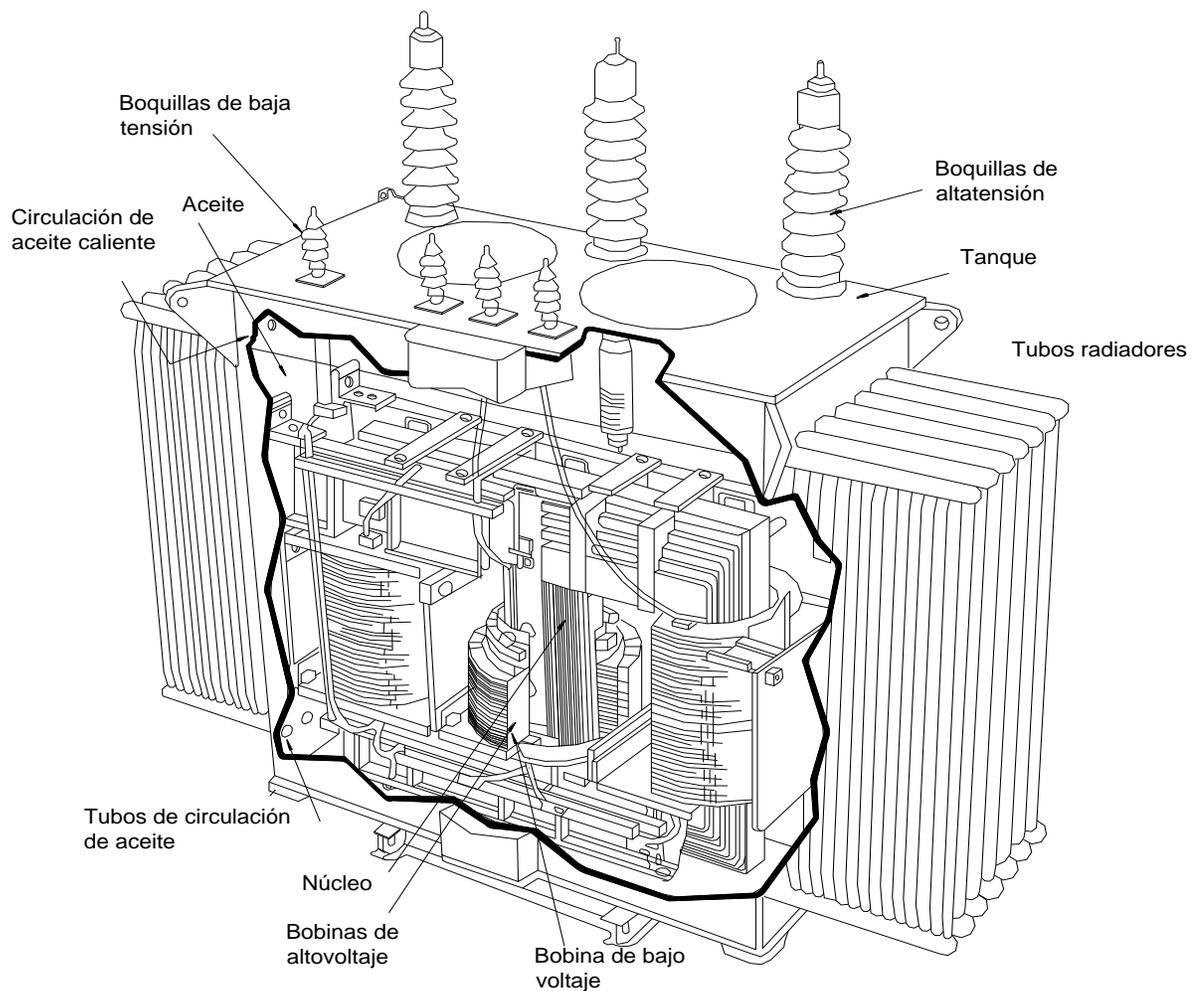


FIGURA 15 Componentes básicos del transformador.

- 3.- Los devanados deben ser ejecutados en cobre electrolítico de alta conductividad, aislados con papel de alta calidad, provistos con todos los medios necesarios para proteger las partes más expuestas del aislamiento.
 - 3.1.- Las derivaciones deben hacerse de tal modo que no alteren la simetría magnética del devanado.
 - 3.2.- Las conexiones del devanado a las boquillas deben estar rígidamente soportadas para evitar daños por vibración.
 - 3.3.- Los devanados deben montarse en tal forma que sean capaces de resistir los movimientos y distorsiones causados por corto circuito.

- 4.- El transformador debe ser construido con tanque sellado a la atmósfera con objeto de preservar el medio dieléctrico. Debe tener un acabado que lo proteja contra la corrosión, el cual a su vez, debe cumplir como mínimo con una adherencia al tanque según la norma mexicana NMX-J-116-ANCE,
 - 4.1.- La construcción debe ser suficientemente robusta para soportar un manejo rudo, en el transporte como en la instalación, sin que sufra deformaciones.
 - 4.2.- En caso de tener tubos enfriadores, estos no deben estar debajo de las boquillas de baja tensión.
 - 4.3.- En los empaques que se pretendan utilizar, no deben presentar sudados, escurrimientos, fugas o goteos del dieléctrico o medio refrigerante. Esta prevención incluye: tapas, boquillas, instrumentos de medición, válvulas, etc.
 - 4.4.- Debe tener perfecta hermeticidad y estar apto para funcionar como autoclave durante el tratamiento de vacío del transformador.
 - 4.5.- En la cubierta del tanque debe haber registros de visita con tapas atornilladas que ofrezcan fácil acceso al extremo interior de las boquillas, las terminales y la porción superior del devanado, estos registros deben permitir reemplazar cualquier auxiliar sin quitar la cubierta del tanque. Ver Figura 16.



CIUDAD DE MÉXICO

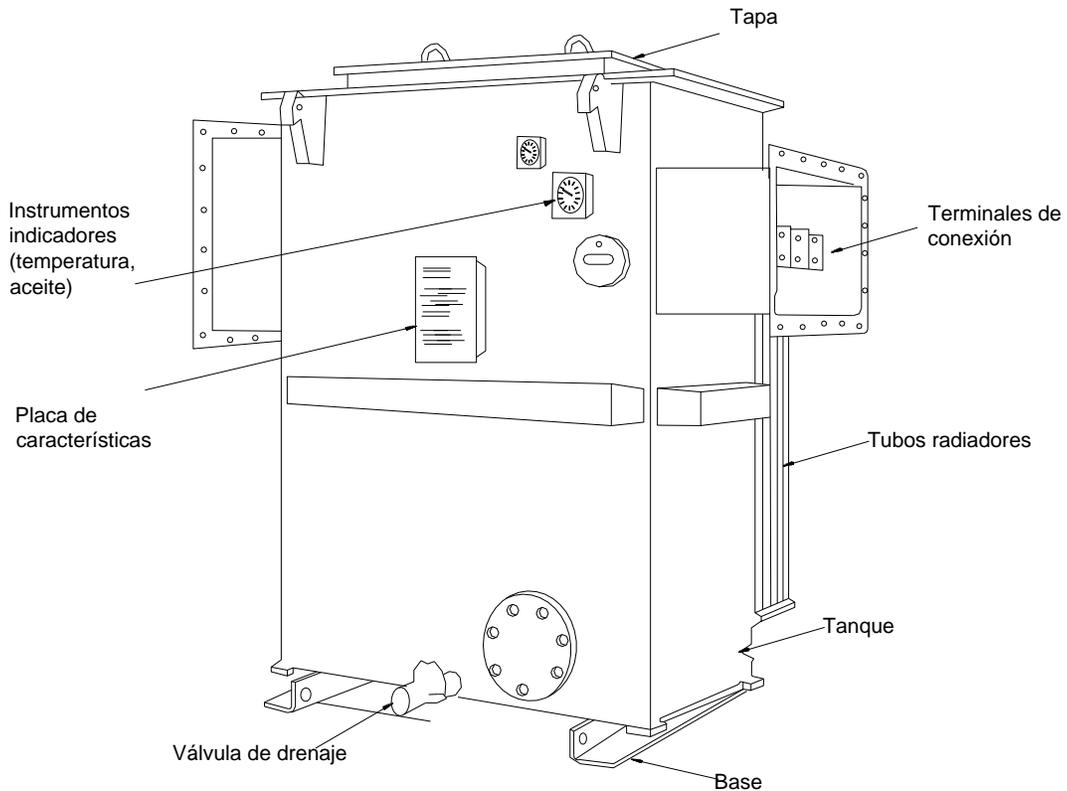


FIGURA 16.- Transformador con cuerpo herméticamente sellado

- 4.6.- El tanque debe estar provisto de gancho para levantar el transformador sin que se presenten deformaciones, aun cuando se encuentre lleno del medio refrigerante.
- 4.7. Debe estar provisto de dos conectores en caras opuestas de la base para recibir cable de cobre del sistema general de tierras.
- 4.8. El color preferente debe ser el gris, si no se especifica de otra manera.
- 5.- La base del transformador debe estar formada a base de canales estructurales para facilitar el desplazamiento y proveerse de superficies de apoyo para colocar gatos mecánicos en caso de necesitar levantar el transformador.
- 5.1.- La base del transformador debe ser construida de manera que permita deslizarlo en dos direcciones: paralelo y en ángulo recto a la línea del centro de las boquillas de alta tensión. La base debe ser autoventilada.

- 5.2.- En el transformador, en los costados de tanque, estando totalmente ensamblado (incluyendo el líquido aislante), debiendo estar ubicados en forma tal que cuando se levante el transformador no interfieran los elementos de izaje con las boquillas de alta tensión.
- 6.- El cambiador de derivaciones debe ser para operación manual sin carga, con manija de operación fuera del tanque y aditamento para bloquear el mecanismo en cualquier posición por medio de candado.
- 6.1.- El mecanismo de operación debe evitar que el cambiador pueda quedar en posiciones intermedias.
- 6.2.- Debe instalarse a una altura conveniente para facilidad de operación.
- 6.3.- El registro de mano debe estar localizado en la tapa, en una zona donde se pueda maniobrar el cambiador de derivaciones de operación interna y/o el tablero de reconexión.
- 6.4.- Para transformadores monofásicos tipo poste y transformadores trifásicos de 15 kVA y 30kVA, pueden no contar con registro de mano si el transformador está provisto con cambiador de derivaciones de operación externa.
- 7.- La corriente de excitación, a tensión y frecuencia nominales, debe expresarse en porciento con respecto a la corriente nominal de alimentación. Ésta no debe ser mayor del 1,5% para todos los transformadores monofásicos y para los transformadores trifásicos mayores de 45 kVA. Para los transformadores trifásicos de hasta 45 kVA no debe ser mayor del 2,0%.
- 8.- La impedancia debe expresarse en porciento con respecto a la tensión nominal, referida a 348 K (75 °C) ó 358 K (85 °C), según corresponda.
- 8.1.- Cuando el usuario no especifique los valores de impedancia, los transformadores deben cumplir con los valores dados en la Tabla 42.
- 8.2.- La tolerancia de la impedancia de un transformador de dos devanados y con tensiones de impedancia de 2,5 o mayor, es de un $\pm 7,5\%$ del valor garantizado y cuando el valor de la tensión de impedancia es menor a 2,5%, la tolerancia es de $\pm 10\%$. Además, cuando se fabriquen transformadores de iguales características, la diferencia de impedancia entre ellos no debe exceder de lo siguiente:

TABLA 42. Valores generales de impedancia.

Tensión del sistema kV rcm	Impedancia %		
	Monofásicos 5 kVA a 167 kVA	Trifásicos	
		Tipo poste 15 kVA a 150 kVA	Tipo subestación 225 kVA a 500 kVA
1,2 a 15	1,50 a 3,00	2,00 a 3,00	2,50 a 5,00
25	1,50 a 3,25	2,00 a 3,25	2,75 a 5,50
34,5	1,50 a 3,50	2,00 a 3,50	3,00 a 5,75

Notas:

1.- Los valores de impedancia que aparecen en esta tabla incluyen las tolerancias de impedancia y sus tolerancias

2.- *Estos valores de impedancia también corresponden a los transformadores tipo poste de 225 kVA y 300 kVA.

8.2.1. 7,5% del valor garantizado, para impedancias de 2,5% o mayor y para capacidades mayores de 75 kVA.

8.2.2. 10% del valor garantizado, para impedancias menores de 2,5% en el caso de las capacidades de 75 kVA o menores.

8.3. La tolerancia de la impedancia en un transformador de tres devanados es de $\pm 10\%$ del valor garantizado. Además, la diferencia de las impedancias en transformadores de iguales características, no debe exceder del 10% del valor garantizado.

8.4. La regulación de un transformador se expresa en porcentaje de la tensión nominal del secundario. La regulación se calcula a partir de las tensiones de impedancia y del valor de las pérdidas debidas a la carga.

8.4.1 La regulación no debe exceder a la especificada, en más de 7,5 % para transformadores de dos devanados, o en

10% para transformadores de tres devanados y autotransformadores.

8.4.2. El desplazamiento angular entre las tensiones de alta y baja tensión en transformadores con conexiones delta-delta o estrella-estrella, debe ser de 0° .

8.4.3. El desplazamiento angular entre las tensiones de alta y baja tensión de transformadores con conexiones estrella-delta o delta-estrella, debe ser de 30° , la baja tensión atrasada con respecto a la alta tensión.

8.4.4. La secuencia de fases debe ser en el orden 1, 2, 3 en el sentido a las manecillas del reloj.

9.- Los devanados de un transformador deben distinguirse uno del otro como sigue:

9.1. En los transformadores de dos devanados, el de alta tensión se designa con la letra H y el de baja tensión con la letra X.

9.2. El devanado de tensión más alta se designa con la letra H y los demás con las letras X, Y y Z, en orden decreciente de las tensiones.

9.3.- Las terminales del transformador deben identificarse con una letra mayúscula y un número, Ejemplo H1, H2, H3, X1, X2, X3, etc.

9.4.- Las terminales del neutro en transformadores trifásicos debe marcarse con la letra propia de devanado y el cero, o sea H0, X0, etc. Ver figura 14.

10. El transformador debe estar diseñado para soportar las sobrecargas indicadas en la guía de carga para transformadores de distribución y potencia, sumergidos en aceite, conforme a la Norma Mexicana NMX-J-409.

11.- El líquido aislante debe cumplir con lo siguiente:

- No tóxico.
- Biodegradable
- Contener menos de 2 p.p.m. de bifenilos poli clorados "PCB", por sus siglas en el idioma inglés), lo cual considera como libre de este contaminante.

11.1. Si el líquido aislante es aceite debe cumplir con los requisitos que se indican en la Norma Mexicana NMX-J-123.

11.2.- Para otros líquidos aislantes, deben acordarse entre fabricante y el Gobierno del Distrito Federal las características, métodos de prueba, etc. de los mismos.

12.- Cuando el transformador requiera radiadores, éstos deben ser de un espesor de pared mínimo de 1,59 mm y estar colocados en los segmentos indicados en la Tabla 43, a menos que otra cosa se especifique.

TABLA 43.- Colocación de radiadores.

Transformador	Capacidad	Segmento
Monofásicos	5 kVA a 167 kVA	2 y 4
Monofásicos	250 kVA a 500 kVA	2, 3 y 4
Trifásicos	15 kVA a 75 kVA	2, 3 y 4 (1)
Trifásicos	112,5 kVA a 500 kVA	2, 3 y 4

NOTA.
1.- Los radiadores pueden ser instalados en el segmento 3 de acuerdo con la tabla, siempre y cuando no existan soportes para colgar al poste.

C 12.1. En el caso de boquillas colocadas en la pared del tanque, la entrada superior de líquido a los radiadores, debe encontrarse en un nivel inferior al orificio del tanque que alojan las boquillas. Se excluye esta condición cuando las boquillas se encuentren dentro de ductos o gargantas.

12.2.- Los radiadores tubulares con soldadura interna al cabezal, debe tener una sola soldadura en la parte exterior que elimine las cavidades que puedan acumular agua.

13. Las roscas de tuercas, pernos y tornillos, excepto para conexiones eléctricas, debe corresponder a las del Sistema Métrico Decimal y estar de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-H-26.

13.1.- La tornillería en la parte externa del transformador debe estar recubierta por lo menos, con un proceso electrolítico.

- 13.2.- Todos los pernos, tornillos, tuercas y rondanas, excepto para conexiones eléctricas, en la parte externa del transformador tipo costa, debe ser galvanizado por inmersión en caliente, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-151.
- 13.3.- Todos los tornillos de apriete de las bridas de las boquillas de alta y baja tensión deben presentar una perpendicular con respecto a la tapa y a la pared del tanque, además deben contar con una contratuerca o cualquier medio que impida que se aflojen.
- 14.- Debe suministrarse una válvula para drenaje tipo globo de 25,4 mm de diámetro (con rosca cónica para tubo), con una válvula para muestreo integrada de 6,35 mm (con rosca cónica para tubo), o de 9,5 mm de diámetro (con rosca cónica para tubo).
- 14.1.- Debe constar de un niple de 25,4 mm de diámetro (rosca cónica para tubo), con tapón hembra, localizado en la pared del tanque, arriba del nivel del líquido o en la tapa.
- 14.2.-El accesorio para pruebas de presión debe ser aplicado en todos los transformadores tipo poste y debe constar de un niple de 12,7 mm de diámetro (rosca cónica para tubo), con tapón hembra, colocado en la tapa o en la pared del tanque, arriba del nivel del líquido aislante.
- 14.3. Debe colocarse una válvula de alivio de sobrepresión sobre la pared del tanque, lo más cerca de la cubierta, al lado izquierdo de las boquillas de baja tensión.
- 14.4. La válvula de alivio de sobrepresión debe ser de operación manual y automática, con las siguientes características de alivio y sellado:
- Apertura de la válvula a una presión positiva de 69 kPa \pm 15 kPa.
 - Presión mínima de re cierre 41,1 kPa.
 - Cero fuga de presión entre el valor de re cierre y $-54,2$ kPa.

- El gasto de aire por la válvula debe ser de $1 \text{ m}^3/\text{min} \pm 2\%$, corregido a una presión del aire de 101,43 kPa y a una temperatura del aire de 294 K (21°C).
15. Los transformadores deben estar equipados con boquillas cuya clase de aislamiento no sea menor que la correspondiente a la terminal del devanado, y deben ser de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-234.
- 15.1.- El color de las boquillas en alta y baja tensión puede ser café o gris, no permitiéndose la combinación de colores en un aparato.
- 15.2.- Cada boquilla debe estar identificada externamente con caracteres (letras y números) de 50 mm de alto, pintados de color contrastante al del transformador y ubicados lo más cerca de la boquilla identificada.
- 15.3. Las boquillas de baja tensión deben estar protegidas por medio de un bastidor de solera de acero de 6,35 mm por 38 mm de sección, el cual debe estar soldado al tanque en todo el perímetro de contacto y alineado con respecto a las boquillas.
- 15.4. La distancia entre el bastidor y el conector de las boquillas de baja tensión debe ser de 50 mm como mínimo.
-
16. El fabricante debe fijar una placa de acero inoxidable en donde se indiquen los datos del transformador cuyas dimensiones pueden ser:
- 16.1.- De 100 mm por 130 mm y colocada directamente al tanque, sobre un porta placa.
- 16.2. De 73 mm por 90 mm y colocada en el soporte inferior para colgar tipo A o Tipo A1, en el lado izquierdo.
- 16.1.- En la placa debe indicarse, en idioma Español, como mínimo los datos siguientes. Ver Figura 17:

- Número de serie.
- Tipo “OA”.
- Número de fases.
- Frecuencia de operación.
- Capacidad nominal (kVA).
- Tensiones y corrientes nominales.
- Tensiones de las derivaciones: ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
- Elevación de temperatura K (°C)
- Material utilizado en cada devanado.
- Polaridad (transformadores monofásicos).
- Diagrama vectorial (transformadores polifásicos).
- Diagrama de conexiones.
- Impedancia (%).
- Masa aproximada en kg.)
- Número de patente (a opción del fabricante).
- Nombre del fabricante.
- Instructivo.
- La leyenda que identifique el tipo de transformador (poste, subestación, etc.).
- Identificación y cantidad del líquido aislante en litros.
- Altitud de operación en metros sobre el nivel del mar.
- Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI).
- Fecha (mes y año de fabricación).
- La leyenda que identifique el país de origen (“Hecho en ...”)
- La leyenda que identifique la norma de fabricación.
- La leyenda “Libre de BPC”.



TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

500 KVA	CLASE CA	TIPO N.R.A.E.	
23 000 220 Y /127 VOLTS	IMPEDANCIA EN (N)	A 85 °C	53 %
60 HERTZ	SOBRE-ELEVACIÓN	65 °C	
SERIE 7952 -	SOBRE-ELEVACIÓN	40 °C	
INSTRUCTIVO 7 9 5 2	A 2 300 M.N.M.		

NIVEL BÁSICO DE IMPULSO: A.T. **150** Xv. B.T. **30** Xv.

P - 187

	POS.		VOLTS		AMPS		NOTA
ALTA TENSIÓN	1	4 - 5	<input type="radio"/>	24 000	12.0	NUNCA OPERE EL CAMBIADOR DE DERIVACIONES SIN ANTES VERIFICAR QUE EL TRANSFORMADOR ESTE DESERGIZADO (N) = NOMINAL	
	2	4 - 6	<input checked="" type="radio"/>	23 000	12.6		
	3	3 - 6	<input type="radio"/>	22 000	13.1		
	4	3 - 7	<input type="radio"/>	21 000	13.7		
	5	2 - 7	<input type="radio"/>	20 000	14.4		
	6	2 - 8	<input type="radio"/>	19 000	15.2		
BAJA TENSIÓN			<input type="checkbox"/>	220	131.2		

TRANSFORMADOR 960 Kgs	TANQUE Y ACCS 980 Kgs
LIQUIDO 770 Kgs 889 Lts	PESO TOTAL 2710 Kgs
A PEMEX N : 1	FABRICADO EN 2007 Kgs

EL NIVEL DE ACEITE A 25°C ESTA _____ cm ABAJO DEL PUNTO MAS ALTO DEL REGISTRO DE INSPECCIÓN.
 EL NIVEL DE ACEITE CAMBIA _____ cm POR CADA 10°C DE CAMBIO EN LA TEMPERATURA DEL LIQUIDO.
 EL TANQUE DEL TRANSFORMADOR ESTÁ DISEÑADO PARA SOPORTAR UNA PRESIÓN EXTERNA DE _____ kg/cm2.
 CON ADICION DE VENTILADORES LA CAPACIDAD ES _____ KVA.

TRANSFORMADOR FABRICADO POR :

FIGURA 17. Placa de datos de un transformador

- 16.2.- La localización de la placa de datos se situara en la línea divisoria y cerca del fondo del tanque, o en el soporte inferior para colgar.
- 17.- El dato de la capacidad nominal, debe aparecer estarcido en el tanque del transformador, cerca de las boquillas de baja tensión, con números no menores de 65 mm de altura y pintados en color que contraste con el del transformador, este dato debe ser suficientemente claro y estar separado de otras leyendas.
- 18.- A menos que expresamente se especifiquen conexiones diferentes, el fabricante debe conectar los devanados como se indica a continuación:
- a).- Los devanados de alta tensión con derivaciones; para la tensión nominal.
 - b).- Los devanados de alta tensión en transformadores monofásicos para operación serie-paralelo; para la tensión serie.
 - c). Los devanados de baja tensión de transformadores monofásicos diseñados para operación en serie-paralelo y de tres conductores donde las conexiones son hechas dentro del tanque para la operación de tres conductores.
 - d).- Los devanados de alta tensión en transformadores trifásicos para operación serie-paralelo; para la tensión serie.
 - e). Los devanados de baja tensión en transformadores trifásicos para operación serie- paralelo; para la tensión paralelo.
- 19.- Los niveles de ruido máximo permisible en transformadores debe ser de acuerdo a la Tabla 44.

TABLA. 44.- Valores máximos de nivel de ruido.

Capacidad kVA	Nivel dB
Hasta 300	56
301 a 500	58

q. Pruebas de subestaciones eléctricas.

La inspección, planes de muestreo y nivel de calidad de las subestaciones eléctricas será de común acuerdo entre fabricante y usuario cumpliendo referentemente con los requisitos en la Norma NOM-Z-12.

1. Las características de la subestación eléctrica se deberán determinar mediante las pruebas tipo las que deberán incluir lo siguiente:
 - 1.1. Los límites de elevación de temperatura.
 - 1.2. Las propiedades dieléctricas.
 - 1.3. La resistencia a circuito corto.
 - 1.4. La continuidad de los circuitos de protección.
 - 1.5. La distancia de aislamiento y de fuga.
 - 1.6. La operación mecánica.
 - 1.7. El grado de protección.
2. Las pruebas de rutina, incluyendo el alambrado, deberán incluir las pruebas de operación eléctrica.
 - 2.1. Pruebas dieléctricas.
 - 2.2. Verificación de medidas de protección y de continuidad eléctrica de los circuitos de protección.
3. Las pruebas tipo especificadas en las Normas NMX-J-118, o de rutina, no son requeridas para llevarse a cabo sobre los aditamentos y componentes incorporados, cuando ellos hayan sido seleccionados e instalados de acuerdo a instrucciones del fabricante.
4. En ausencia de información detallada sobre las condiciones de servicio, la sección transversal de los conductores debe ser:
 - 4.1. Para valores de corriente de prueba toda.
 - 4.2. Las conexiones deben ser de cobre con aislamiento de DVC con cables o alambres y de sección transversal.
5. Para valores de corriente de prueba mayores de 400 A que no excedan 1 600A:

5.1. Las conexiones deben ser terminadas con tiras de cobre de acabado mate negro del tamaño mostrado en la Tabla 45.

Tabla 45.- Conexiones para corrientes de prueba mayores de 400 A

Corriente de prueba (A)	Conexión de prueba (2)	
	No.	Dimensiones (3) (mm)
$400 < I \leq 500$	2	30 x 5
$500 < I \leq 650$	2	40 x 5
$650 < I \leq 800$	2	50 x 5
$800 < I \leq 1\ 000$	2	60 x 5
$1\ 000 < I \leq 1\ 250$	2	80 x 5
$1\ 250 < I \leq 1\ 600$	4	50 x 5

Notas:

1. El espacio entre dos barras paralelas de la misma polaridad debe ser aproximadamente 5 mm.
2. Si no es posible conectar las barras indicadas a las terminales de los aparatos bajo prueba, se permite el uso de barras que tengan la misma sección transversal.
3. El uso de cables en lugar de barras es permisible.
Los valores normalizados para cables están bajo estudio.
4. Para valores de corriente de prueba que excedan 1 600 A, la sección transversal de las conexiones para la prueba debe estar a un acuerdo especial entre fabricante y usuario.
6. Para gabinetes de hechos de material aislante debe efectuarse una prueba dieléctrica adicional, aplicando tensión entre una hoja metálica colocada en el exterior del gabinete sobre las aperturas y juntas, y las partes vivas interconectadas y partes conductoras expuestas dentro del gabinete localizadas cerca de las juntas y aperturas. Para esta prueba adicional, la tensión de prueba debe ser igual a 1,5 veces los valores de la Tabla 46.

Tabla 46.- Tensiones de prueba.

Tensión nominal de aislamiento V_a (V).	Tensión de prueba dieléctrica (C.A). (rcm) (V).
$< V_a \leq 60$	1 000
$60 < V_a \leq 300$	2 000
$300 < V_a \leq 660$	2 500
$660 < V_a \leq 800$	3 000
$800 < V_a \leq 1 000$	3 500
$1000 < V_a \leq 1 600$ para CD solamente	3 500

7. Para circuitos auxiliares y de control, los cuales por indicaciones del fabricante no sean adecuados para la conexión al circuito principal, los valores de prueba deben ser los siguientes.

7.1. Donde la tensión nominal de aislamiento V_a no excede 60 V: 1 000 V.

7.2. Donde la tensión nominal de aislamiento V_a excede 60 V: $2 V_a + 1 000$ V, con un mínimo de 1 500 V.

7.3. Ciertos componentes diseñados para una tensión de prueba menor debe ser desconectado.

8. Para aquellas partes que necesitan pruebas tipo, la operación mecánica satisfactoria debe comprobarse después de que esas partes han sido instaladas en la subestación.. El número de ciclos de operaciones debe ser 50. Al mismo tiempo, la operación de los entrelaces mecánicos asociados con estos movimientos debe ser comprobado o verificado. Estas prueba es considerada buena sí las condiciones de operación de aparatos, entrelaces, etc., no ha sido afectada y el esfuerzo requerido para la operación es prácticamente el mismo que el de antes de la prueba.

8.1. El grado de protección debe proporcionarse y debe ser verificado de acuerdo a la Norma NMX-J-235, haciendo donde sea necesario adaptación al tipo particular de la subestación.

9. Debe comprobarse la efectividad de los elementos de acción mecánica, entrelaces, seguros, etc., debe verificarse la colocación apropiada de los conductores y cables así como el montaje adecuado de los dispositivos. Se requiere también de una inspección visual para asegurar que se cumple,

con el grado de protección prescrito respecto a separación de las partes vivas y distancias de fuga.

- 9.1. Debe comprobarse el contacto adecuado de todas las conexiones y especialmente el de las conexiones atornilladas, incluso aplicando pruebas que se improvisen según el caso.

Debe verificarse luego, que estén completas la información y marcas que se especifican en la subestación y que correspondan a las mismas.

Además se debe comprobar que la subestación está fabricada conforme a los diagramas de alambrado y datos técnicos que suministre el fabricante junto con la misma.

El procedimiento para probar la subestación y el número de pruebas deben de que estén o no incluidos entrelaces complicados y/o arreglos para secuencia de control.

En algunos casos puede ser necesario efectuar esta prueba o repetirla, una vez que la subestación está instalada en el lugar donde va a operar.

En tal caso debe llegarse a un acuerdo especial entre fabricante y usuario

- r. Bases de aceptación de subestaciones eléctricas.

La siguiente información deberá ser proporcionada por el fabricante, la información que no sea posible proporcionarla en la placa característica, deberá proveerse por otros medios.

1. Cada subestación deberá estar provista de una o más placas de datos, marcadas de tal forma que sean durables y localizadas de manera tal que estén visibles y legibles al quedar instalada.
2. La información especificada en a) hasta d) deberá estar en la placa de datos, la de e) hasta n) puede ser proporcionada en placa de datos, en información especial, en los diagramas o en el catálogo.

2.1. Nombre y marca.

2.2. Tipo o número de identificación.

2.3. Tipo de corriente.

2.4. Tensión nominal de operación.

- 2.5. Tensión nominal de aislamiento.
- 2.6. Tensión nominal de circuitos auxiliares.
- 2.7. Límite de operación.
- 2.8. Corriente nominal de cada circuito.
- 2.9. Esfuerzo de circuito cortó
- 2.10. Grado de protección.
- 2.11. Medidas de protección personal.
- 2.12. Condiciones de servicio
 - 2.12.1. Interiores.
 - 2.12.2. Exteriores.
 - 2.12.3. Especiales,
- 2.13. Dimensiones,
- 2.14. Peso.
- 3. En la subestación eléctrica deberá ser posible identificar los circuitos individuales y sus dispositivos de protección.
 - 3.1. En sus partes identificables, éstas deberán ser iguales a las indicadas en los diagramas de alambrado proporcionados con la subestación eléctrica.
 - 3.2. La identificación de los conductores de los circuitos principales y auxiliares, es responsabilidad del fabricante y deberá estar de acuerdo a los diagramas de alambrado y dibujo y deberá colocarse al final de los conductores.
- 4. Las instrucciones de operación e indicación de las posiciones de interrupción deberán estar de acuerdo con las especificaciones aplicadas a los aparatos concernientes si tales especificaciones existen.
 - 4.1. Instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento: El fabricante debe especificar en su información o catálogo las condiciones, si las hay, para la instalación, operación y mantenimiento de la subestación, así como del equipo que contiene.

Si son necesarias las instrucciones para el transporte, instalación y operación, deberán indicarse las medidas que son de particular

importancia para la correcta instalación, puesta en servicio y operación.

La información mencionada anteriormente, debe indicar y recomendar los pasos a seguir para dar un mantenimiento óptimo. Si la disposición de equipo y los circuitos no pueden obtenerse del arreglo físico, deberán proporcionarse diagramas de alambrado o tablas.

C.09. Los requisitos de calidad en la consola de control diseñada para unir cables de cobre únicamente se deben observar lo siguiente:

- a. Todas sus conexiones serán atornilladas, incluyendo bujes, contactores, relevadores, interruptores y tablillas terminales.
- b. El par correcto a usarse se muestra a continuación.

Bujes horizontal y vertical	3,18 kg – m
Aislador de bus	0,23 kg – m
Arrancador de tamaño 1	0,29 kg – m
Tamaño 2	0,69 kg – m
Tamaño 3 y 4	1,04 kg – m
Tamaño 5	3,45 kg – m
Contactador T,0,1	0,29 kg – m
Relevador T-1	0,29 kg – m

- c. Los relevadores de sobre carga deben ser ajustados para el disparo en condiciones de operación entre $\pm 15\%$ de los rangos de corriente indicada para cada elemento.
- d. A menos que se especifique lo contrario, en el exterior de las unidades todos los elementos térmicos se seleccionarán para motores abiertos con características de operación de 313 K (40 °C) de elevación de temperatura y basando la selección en corriente de plena carga estimada.
- e. Todas sus partes o accesos deben ser fácilmente removibles, los paneles laterales y puertas de la consola deben ser de placas reforzadas y

soportadas mediante canales. Las placas que lo forman será de lámina calibre 12, con puertas frontales o laterales de acuerdo a diseño. En las puertas frontales embisagradas se podrán montar estaciones de botones, luces indicadoras e instrumentos.

- f.- Todas las características de diseño de las consolas de control, se deben basar en las normas vigentes, nacionales, e internacionales según sea el caso (CONNIE, DEN, ANSI, NEMA, CSA y IEEE), respectivamente.
- g.- Los límites de tensión necesarios para el funcionamiento correcto de circuitos auxiliares y principales se muestran en la siguiente Tabla 47:

TABLA 47. Tensión normalizada para sistemas de C.A. entre 100 y 1 000 V.

Sistema trifásico de cuatro y tres hilos	Sistema monofásico de tres hilos
Tensión nominal V	Tensión nominal V
220/127 440/254	240/120

- h.- La tensión de operación de cualquier circuito no debe exceder temporalmente 110% de la tensión nominal de aislamiento.
- i.- La corriente soportable de un circuito bajo las condiciones de prueba no deberá exceder de un segundo.
 1. Si el tiempo es menor de un segundo, la corriente soportable y el tiempo deberán especificarse, ejemplo: 20 kA a 0,2 seg.
- j.- Únicamente es aceptable un conductor a una terminal, la conexión de uno o más conductores a una terminal solamente se aceptará cuando la terminal sea diseñada para tales fines y los diagramas de los circuitos eléctricos así lo especifiquen.
- k.- Las consolas deberán ser construidas con los materiales capaces de resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como la

humedad que pudiera presentarse en operación. La consola deberá estar protegida contra corrosión mediante su pintura, que deberá ser a dos tonos y todas las partes de acero deben ser limpiadas después de fabricarse y sometidas a un proceso de fosfatado antes de pintarse.

I.- Los conductores aislados entre dos dispositivos de conexión no deben usar juntas o conexiones soldadas, éstas deben ser hechas mediante tablillas terminadas fijas.

1.-Los conductores aislados no deben apoyarse contra partes vivas de potencia opuesto o sobre dobleces agudos.

2.-Las conexiones hechas en aparatos o instrumentos de medición en cubiertas o puertas, deberán instalarse de tal manera que el daño mecánico no pueda ocurrir a los conductores como resultado del movimiento de cubiertas o puertas.

3.-La consola debe cumplir con el mínimo de requisitos establecidos en la Tabla 48 sobre distancias correspondientes a interruptores.

TABLA 48.- Espaciamientos eléctricos mínimos en mm.

Tensión nominal	En las terminales				En otras partes					
	Entre terminales de polaridad opuesta		Entre terminales y partes metálicas conectadas a tierra"		Entre partes vivas sin aislar, de polaridad opuesta		Entre partes vivas sin aislar y cualquier parte metálica conectada a tierra			
	A	A	B	B	C	C	D**	D**	E***	E***
	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	A través* de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie
0-127	13	19	13	13	6	9.	13	13	6	9
128-300	19	32	13	13	6	9	13	13	6	9
301-600	25	51	13	29	9	13	13	25	9	13

Notas:

* Las distancias al gabinete o a los medios de montaje del interruptor, pueden reducirse si se interpone un separador aceptable como aislante no menor de 0,8 mm de espesor para proporcionar el espaciamiento requerido.

** Se aplican estos valores si las deformaciones del gabinete a los medios de montaje reducen los espaciamiento a valores menores que los indicados en la columna E.

*** Se aplican estos valores si las deformaciones del gabinete a los medios de montaje no afectan los espaciamientos.

m. Los límites de elevación de temperatura dados en Tabla 49 no deben exceder durante las pruebas.

TABLA 49. Límites de elevación de temperatura.

Partes de la subestación	Elevación de temperatura (°C)
Aparatos instalados en la subestación	De acuerdo a las especificaciones aplicadas a estos aparatos
Terminales para conductores aislados externos	70(1)
Barras colectoras y conductores de Cu y Al	Limitadas por: Esfuerzos mecánicos del material conductor. Efectos posibles sobre equipo adyacente. Límite de temperatura permisible del material aislante en contacto con el conductor. El efecto de la temperatura de los conductores sobre los aparatos conectados a ellos.
Medios de operación manual: de material de material aislante	15(2) 25
Gabinetes y tapas de acceso externo Superficies metálicas Superficies aislantes	30(3) 40

Notas:

- 1) El límite de 343 K (70 °C) de elevación es un valor basado en la prueba convencional de la consola que sea usado o probado bajo sus propias condiciones de servicio puede tener conexiones en las cuáles el tipo, la naturaleza y disposición de ellas no sean iguales a las que han sido adoptadas para la prueba y resulta probablemente un aumento de temperatura diferente en las terminales, el cual puede aceptarse así.

- 2) Los medios de operación manual dentro de una consola que sean accesibles después de haber abierto éste, por ejemplo: manijas operadas esporádicamente pueden tener elevaciones de temperaturas mayores.
 - 3) A menos que se especifique en otra forma, en los casos de tapas y gabinetes accesibles pero no necesariamente se tocan durante las operaciones normales, es permitido un aumento de 283 K (10 °C) sobre el límite de elevación de temperatura.
- n. Las inspecciones, planes de muestreo y nivel de calidad de las consolas de control, será de común acuerdo entre fabricante y usuario cumpliendo con los requisitos fijados en la Norma Mexicana NMX-Z-12.
1. Las pruebas de rutina, que se efectuarán para detectar fallas en los materiales y en la mano de obra se deberán efectuar en cada consola después de que se ensamble o en cada unidad de transporte, otra prueba de rutina en el lugar de instalación no es recomendable.
 - 1.1. Las consolas de control que sean ensambladas con componentes normalizados de otros fabricantes deben someterse a las pruebas de rutina establecidas por el fabricante que ensambla la consola.
 2. Deberá comprobarse la efectividad de los elementos de acción mecánica, entrelaces, seguros, etc., además la colocación apropiada de los conductores y cables, así como el montaje adecuado de los dispositivos, mediante una inspección visual se verificará que se cumpla con el grado de protección prescrito respecto a la separación de las partes vivas y distancias de fuga.
 3. El grado de protección deberá ser verificado, de acuerdo a la Norma NMX-J-235, refiriéndose donde sea necesario a cada particularidad y tipo de consola.
 4. En la inspección del alambrado y prueba de operación deberá comprobarse el contacto adecuado de todas las conexiones y especialmente las conexiones atornilladas, incluso aplicando pruebas que se improvisen según el caso.
 - 4.1. Debe verificarse que la información y las marcas que se especifican en la placa de datos correspondan a la misma.

- 4.2. Se deberá comprobar que éstas están fabricadas de acuerdo a los diagramas de alambrado y datos técnicos que suministra el fabricante junto con la consola.
- 4.3. El procedimiento para probar la consola y el número de las mismas depende de que ésta no contenga entrelaces complicados y/o arreglos para secuencia de control.
- 4.4. Los valores de la Tabla 50 no deberán excederse en la prueba de elevación de temperatura, para valores de corriente de prueba hasta 400 A.
5. La verificación de las características de las consolas se efectúan mediante pruebas tipo, las que deberán llevarse a cabo en una consola muestra o en tales partes manufacturadas sobre el mismo diseño o uno similar, estas pruebas se podrán llevar a cabo por la iniciativa del fabricante, y podrán ser:
 - 5.1. Las pruebas tipo incluyen la verificación de:
 - 5.1.1. Límites de elevación de temperatura.
 - 5.1.2. Propiedades dieléctricas.
 - 5.1.3. Resistencia a circuito corto.
 - 5.1.4. Continuidad de los circuitos de protección.
 - 5.1.5. Distancia de aislamiento y de fuga.
 - 5.1.6. Operación mecánica.
 - 5.1.7. Grado de protección.
 - 5.2. Para efecto de las pruebas descritas se deberá consultar la NMX-J-118, la que indica el procedimiento, los rangos y tolerancias.

Tabla 50. Límites de elevación de temperatura.

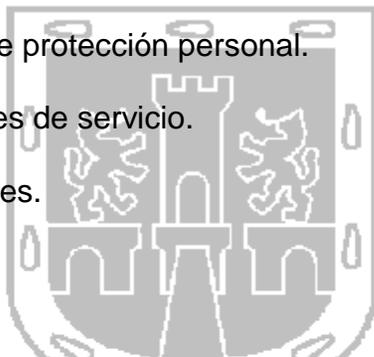
Partes del TEEF	Elevación de temperatura (°C)
Aparatos instalados en el TEEF	De acuerdo a las especificaciones aplicadas a estos aparatos
Terminales para conductores aislados externos	70 (1)
Barras colectoras y conductores de Cu y Al.	Limitadas por: Esfuerzos mecánicos del material conductor. Efectos posibles sobre equipo adyacente. Limite de temperatura permisible del material

	aislante en contacto con el conductor. El efecto de la temperatura de los conductores sobre los aparatos conectados a ellos.
Medios de operación manual. De metal De material aislante.	15 (2) 25
Gabinetes y tapas de acceso externo Superficies metálicas Superficies aislantes.	30 (3) 40

Notas:

1. El límite de 343 K (70 °C) de elevación de temperatura es un valor basado en la prueba convencional de la consola que sea usado o probado bajo sus propias condiciones de servicio puede tener conexiones en las cuales el tipo, la naturaleza y disposición de ellas no sean iguales a las que han sido adoptadas para la prueba y resultar probablemente un aumento de temperatura diferente en las terminales, el cual puede aceptarse así.
 2. Los medios de operación manual dentro de una consola que sean accesibles después de haber abierto esto, por ejemplo: manijas operadas esporádicamente pueden tener elevaciones de temperatura mayores.
 3. A menos que se especifique en otra forma, en los casos de tapas y gabinetes accesibles pero que no necesariamente se tocan durante las operaciones normales, es permitido un aumento de 10°C sobre el límite de elevación de temperatura.
- ñ. Requisitos de aceptación para consolas de control. La siguiente información deberá ser proporcionada por el fabricante, la información que no sea posible proporcional en la placa de características, debe proveerse por otros medios.
1. Cada consola deberá estar provista con una o más placas de datos marcadas de tal forma que sean durables y localizadas de manera tal que estén visibles y legibles al quedar instalada la consola.
 2. La información especificada en 1) hasta 4) deberá figurar en la placa de datos, la de 5) hasta el 14) puede ser proporcionada en la placa de datos, en información especial en su diagrama o en el catálogo.
 1. Nombre o marca del fabricante o empresa.
 2. Designación del tipo o número de identificación.

3. Tipo de corriente.
 4. Tensión nominal de operación.
 - 5.- Tensión nominal de aislamiento.
 - 6.- Tensión nominal de circuitos auxiliares.
 - 7.- Límites de operación.
 - 8.- Corriente nominal de cada circuito.
 - 9.- Esfuerzo de circuito corto.
 - 10.- Grado de protección.
 - 11.- Medidas de protección personal.
 12. Condiciones de servicio.
 13. Dimensiones.
 14. Peso.
3. En las consolas, además deberá ser posible identificar los circuitos individuales y sus dispositivos de protección.
- 3.1. En las partes del equipo identificadas deberán ser iguales a las del diagrama del alambrado, el cual deberá ser suministrado con la consola.
4. El fabricante deberá especificar en su información o catálogos las condiciones, si las hay, para instalación, operación y mantenimiento de la consola, así como el equipo que contiene.
- 4.1. Deberán incluirse instrucciones para el transporte, instalación y operación de la consola, indicando las medidas importantes para la instalación, puesta en servicio y operación.
5. Si la disposición del equipo y los circuitos no pueden obtenerse del arreglo físico, deberán proporcionarse diagramas o tablas.



Ciudad de México

C.10. Los requisitos de calidad de equipos de cómputo serán los siguientes:

- a. El chasis y la cubierta de una unidad de procesamiento electrónico, debe tener la resistencia y rigidez para satisfacer el servicio para el que fue diseñado como a continuación se indica.
1. La cubierta de cada unidad debe ser completa o completarse cuando las unidades se combinen una vez instaladas.
 2. La estabilidad de una unidad debe ser tal que no exista la probabilidad de que la unidad se voltee durante el uso que se presente o el servicio normal.
 3. Las aberturas que están en la parte superior de la cubierta de las unidades de escritorio y en la superficie de la coraza de las unidades de piso que sean de más de 1.2 m de altura, se colocan de esta manera y de tal forma, con el fin de que no entren objetos extraños. Las rejillas que queden directamente sobre las partes vivas no aisladas, no deben exceder de 5 mm en cualquier dirección, a menos que sea probable que no suceda una descarga eléctrica por la entrada a las partes vivas no aisladas. Ver Figura 18.
 4. Cuando las aberturas provengan de la parte superior de la cubierta de la unidad de piso que no tenga más de 1,20 m de altura, éstas podrán colocarse directamente sobre las partes vivas no aisladas pero que no constituyan un riego o exposición a energía eléctrica o altos niveles de corriente, siempre y cuando la construcción cumpla con los requisitos de abertura de ventilación detallados en la Tabla 51.
 5. Las aberturas en los lados de la cubierta debe colocarse de manera que no suceda lo siguiente:
 - 5.1. La entrada de un objeto extraño que pueda aumentar el riesgo de incendio de incendio o peligro de altos niveles de energía eléctrica.
 - 5.2. El contacto de personas con partes internas (véase el subinciso C.10.2). Deberán utilizarse aberturas si estas fueron diseñadas para desviar hacia fuera los objetos externos que caigan. Véase la Figura 12 para ejemplos de rejillas.
 6. El acero, aluminado, vidrio (resistente al calor templado, alambrado o laminado) y otros materiales plásticos, son materiales que se aceptarán para la cubierta general de una unidad.

7. Si el porta-fusibles cuyo fusible provee una protección equivalente a un circuito derivado, es accesible por fuera de las cubiertas de la unidad, y no es del tipo que encierra completamente el fusible, debe proveerse con una parte de acceso y con un medio para mantenerla cerrada.
8. Si la falla de cualquier parte que contenga, conduzca, o de cualquier manera entre en contacto, o un líquido puede resultar en choque eléctrico o daño personal, o exista riesgo de altos niveles de energía o corriente eléctrica, dicha parte debe ser resistente al líquido involucrado bajo cualquier condición de uso.

TABLA 51. Requisitos de aberturas de ventilación.

Espesor mínimo (mm)	Diámetro máximo De orificios (mm)	Espesor máximo de centro a centro de los orificios (mm).
0,66	1,14	1,70
		233 orificios por 645 mm ²
0,66	1,19	2,36
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	2,36
		3,18
		72 orificios por 645 mm ²
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

9. Si un líquido, polvo o cualquier otro material que deba ser rellenado, removido o reemplazado se encuentra presente en una unidad.
 - 9.1. En caso de que el material se derrame no debe entrar en contacto con partes vivas, es decir, todos los elementos y conexiones, deberán tener protección o estar debidamente aislados.
 - 9.2. No debe ocurrir choque eléctrico, altos niveles de energía o corriente eléctrica o riesgo de daño personal, que pueda resultar del llenado, vaciado, almacenamiento, movimiento de la unidad o similar. Los líquidos para rellenado, tales como tintas de impresión no debe estar bajo una presión tal que el líquido se atomice.

Nota : Aquellos líquidos para rellenado que tengan una baja presión, suficiente para provocar la atomización, pueden utilizarse cuando se demuestre que no hay rocío. La integridad del sistema de manejo de líquido debe considerarse.

10. Las partes móviles tales como rotores de motores cadenas, poleas, bandas y engranes, deberán estar encerrados o protegidos con guardas para reducir la probabilidad de daños personales (véase subinciso C.10.3)
11. Con referencia al párrafo anterior, el grado de protección requerido de una guarda depende del uso al que se destine la máquina. Los factores a considerarse cuando se investigue la aceptabilidad de partes móviles expuestas serán:
 - 11.1. El grado de exposición.
 - 11.2. El filo de las partes móviles.
 - 11.3. La probabilidad de contacto inadvertido con las partes móviles.
 - 11.4. La velocidad de movimiento de dichas partes.
 - 11.5. La probabilidad de que los dedos, brazos o la ropa sean jalados hacia las partes móviles (como en el caso de los puntos donde los engranes se tocan, donde las bandas llegan a la polea, o donde las partes móviles se cierran en una acción de tijeras o pellizco).
12. Si en una unidad se emplea un dispositivo de protección del tipo de restablecimiento automático de un motor, no debe acarrear riesgo de

fuego, choque eléctrico, daño al personal, ni riesgos de altos niveles de energía o corriente eléctrica.

- b. Las partes eléctricas de una unidad, deberá localizarse o resguardarse de manera que ninguna persona pueda entrar en contacto inadvertidamente con partes vivas no aisladas que involucren riesgos de choque eléctrico o riesgo derivado de altos niveles de energía o corriente eléctrica. Las tapas aisladas para escobillas no requieren de guardas adicionales.
- c. La abertura en una cubierta, barrera o guarda, será aceptable si el probador no puede tocar cualquier parte viva no aislada que involucre una descarga eléctrica o movimiento de parte que puedan causar daños personales, cuando éste se inserta a través de la abertura o se gire con las secciones móviles rectas o en cualquier posición posible como resultado de que se doble una o más secciones en la misma dirección.
- d. Las partes de hierro o acero deberán, estar protegidas contra la corrosión, mediante esmalte o recubiertas con una capa de zinc (galvanizadas), u otros medios equivalentes, ya que el mal funcionamiento de tales partes desprotegidas puede dar como resultado un riesgo de descarga eléctrica, daños a la persona, o riesgo de exposición a la energía eléctrica o altos niveles de corriente.

Nota : En ciertos casos en los que la oxidación del hierro o acero debida a la exposición del metal al aire y la humedad no se apreciable considerando también como factores el espesor del metal y la temperatura, las superficies de las partes hechas a lámina de acero o hierro colado que estén dentro de la cubierta puedan no requerir protección contra la corrosión, el requisito de protección contra la corrosión no se aplica a los rodamientos, laminaciones o a partes menores de hierro o acero tales como arandelas, tornillos y similares.

- e. Los tipos de cables flexibles más ligeros que son aceptables, para ser instalados en unidades conectadas a través de cables, se indican en la Tabla 52 y estas conexiones pueden ser:
 - 1. Unidades permanentes conectadas. - Una unidad diseñada para conectarse permanentemente a un circuito derivado, puede proveerse para su conexión mediante cualquiera de los métodos de cableado especificados para cada uno de ellos.

Tabla 52. Tipos de cables flexibles más ligeros aceptables para utilizarse con unidades conectadas a través de cable

Tipos de unidad	Tipos de cable j
Montada al piso o estacionaria "a"	SJO, SJT, SJTO ST, STO.
De escritorio, mostrador o montadas en torre "b"	SVT, SVTO, SVO STP-2, SPT-3

Notas:

- a) Un ensamble de cable de computadora aceptable, que tiene todos los conductores de circuito de alimentación del mismo calibre AWG, y encontrándose estos calibres en concordancia con el intervalo de corriente de la unidad de cómputo, es también aceptable para conectarse a un circuito derivado (véase apéndice B).
 - b) En unidades montadas en una torre, deben emplearse los cables flexibles tan cortos como sean posibles.
- 2.- Un elemento hecho de lámina metálica al cual se conecta un sistema de cableado en el campo, debe tener un espesor no menor de 0.81 mm si se trata de lámina de acero sin recubrimiento; no menor de 0.86 mm si es de lámina de acero galvanizado; no menor de 1.11 mm si es de lámina de aluminio y no menor de 1.09 mm si es de lámina de cobre o latón.
 - 3.- La Localización de la caja o compartimiento en el que se realizan las conexiones del circuito derivado a una unidad permanentemente cableada debe ser tal que dichas conexiones puedan ser hechas e inspeccionadas sin que se altere el cableado de la unidad, después que ésta se instaló de acuerdo al diseño.
 - 4.- El compartimiento diseñado para la conexión del cableado de alimentación, debe estar sujeto a la unidad de tal manera que su rotación no pueda ocurrir.
 - 5.- Una unidad permanente conectada puede ser provista con las terminales de cableado en el campo (véase notas, segundo párrafo), para la conexión de los conductores de circuito primario que tenga una capacidad no menor del 125% de corriente de la unidad; o la unidad pueda proveerse con conductores que sean aceptables para tal conexión. Si la unidad esta provista de conductores y uno de ellos es un cable aislado para aterrizaría, el color de tal cable debe ser verde con o sin una o más franjas amarillas, y ningún otro conductor debe ser así.

- 6.- La longitud libre de un conductor dentro de una caja o compartimiento de conexiones debe ser al menos de 152 mm si el conductor está diseñado para conectarse en el campo a un circuito externo.

NOTA: La longitud libre del conductor puede ser menor de 152 mm si es evidente que el uso de un conductor largo pueda presentar un riesgo de incendio, descarga eléctrica, daños al personal o riesgo de exposición a la energía eléctrica o altos niveles de corriente.

La terminal de alambrado de campo, es cualquier terminal a la cual se conecta un cable de alimentación o cualquier otro tipo por un instalador en el lugar destinado para el uso del equipo. A menos que el cable de alimentación se proporcione como parte de la unidad y traiga de fábrica un conector, terminal para conexión soldada, anillo para soldar, terminal de presión o cualquier otro medio para realizar la conexión.

- 7.- La terminal de cableado en el campo no debe rotar.
- 8.- La terminal de cableado en el campo puede estar provista de una terminal para conexión soldada o un conector terminal de presión atornillado o sostenido por un tornillo, excepto que puede emplearse un tornillo sujetador de cable en la terminal de cableado, diseñada para alojar un conductor No. 10 AWG o menor; si se proveen zapatas de conexión, arandelas de copa o equivalentes, para mantener el cable en posición.
- 9.- Las zapatas de conexión o las arandelas de copa deben ser capaces de sujetar un conductor de alimentación del tamaño indicado en e.5 debajo de la cabeza del tornillo o la arandela.
- 10.-El tornillo sujetador de cable no debe ser menor que el No. 10 excepto que un tornillo de maquina No. 8 pueda utilizarse en una terminal diseñada solamente para conectar un cable No. 14 AWG, y un tornillo No.6 puede utilizarse para la conexión de un cable No.16 o 18 AWG.
- 11.-El cable No. 14 AWG es el conductor más pequeño que puede utilizarse en el cableado de circuitos derivados, por lo tanto, es el tamaño de conductor más pequeño que puede esperarse es una terminal para conexión de un circuito derivado.
- 12.-La unidad que ha sido diseñada para su conexión permanentemente a un circuito de alimentación que incluye un circuito con conector a tierra y que emplea un porta lámpara del tipo roscado, interruptor de un solo polo o un control automático de un solo polo, puede tener una terminal o conector identificado para la conexión del conductor a tierra del

circuito de alimentación; la terminal o conector identificado, debe ser aquella que esté eléctricamente conectada a la cuerda del porta lámpara y a la cual no se conectan otros interruptores de un polo o dispositivos de protección de sobrecorriente distintos a los controles automáticos que no tengan una marca de posición de desconectado.

- 13.-La terminación de cableado en el campo diseñada para la conexión del conductor a tierra (neutro), puede identificarse por medio de un recubrimiento de metal que sea de color blanco y pueda distinguirse fácilmente de las otras terminales o la identificación de la terminal para la conexión del conductor a tierra puede mostrarse de alguna otra manera, tal como en un diagrama de conexión que se anexe.

Si se proveen conductores en lugar de terminales, tales conductores deber ser de color blanco o gris natural y fácilmente distinguibles de los otros conductores.

14. La parte roscada de la cubierta de un porta fusible tipo enchufe y el contacto del extractor de porta fusibles deben estar conectados a la carga.

- f. Las unidades conectadas por medio de cables y clavijas serán como sigue:

- 1.- El cable de alimentación puede estar sujeto permanentemente a la unidad o puede ser también un cable de alimentación removible con un medio de conexión aceptable a los contactos tipo macho que estén fijos en la unidad.

- 2.- Un solo cable de alimentación debe ser provisto para conectar la unidad al circuito primario de alimentación a menos que alguna de las siguientes condiciones se cumpla:

- 2.1. A menos que se necesario, más de una tensión o clase de potencia (por ejemplo, tres fases, una fase, corriente alterna y continua, regulada o no) o;

- 2.2. Que la función de la unidad éste diseñada para ampliarse o reducirse en fecha posterior.

- 2.3. Que sean necesarias fuentes de poder redundantes.

3. Si se provee más de un cable de alimentación en una unidad, su diseño debe ser tal, que la desconexión física de cualquier cable de

alimentación, automáticamente desenergice todos los circuitos dentro de la unidad alimentada por otros cables.

Nota: En el caso de una terminal de tira de cables que permanezcan conectados, cualquier interruptor de corriente, y otras partes de la unidad en el lado de la línea de un dispositivo interruptor pueden permanecer energizados, si el personal de servicio al desarrollar las actividades en lugares que no involucran esas partes, éstas se encuentran protegidas por una cubierta y otros medios que prevengan el contacto no intencionado con ellas.

La desenergización automática puede omitirse si la unidad es provista con el arcado.

- 4.- El cable de alimentación debe ser de un tipo aceptable para su aplicación particular. Debe ser aceptable para su utilización a una tensión que no sea menor que la tensión nominal de la unidad, y su capacidad de manejo de corriente no debe ser menor que la corriente nominal de la unidad.
5. La longitud del cable de alimentación medida desde la superficie exterior de la cubierta de la unidad al plano de la cara de la clavija de la línea, no exceda de 4,6 m.
6. Para equipo provisto con una clavija polarizada, uno de los conductores del circuito en el cable flexible debe identificarse para conectarse a la terminal del conductor de tierra, si la unidad se especifica a 127 V o menor, o a 127/220 V o menos (tres cables) y contiene un porta fusible, un interruptor de un polo o un dispositivo de protección a sobrecorriente que no sea un control automático sin un marcado de la posición de apagado.

El circuito conductor que debe identificarse es el que se conecta a un interruptor o dispositivo protector de sobrecorriente (sobrecarga), del tipo de un polo (que no sea un control automático sin marca de posición de apagado).

La clavija suministrada con un cable de alimentación para una unidad de procesamiento de datos debe ser de tipo aceptable para su utilización, debe tener una especificación de corriente no menor que el 125% de la corriente nominal de la unidad y debe tener una especificación de tensión no menor que la especificada para la unidad.

Si la unidad tiene la capacidad de adaptarse a dos o más tensiones diferentes mediante una alteración de sus conexiones internas, el

conector previsto en la unidad debe ser de un tipo aceptable para la tensión y la corriente especificada al embarcarse de fábrica como puede observarse en la Tabla 53 siguiente:

Tabla 53. Calibres de conductores

Sección transversal del alambre en mm ²	2,08 (14AWG)	1,308 (16AWG)	0,823 (18AWG)
Corriente de prueba c.a. o c.c. en amperes	17	13	10
Resistencia en miliohms valores máximos	2	2,50	3

Nota: Aquel producto que se equipa con un selector de tensión ajustable por el operador y un cable de alimentación removible, que pueda conectarse a una tensión diferente a la utilizada por el cable de alimentación, debe indicar las instrucciones necesarias para que el operador selecciona la tensión existente y así como la forma de conectarlo a una tensión diferente, que no cause un riesgo de exposición a energía eléctrica con altos niveles de corriente.

- g. Se deberá colocar liberador de esfuerzos en el cable de alimentación para que se cumplan las siguientes condiciones:
1. Que la tensión mecánica en el cable de alimentación no pueda transmitirse a las terminales, empalmes o cableado interior.
 2. Los sujetadores de cualquier material (ya sean de metal o de cualquier otro tipo) serán aceptados para sujetar cables sin aislamiento de tela barnizada, o su equivalente, a menos que el tubo aislante o su equivalente sea necesario para proteger el cable de cualquier daño.
 3. Se deben proveer cualquier tipo de medios para que el cable no pueda introducirse dentro de la unidad a través del agujero de entrada al cable, si tal desplazamiento:
 - 3.1. Expone el cable a algún daño o a la exposición de una temperatura mayor de la especificada para el cable, o.
 - 3.2. Reduce los espaciamientos para un sujetador liberador de esfuerzos metálicos por debajo de los valores mínimos aceptados.

- h. Se debe proveer una superficie suave y bien redondeada contra la cual el cable pueda apoyarse (pasa cables), en cada abertura en metal u otro material para proteger el cable contra daños.
- i. El cableado interno deberá protegerse y asegurarse para evitar daños a circuitos o a usuarios como a continuación se indica:
 - 1. El cableado y conexiones entre partes de una unidad debe protegerse y cubrirse para que un daño al aislamiento no pueda ocurrir para cables de alimentación y cables de interconexión.
 - 2. El cableado interno debe asegurarse de tal manera que las conexiones eléctricas no sean sometidas a tensión o daño mecánico.
 - 3. Si el servicio por parte del operador involucra que se tengan que mover ensambles (tales como cabezas lectoras, o los que tengan conexiones de cableado a otras partes de la unidad), cualquier cableado (excepto un cable flexible aceptable) que involucre un riesgo de descarga eléctrica y pueda manejarse durante dicho servicio debe cumplir por lo menos uno de los requisitos siguientes:
 - 3.1. El cableado debe tener un aislamiento suplementario consistente de dos espesores de cinta aceptable para su aplicación.
 - 3.2. El cableado debe tener un aislamiento suplementario consistente en una longitud de tubo de aislamiento aceptable.
 - 3.3. La construcción de una unidad debe ser tal que los circuitos no sean energizados durante las operaciones de servicio.
 - 4. Si el servicio realizado por el operador involucra remover o reemplazar objetos tales como los contenedores que colectan las piezas pequeñas que son removidas cuando son perforados agujeros en una tarjeta o cinta de papel, todo el cableado que involucre un riesgo de descarga eléctrica o riesgo de exposición a descargas eléctricas o altos niveles de corriente deben localizarse y asegurarse para que no sea posible el contacto entre el objeto y el cableado.
 - 5. Los cables deben colocarse lejos de orillas filosas, cuerdas o de tornillos, rebabas, aletas, partes móviles y lo que pueda llegar a roer o desgastar los cables.
 - 6. Un agujero a través del cual los cables aislados pasen por una pared de metal dentro de la cubierta de una unidad debe proveerse

con un pasa cables suave y redondeado, además de que deben estar redondeadas las superficies contra las que deba apoyarse el cable.

7. Se pueden emplear pasa cables de plástico suave, neopreno o cloruro de polivinilo o cualquier otro material de calidad adecuada, sobre un conductor o conductores aislados (incluyendo cables flexibles), en el punto en el cual el conductor o conductores entran al chasis de un motor o a la cubierta de un capacitor que es físicamente seguido de un motor si:

- 7.1. El pasa cables no es menor que 2 mm de espesor, o.

- 7.2. El pasa cables se encuentra localizado donde no puede exponerse a aceite, grasa, vapor de aceite u otras sustancias que puedan tener efectos deteriorantes en el compuesto empleado.

8. La seguridad en los empalmes y conexiones deberá considerar lo siguiente:

- 8.1. Todos los empalmes y conexiones deben ser mecánicamente seguros antes de que sean soldados, si el rompimiento o aflojamiento de la conexión puede resultar en un riesgo de fuego, descarga eléctrica, daño personal o una exposición de energía eléctrica con altos niveles de corriente. Se debe considerar la vibración u otros cuando se verifique la aceptabilidad de las conexiones eléctricas. Los dispositivos para empalmes mecánicos deben ser del tipo que sean más aceptables para su funcionamiento.

- 8.2. Se debe de proveer cualquier empalme con aislamiento adecuado si no puede mantenerse la separación del espacio requerido entre el empalme y otras partes metálicas.

La cinta y el tubo termoplástico no son aceptables sobre filos cortantes.

- 8.3. Cuando el cableado interno trenzado sea conectado al borde, la construcción debe ser tal que los hilos sueltos del cable no puedan conectar otras partes vivas no aisladas que no sean siempre de la misma polaridad del cable y del contactor de partes mecánicas inertes.

Esto puede lograrse mediante el uso de conectores a presión, terminales para soldar, ojillos remachados, y soldando todos los hilos del cable juntos, o cualquier medio aceptable.

9. Los cables de interconexión (cuando sea aplicable) deberán colocarse sujetándose a los siguientes requisitos:
 - 9.1. Los ensambles y cables flexibles utilizados para la interconexión externa entre secciones de una unidad o entre unidades de un sistema deben ser de un tipo aceptable para el servicio (uso) y deben proveerse con pasa cables y liberadores de esfuerzo de acuerdo con los subincisos g y h de éste inciso.
 - 9.2. Cuando inserte un conector macho con un tipo hembra que no sea el indicado para recibirlo, el desalineamiento del conector hembra y macho, y otras manipulaciones de partes que son accesibles al operador no deben resultar en una descarga eléctrica, daño personal, exposición de energía eléctrica o altos niveles de corriente.
 - 9.3. Si cualquier terminal de un cable de interconexión finaliza en un conector en el cual hay uno o más contactos expuestos, no debe existir riesgo de descarga eléctrica, exposición de energía eléctrica o altos niveles de corriente entre la terminal de tierra y cualquier contacto que esté expuesto en conectores o receptáculos mientras el conector se encuentra fuera de su receptáculo.
 - 9.4. La inclusión de un circuito de seguridad en el cable para desenergizar los contactos expuestos cuando una terminal del cable se desconecta, se verifica de acuerdo con el subpárrafo 9.2 y se determina por medio del procedimiento indicado en el subpárrafo 9.2 de este subinciso C.10.h.
 - 9.5. Mientras las unidades interconectadas se encuentran operando según lo propuesto, los conectores de cable indicados en el subpárrafo 9.3 deberán desconectarse de sus receptores, uno a la vez. Las tensiones de circuito abierto tendrán que medirse entre cada uno de los contactos expuestos y las partes metálicas a tierra. Se debe conectar un resistor de 1,500 ohm entre cada uno de los contactos expuestos y las partes metálicas a tierra, y la corriente a través del resistor en cada posición, no debe ser mayor a 5 ohm.
10. Cuando se realice una interconexión de unidades, deberá observarse lo siguiente:
 - 10.1. A menos que se cuente con ensambles de cables aceptables, cada unidad en un sistema electrónico de procesamiento de

datos debe proveerse con terminales para cableado en campo (véase desde C.10.e.5 hasta e.14) para facilitar la interconexión por medio de un cableado permanentemente instalado.

- 10.2. Las unidades de un sistema electrónico de procesamiento de datos que tengan por objeto combinarse en instalaciones de campo para formar cubiertas totalmente unificadas (construcciones modulares) pueden construirse si proporcionan gabinetes completos o equivalentes que faciliten el enrutado de los cables interconectores u otro cableado de una unidad de sistema a otro.

Tales construcciones deben proporcionar cubiertas completas para todo el cableado.

- 10.3. Si las interconexiones de las unidades de un sistema involucran circuitos clase 2; éstos pueden ser terminados en cualquier tipo de conexión de cableado de campo diferentes a los especificados en el subpárrafo 10.1 (tales como conexiones enrolladas, o a presión), siempre que se conserven aparte de los demás circuitos

En relación a la conexión de los circuitos secundarios deberá observarse lo siguiente:

1. Los circuitos secundarios pueden conectarse al chasis de la unidad.
2. Si el chasis se utiliza como parte conductora de la corriente de un circuito secundario, las bisagras u otras partes móviles no podrán considerarse como medios confiables para la conducción de corrientes.
3. Todos los circuitos de seguridad se verifican bajo los requisitos para circuitos primarios, todos los otros circuitos secundarios, deben analizarse bajo los requisitos de esta norma, incluyendo receptores de conexión impresos así como sus conectores, deben analizarse.

Las tarjetas de circuitos impresos y el cable aislado utilizado en esos circuitos deben ser de los tipos aprobados para su aplicación.

4. No se deben canalizar circuitos de alimentación a partir de un transformador de clase 2 con una tensión senoidal de 30 V rcm o menor.

5. No es necesario probar los circuitos alimentados por un fabricante único consistente en un transformador de aislamiento, o una fuente de alimentación que incluya un transformador de aislamiento, si el potencial en circuito abierto o la salida sin carga de la fuente de alimentación no es mayor de 42,4 V (cresta).

Con referencia al límite de tensión especificada, la medición debe realizarse con el aparato, fuente de poder o el primario del transformador conectado a la tensión especificada en C.10.m y con toda la carga de los circuitos desconectada del transformador o fuente de alimentación bajo prueba. Las mediciones pueden realizarse en las terminales de salida del transformador o de la fuente de alimentación.

Si un transformador con varias derivaciones es utilizado para alimentar un rectificador de onda completa, la medición de la tensión puede realizarse de cualquier terminal del devanado a la derivación.

- k. El material aislante de partes vivas que integran a los equipos de cómputo deberá cubrir los siguientes requisitos:
 1. Las partes vivas no aisladas deben montarse sobre porcelana compuesto fenólico o cualquier otro material que sea aceptable para éste uso en particular.
 2. La fibra vulcanizada ordinaria puede utilizarse para hacer ojillos, arandelas, separadores y barreras, pero no como el único soporte para partes vivas no aisladas ya que si una contracción térmica, fuga de corriente, o distorsión puede ocasionar una lesión personal, descarga eléctrica con altos niveles de corriente.
 3. Las partes moldeadas deben tener una adecuada resistencia mecánica para soportar el esfuerzo del servicio normal.
- l. Las partes vivas conductoras de corriente eléctrica deberán cubrir las siguientes características:
 1. Las partes que conducen corriente pueden ser de plata, cobre, una aleación a base de cobre acero inoxidable, aluminio u otro material que sea aceptable para su uso.

NOTA: El acero con recubrimiento de material conductivo, puede utilizarse para partes de circuito secundario y para algunas partes de circuito primario (por ejemplo, terminales de un capacitor donde un sello de metal-vidrio será necesario para terminales o

contactos roscados de dispositivos semiconductores). El acero pavonado o el acero con una resistencia a la corrosión equivalente, es aceptable para brazos de contactos energizados en interceptores de navaja mecánica o magnéticamente operados y dentro de un motor y su gobernador (las terminales del motor están incluida), pero no otra parte.

2. EL chasis o la cubierta de la unidad no debe ser parte viva conductora.

NOTA: Los circuitos secundarios pueden conectarse al chasis de la unidad.

3. Las partes vivas no aisladas deben asegurarse a la base o a la superficie de montaje de tal manera que no se puedan rotar, o desplazarse de su posición, siempre y cuando, tal movimiento pueda llegar a causar una reducción de espacio por debajo de los valores mínimos aceptables, lo anterior se verifica mediante la prueba de rigidez dieléctrica.
4. La fricción entre superficies no deberá aceptarse como un medio de mantener la posición de las partes vivas sino con una arandela de seguridad.

m. La protección para sobrecorriente (sobrecarga), ya sea para circuitos primarios o para circuitos secundarios externos, en su diseño deberá considerar lo siguiente:

1. Todo el cableado, incluyendo las barras de distribución y cables de interconexión, que se utilicen en la distribución de energía eléctrica entre el primario y dentro de las unidades de un sistema de procesamiento de datos electrónicos, así como todos los transformadores y dispositivos de carga conectados al circuito primario deberán protegerse contra el daño del aislante resultante de cualquier condición de sobrecarga o cortocircuito que pueda ocurrir durante la operación del equipo.
2. La protección referida en el párrafo anterior puede obtenerse mediante dispositivos de sobrecorriente (sobrecarga) con capacidad adecuada que se incluye como partes integrales del equipo de procesamiento de datos o si se clasifica de acuerdo con el subpárrafo en donde la protección indicada se asocia con el circuito derivado al cual está conectado el equipo.
3. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente que se proporcionan con el equipo de procesamiento de datos y que son de los tipos aceptados para protección de circuitos derivados por

ejemplo, interruptores de circuito, fusibles de cartucho clase G, H, K, o fusible de enchufe o clavija tipo S o Edison deben considerarse, aceptables para cumplir los requisitos del sub inciso C.10.m.2. Otros tipos de dispositivos de protección de sobrecorriente tienen que probarse para determinar si se aceptan para su uso.

4. Un dispositivo de sobrecorriente (sobrecarga) en serie con el cableado de conexión no puede en ningún caso exceder los límites siguientes:

- 4.1. Cuando se manejen únicamente como cargas de motor con un máximo del 300% de la corriente a plena carga del motor observados durante la máxima operación normal de la unidad o sistema.

- 4.2. Para cargas resistivas y para la combinación de cargas resistivas y reactivas (cargas electrónicas), con o sin cargas de motor, a un máximo de 250% de la corriente a plena carga del circuito bajo consideración.

Notas: Con referencia a lo anterior, un dispositivo protector de 20 A puede utilizarse con un cable cuya sección transversal no sea menor que 1,31 mm del área de sección transversal (No. 16 AWG).

Así mismo un dispositivo de protección de 60 A puede utilizarse con un cable que no sea menor que 0,823 mm del área de sección transversal (No. 18 AWG) si el cable no tiene más de 1,22 m de largo.

CIU Los dispositivos de sobrecarga que cumplan con la Tabla 54, deben aplicarse a un conductor.

Que no sea más largo de 7,6 m, si éste se encuentra por completo dentro de la cubierta de una unidad o se encuentra totalmente cubierto y protegido en un ducto de alambres, ensamblado entre dos o más unidades.

Cuando ésta termina en su carga final en uno o más dispositivos de protección de sobrecorriente, y

Cuando éste tenga una capacidad de manejo de corriente que corresponda a una temperatura de 333 K (60 °C), que no sea menor a la suma de las capacidades de los dispositivos protectores de sobrecorriente alimentados por este conducto.

5. Los dispositivos de protección térmica o de sobrecorriente deben ser de un tipo que sea aceptable para su uso particular.

6. Los dispositivos que proporcionan protección de sobrecorriente (sobrecarga) deben ser de un tipo tal que sean aceptables para ser utilizados cuando sean alimentados directamente por el circuito derivado, al cual el equipo pueda conectarse debidamente a menos que una protección adicional sea proporcionada en la unidad.
7. Los dispositivos de protección (sobrecarga) de corriente deben conectarse entre el conductor de alimentación y la carga.
8. Si una unidad incluye más de un circuito de alimentación de energía eléctrica, cada circuito debe tener una protección contra sobrecorriente como una parte de la unidad.
9. Todos los cables internos que tengan la función de interconectar circuitos secundarios externos así como todos los alambrados del circuito secundario dentro de la unidad deben protegerse contra quemaduras y daños al aislamiento, que puedan resultar de cualquier condición de sobrecorriente o cortocircuito, que pueda ocurrir durante la operación normal del equipo.

NOTA: Los circuitos descritos desde el párrafo C.10.J.4 hasta el C.10.J.6 se encuentran exentos de este requisito.

10. Los conectores que se proporcionan con protección de sobrecorriente se consideran que cumplen con lo indicado.
11. Los circuitos secundarios derivados de las fuentes de poder y otras fuentes pueden ser:
 - 11.1. Inherentemente limitadas, o
 - 11.2. Incluir dispositivos sensores cuya operación pueda proporcionar una protección contra el quemado así.
12. La protección de sobrecorriente proporcionada por el circuito primario del transformador puede considerarse como una protección aceptable para el circuito individual de salida, si el dispositivo de protección se opera para proteger el circuito bajo cualquier condición de sobrecarga incluyendo la condición de corto circuito.

Tabla 54. Dispositivo de protección máxima aceptable.

Tipo de conductor	Conductor dentro de la unidad		Intervalo máximo de sobrecorriente aceptable para dispositivos de protección.
	Cobre.	Aluminio.	
Alambres	14 AWG	12 AWG	50 A
	12 AWG	-----	60 A
	-----	10 AWG	80 A
	10 AWG	8 AWG	90 A
	8 AWG	6 AWG	175 A
	4 AWG	3 AWG	200 A
Barras de conexión salida.	Cobre		Suficientemente bajo para limitar la densidad de corriente en la barra a 4,65 A/mm ² de la sección de área transversal de la barra
	Conductor eléctrico (CE) clase de aluminio conductividad es 61% de IACS)		Suficientemente bajo para limitar la densidad de corriente en la barra a 3,10 A/mm ² de la sección de área transversal en la barra
	Conductor eléctrico (CE) clase de aluminio (conductividad es 55% de IACS)		suficientemente bajo para limitar la densidad de corriente en la barra a 2,75 A/mm ² de la sección de área transversal en la barra.

Nota: IACS significa International Annealing Koper Standard.

- n. El aterrizado de las partes vivas, cubiertas o aisladas, deberá realizarse considerando lo siguiente:
1. Todo equipo electrónico de procesamiento de datos debe proveerse de conexión a tierra para todas las partes metálicas inertes expuestas que puedan llegar a energizarse.
 2. Todas las partes metálicas inertes expuestas que pueden energizarse y todas las partes metálicas inertes dentro de la cubierta que sean susceptibles de hacer contacto por el operador o personal de servicio y que puedan llegar a energizarse por una condición de falla única de un circuito, que involucre un riesgo de descarga eléctrica, se interconectan a la terminal de tierra y a los medios aterrizados.

Nota : Las partes metálicas inertes internas que puedan ser tocadas sólo por el personal de servicio y que puedan llegar a energizar un circuito; y que involucran una descarga eléctrica con un potencial de corriente interna mayor de 30 V rcm (42.4 B cresta) o un potencial de corriente continua mayor de 60 V, con referencia a tierra o a otras partes accesibles, no necesitan conectarse a medios de conexión a tierra, y deben marcarse como el descrito en el inciso s y se localizan en ésta parte o adyacente a ella.

3. Si dos o más unidades están electrónica o mecánicamente conectadas a otra, cada unidad del sistema que tenga un cable debe tener un cable con terminal a tierra. Si las unidades están interconectadas electrónicamente por circuitos primarios, éstos deben hacerlo a través de un conductor o conductores con capacidad de corriente adecuada incluidos en un cable de interconexión aceptable.
4. Un tornillo de contacto de alambre dedicado para la conexión de un conductor de equipo de tierra debe tener una cabeza pintada de verde que sea de forma hexagonal, con una hendidura o ambas. Un conector de presión" dé alambre dedicado para la conexión de tal producto, deberá estar plenamente identificado como tal, marcándose con cualquiera de las siguientes leyendas:

Tierra G GR GND o el símbolo:

- Con una marca en el diagrama de alambrado provisto por la unidad.

El tornillo de contacto de alambre o el conector de presión de alambre debe localizarse de tal manera que no sea posible removerse durante el servicio de la unidad.

5. En una unidad que se conecte con cable de alimentación, la provisión de un cable flexible de conexión múltiple que tenga un conductor a tierra conectado a la cubierta o al chasis de la unidad, se aceptará como medio para la conexión a tierra.

6. La impedancia total de los capacitores y otros componentes electrónicos conectados a uno o más lados de la línea al chasis o a la cubierta de la unidad debe ser lo suficientemente grande para limitar el flujo de la corriente de fuga de más de 5 mA, medida a través de un resistor de 1500 ohm en serie con el conductor de tierra.

NOTA: Cuando se presentara el caso de que cualquier unidad del sistema estuviera construida de tal forma que una corriente del circuito de tierra que exceda de 5 ohm, medida a través de un resistor de 1500 ohms funcionando bajo cualquier condición de operación, entonces deben tomarse las provisiones siguientes:

Se deberán conectar juntas y a tierra todas las partes metálicas del chasis de todas las unidades del sistema.

Además, el marcado y las instrucciones de instalación deben cumplir con los requisitos indicados en los párrafos s y r.

7. El conductor de tierra en el cable de alimentación deberá ser verde con o sin una o más franjas amarillas. El conductor a tierra debe asegurarse al chasis o a la cubierta de la unidad por medio de un tornillo que no sea susceptible de removerse. La soldadura sola no debe utilizarse como único medio para asegurar al conductor de tierra.

El conductor de tierra debe conectarse a la terminal de tierra o a un miembro de contacto fijo o equivalente de un receptáculo aceptable.

- ñ. Dentro de los requisitos de calidad de los equipos de cómputo deberá tomarse en cuenta lo relacionado con la protección del personal de servicio, considerando:

1. Protección hacia las partes no aisladas:

- 1.1. Que involucren un riesgo de descarga eléctrica o altos niveles de corriente que operan a potenciales de corriente alterna mayores de 30 V o potenciales de corriente continua mayores de 60 V.

- 1.2. Que el personal de servicio deba entrar por encima, abajo, a través de éstas o alrededor para efectuar cualquier servicio deben ser accesibles abriendo o removiendo la cubierta, puerta panel u otra forma de cubierta sobre o dentro de la unidad; deben proveerse guardas sobre las partes vivas para minimizar la posibilidad de que las personas toquen en forma no intencional las partes vivas (véase o.2 y o.3).

2. Si las partes que deben estar en movimiento durante las operaciones de servicio presentan la posibilidad de pellizcar, rasgar, cortar o causar algún otro daño personal mientras se abre o se remueve la cubierta, puerta, panel u otra forma de cubierta en la unidad para el propósito de dar acceso al personal de servicio al interior de la unidad (véase C.10.a.10) deben agregarse guardas en las partes que se muevan para evitar que las personas las toquen en forma intencional (véase o.3).

3. Si las guardas mencionadas C.10.C deben removerse durante el servicio de las partes mencionadas en o.2 que están diseñadas para cubrir, éstas se deben construir y disponer para que pueda removerse y colocarse con un mínimo de esfuerzo.

4. Los componentes internos especialmente aquellos que implican cambios o ajustes frecuentes, deben aislarse de las áreas de suministro y conexión de corriente y otros lugares en que las partes puedan estar vivas durante la operación de servicio.
- o. Bajo todas las condiciones de servicio y uso para el que fue diseñado después de la instalación, una unidad completamente ensamblada no debe volverse físicamente inestable a un grado tal que pueda lesionar a los operadores o al personal de servicio.
 1. La estabilidad de una unidad debe ser tal que la unidad no se llegue a volcar durante el uso para el que fue diseñada o durante el servicio ordinario, como se describe en C.10.a.2.
 2. La unidad no debe volcarse cuando se incline a 10° de su posición normal de diseño, mientras que todas las puertas, cubiertas, entradas, escritorios y lo similar, estén en su lugar y cerrados.
 - p. Los aparatos que operan con potenciales superiores a 16 kV (cresta) en uno o más de sus circuitos pueden ser fuentes peligrosas de radiaciones ionizantes y deben diseñarse y fabricarse de tal manera que la máxima dosis emitida no supere el valor encontrado como aceptable por parte de la I.C.R.P. (Comisión Internacional para la Protección Radiológica) y demás:
 1. Los monitores que operen bajo las condiciones antes enunciadas deben diseñarse y fabricarse de forma tal, que la radiación ionizante emitida no supere el valor de 36 pA/kg (0,5 mR/h), a 5 cm de distancia de cualquier punto de su envolvente exterior incluyendo el cinescopio.
 2. El cumplimiento a lo indicado, debe comprobarse mediante la medición de la cantidad de radiación emitida por el aparato de acuerdo con el siguiente método de medición.
 - 2.1. La cantidad de radiación se determina mediante un monitor del tipo de cámara de ionización, con un área efectiva de 10 cm² colocado a una distancia de 5 cm de cualquier punto de su envolvente exterior incluyendo el cinescopio.

Todos los controles accesibles desde el exterior a mano o por medio de un desarmador o de cualquier otra herramienta incluyendo los ajustes internos o potenciómetros de pre ajuste que no hayan sido asegurados de una forma definitiva por parte del fabricante son desajustados de forma tal que el aparato genere la máxima cantidad de radiación, pero manteniendo durante una hora, una imagen útil de acuerdo a las siguientes condiciones:

- 2.2.1. La pantalla debe mantener una Luminancia de por lo menos 50 cd/m, variando los controles de brillantes y contraste.
- 2.2.2. La resolución tanto horizontal como vertical obtenida con patrón de prueba en el centro de la pantalla debe ser por lo menos de 1,5 MHz. No debe haberse más que una descarga de arco de cada 5 minutos de funcionamiento.

q. Construcción de equipos y accesorios.

1. El equipo y accesorios para la conversión de unidades deben construirse en tal forma que pueda añadirse a la unidad de un sistema electrónica de procesamiento de datos sin presentar riesgo de fuego, descargas eléctricas, daño personal o riesgo por altos niveles de corriente eléctrica.
2. La instalación de equipo accesorio por un operador debe restringirse a un arreglo que pueda mecánicamente acoplarse, efectuarse por medio de herramientas sencillas y eléctricamente por medio de conexiones acoplables a receptáculos disponibles en la unidad básica o como parte del cableado instalado.
3. La instalación de equipo accesorio a unidades de conversión por personal de servicio calificado debe ser tal que:
 - 3.1. La posición mecánica pueda acoplarse por medio de una herramienta más común normalmente disponible en una instalación electrónica de procesamiento de datos o por medio de herramientas especiales proporcionadas por el fabricante responsable del producto como una parte del juego de instalaciones.
 - 3.2. Las conexiones eléctricas puedan ser rápidamente giradas para su uso, hasta donde sea posible, utilizando las terminales y conexiones existentes en una unidad electrónica de procesamiento de datos.
4. Los requisitos de calidad enunciados en esta Norma no son impedimento para la adición, remoción o una reinstalación de conductores aislados, acoplables para una modificación necesaria en el cableado de la unidad, si para lograr el cambio deseado en necesario que:
 - 4.1. Puede efectuarse para el uso de materiales y siguiendo las instrucciones ambas deben proporcionarse, tanto como parte de juegos de accesorios y/o para la unidad de conversión.
 - 4.2. No se requiere el uso de partes sustituibles no utilizadas en la construcción básica del sistema electrónico de procesamiento de datos.

Todo cableado provisto como una parte en el mismo equipo accesorio o en una unidad de conversión, relacionada a su instalación deba aceptarse para su uso a la tensión y a la temperatura más alta que puedan encontrarse en el área para el cual el cableado sea instalado.

r. Marcado.

1. A excepción de lo indicado específicamente todo el marcado requerido en esta norma debe ser permanente. Tinta impresa y notas estarcidas, etiquetas de calcomanías y etiquetas de presión son varios de los tipos de marcado que son aceptables.
2. Salvo que el marcado requerido se coloque sobre una superficie exterior de la unidad y permanentemente fijas. Este debe encontrarse en una parte interior de la cubierta donde las siguientes condiciones se cumplan:
 - 2.1. Cuando herramientas especiales no sean necesarias para tener acceso a éstas notas. Un seguro que requiera el uso de monedas se considera aceptable.
 - 2.2. El área sobre la cual debe colocarse la marca no debe ser fácilmente removida, desplazada o extraviada.
3. En cada unidad de un sistema de procesamiento de datos debe marcarse donde éste sea visible claro y legible. El marcado debe incluir:
 - 3.1. Nombre del fabricante.
 - 3.2. Nombre comercial.
 - 3.3. Marca registrada u otras marcas descriptivas por medio de las cuales la organización responsable del producto pueda identificarse.
 - 3.4. Marcado distintivo o identificación equivalente
 - 3.5. La tensión, frecuencia y las corrientes nominales de entrada a excepción de lo indicado en m.
4. El símbolo puede utilizarse en lugar de la palabra "fase", como el mostrado a continuación:
5. La corriente nominal marcada sobre la unidad debe incluir las entradas combinadas de todas las unidades del sistema que

puedan alimentarse a través de esa unidad y que además pueden operarse simultáneamente.

6. Si una unidad no se encuentra provista de un medio para conectarse directamente al circuito derivado no es necesario que se marquen con sus características eléctricas de alimentación.
7. El equipo con tensión múltiple de entrada para su conexión permanente al suministro del circuito derivado de alimentación debe marcarse de tal manera que indique la tensión particular para la cual se configuró cuando se embarcó de la fábrica.

La modificación puede ser en la forma de etiqueta de papel o cualquier otro material no permanente.

Las unidades con cable de conexión deben proporcionarse con las instrucciones que indiquen el tipo de conector que debe utilizarse para la conexión a la tensión alterna de acuerdo con lo indicado en los incisos f.1 a 1.6.

8. Si un fabricante produce o ensambla el mismo equipo en más de una fábrica. Cada unidad terminada debe tener un marcado distintivo el cual puede ser en código por medio del cual puede identificarse como el producto de una fábrica en particular.
9. Cada cable de interconexión (con terminales) suministrado como parte de una unidad debe marcarse con el nombre, marca registrada o nombre del registro de la organización que es responsable del equipo de procesamiento de datos así como el número de identificación de la organización o designación equivalente para el cable.

C La marca debe aplicarse en un extremo del cable tan cerca de la conexión o conexiones como sea práctico. (Una marca continua se considera aceptable).

10. Si el diseño del equipo es tal que cuando se reemplazan lámparas o fusibles o al activar los restablecedores del circuito se expone al usuario a un contacto no intencional con partes vivas normalmente cubiertas (véanse los sub incisos C.10.b y C.10.c), el equipo debe marcarse para indicar claramente que tal servicio se ejecuta solamente mientras el equipo se encuentre eléctricamente desconectado del circuito derivado de alimentación.
11. Cada receptáculo que se accesible al operador debe tener marcadas sus características eléctricas; tales como la tensión en volts, frecuencia en Hertz y corriente en amperes.

El marcado debe encontrarse sobre o cerca del receptáculo.

12. Si uno o más receptáculos en una unidad son accesibles al operador desde el exterior de la unidad (considerándose accesibles al operador los receptáculos dentro de la unidad si son visibles a través de una puerta, cubierta u otra área cerrada que el operador deba abrir para activar un interruptor o ejecutar cualquier otra función), la capacidad de corriente marcada sobre la fuente de energía de la unidad que alimenta a los circuitos del receptáculo debe incluir, como parte del total de entrada, la suma de las capacidades de corriente de los dos mayores receptáculos provistos en la unidad.
13. Un diagrama de instalación del cableado, instrucciones o ambas deben acompañar a una unidad si los detalles del cableado al circuito derivado de alimentación, así como los detalles de conexiones al aire acondicionado, alarma para extinción de fuego u otro equipo si no es necesario, cuando no se encuentran obviamente marcados en la unidad.
14. Debe existir un marcado legible duradero para cada fusible utilizado en la unidad, los que tengan como finalidad cumplir los requisitos de ésta norma.

El marcado debe indicar el valor en amperes (y el valor de la tensión si es mayor de 127 V) del fusible de reemplazo, y debe colocarse de tal forma que sea obvio a cuál fusible o porta fusible se aplica lo indicado en ella.

Además, la siguiente nota debe proporcionarse (una sola nota es aceptable para un grupo de fusibles) donde sea claramente visibles a las personas que reemplacen los fusibles:

ADVERTENCIA: “Para protección continua contra fuego reemplace solamente con el mismo tipo y capacidad del fusible”

15. Si los cables es una caja terminal o compartimiento de una unidad que debe conectarse a una fuente de poder en donde puede alcanzarse una temperatura mayor a 333 K (60 °C) durante la prueba a temperatura normal, la unidad debe marcarse con la siguiente leyenda.

“Para conexiones de alimentación utilice cables apropiados para soportar por lo menos °C”.

Puede utilizarse una leyenda equivalente cercana al punto en donde se encuentran las conexiones de alimentación. El marcado debe encontrarse en una posición, la cual sea visible durante y después de la instalación de la unidad, la temperatura marcada en la nota debe ser de acuerdo a lo indicado en la segunda columna de la Tabla 55 mostrada a continuación.

Tabla 55. Marcado de temperatura.

Temperatura alcanzada en la caja de terminales o en el compartimiento K (°C)	Marcado de temperatura K (°C)
334 hasta 348 (61 hasta 75)	348 (75)
349 hasta 363 (76 hasta 90)	363 (90)

16. Si un conductor de tierra separado es necesario como parte de la instalación del cableado para una unidad o sistema.

Una nota debe incluirse sobre la unidad para indicar este hecho. El marcado debe hacer referencia a las instrucciones de instalación, a excepción de que dichas instrucciones sean anexadas a la unidad.

17. El marcado siguiente o su equivalente debe proveerse sobre o adyacente a partes des energizadas metálicas no aterrizadas indicadas en n.2.

“ADVERTENCIA: (Identifique la parte o partes no conectadas a tierra física) pueden presentar riesgo de descarga eléctrica. Verificar antes de tocar”.

La nota debe ser visible tanto que cada parte o grupo de partes sean absolutamente identificadas.

18. El marcado que se indica como excepción de f.3. en el segundo párrafo de nota, se considera aceptable en lugar de una des energización automática debe ser legible y durable.

El marcado debe proporcionarse:

- a) Al principal dispositivo de desconexión para cada circuito primario de la fuente de alimentación.
- b) Sobre o adyacente a cada puerta o panel que permita el acceso a partes vivas que involucren un riesgo de descarga eléctrica.

“ADVERTENCIA: Esta unidad tiene más de un cable de alimentación de energía. Para reducir el riesgo de descarga eléctrica desconecte (número de cables de alimentación) antes de proporcionar servicio”.

- s. Marcado de equipos y accesorios.

1. Cada equipo accesorio y cada unidad de conversión debe marcarse con:
 - 1.1. Nombre del fabricante.
 - 1.2. Nombre, marca comercial o cualquier marcado descriptivo por medio del cual la organización responsable para el producto sea fácilmente identificada.
 - 1.3. Número de catálogo distintivo o su identificación equivalente.
2. Si el equipo accesorio o la unidad de conversión se alimenta de un circuito derivado o fuente separada del circuito de derivación, ésta debe marcarse con las características de entrada de acuerdo con lo indicado desde los párrafos C.10.s.1 a C.10.s.16.
3. Equipo accesorio diseñado para instalarse por el usuario, debe marcarse, indicando la unidad para la cual fue diseñada y debe incluir las instrucciones en el equipo, para que el equipo accesorio puede mostrarse apropiadamente e interconectarse con la unidad básica.
4. Equipo accesorio y sus unidades de conversión que sean diseñadas para ser instaladas por personal calificado debe incluir instrucciones en el empaque o ser empaquetados con él.
5. La leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.
- t. Las pruebas que se deberán considerar para determinar la calidad del equipo procesador de datos serán los siguientes:
 1. Funcionamiento:
 - 1.1. El equipo de cómputo con una capacidad dual de frecuencia, deberá probarse a 60 Hz.
 2. Alimentación.
 - 2.1. La corriente de entrada a una unidad o sistema de procesamiento de datos no deberá ser de más del 110% del valor especificado cuando el equipo se opera bajo condiciones de carga máxima, mientras se encuentra conectado a un circuito de suministro de tensión y frecuencia como se indica en 16.2.
 - 2.2. La operación de carga máxima especificada debe considerarse como la operación de una unidad o sistema bajo un programa que se aproxime lo más cerca posible a las condiciones más

severas de uso. Usualmente un programa que prueba todas las funciones del sistema es suficiente.

3. Temperatura.

3.1. Una unidad de sistema, cuando se prueba bajo condiciones de carga máxima, no debe alcanzar en cualquier punto una temperatura mayor a la establecida en la Tabla 56.

3.2. Para la prueba de temperatura, la tensión de prueba del circuito debe ser de 127 V+ 10%, ó 220 V+ 10% u otra tensión nominal especificada, a la frecuencia nominal de 60 Hz.

En una unidad o sistema que funciona en más de un intervalo de tensiones y que contiene un transformador con diferentes derivaciones u otros medios para adaptarse a diferentes fuentes de tensión de alimentación, debe probarse en la combinación más desfavorable de la tensión y ajuste interno excepto aquellas que pueden probarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante si se cumplen las tres condiciones siguientes:

3.2.1. Una etiqueta clara que se encuentre adherida al cable o compartimiento de alimentación, que prevenga al usuario de ajustes internos que deban realizarse cuando el equipo sea instalado o movido.

3.2.2. Instrucciones claras y detalladas que muestren los ajustes que deban realizarse para las diversas tensiones. Estas deben encontrarse adheridas en forma permanente al equipo.

Estas instrucciones pueden encontrarse en la parte interna o externa de la unidad donde sea visible, o en el punto en el que vayan a realizarse los ajustes para las diferentes tensiones de alimentación.

3.2.3. Los medios provistos para el ajuste de las diferentes tensiones deben cumplir con los requisitos para el alambrado de terminales desde E.5 hasta E.14.

4. Con respecto a las pruebas que de acuerdo a las instrucciones indicadas en 16.4 hasta 16.6 deben continuar hasta que se obtenga una temperatura constante.

Debe considerarse el equilibrio térmico, cuando tres lecturas sucesivas al final de tres intervalos de tiempo iguales no indican

cambios en la temperatura; la duración de cada intervalo debe ser lo que resulte mayor de los indicados a continuación:

4.1. Cinco minutos.

4.2. 10% del total del tiempo de prueba transcurrido previo al inicio del primer intervalo.

Todos los valores de la Tabla 58 están basados en una temperatura ambiente de 298 K (25 °C), pero las pruebas pueden realizarse dentro del intervalo de 283 a 313 K (10 a 40 °C). Sin embargo, si la operación automática de un control térmico durante la prueba limita la temperatura bajo observación, la prueba se acepta si la temperatura que se mide no es mayor de 298 K (25 °C) al aumento máximo especificado se considera aceptable.

5. Es una práctica común emplear un termopar de hierro consatan (tipo J) 30 AWG, así como un instrumento del tipo potenciómetro, dicho equipo debe utilizarse cuando sea necesario establecer las mediciones de temperatura de referencia por un medidor del termopar.
6. Los termopares e instrumentos relacionados deben ser precisos de acuerdo a la buena práctica del laboratorio.

El alambre del termopar debe satisfacer los requisitos para termopares especiales según se establece en su norma particular.

TABLA 56.- Incrementos máximos de temperatura aceptables (sobre la temperatura ambiente).

Materiales componentes	Temperatura °C		
	Metal	Vidrio o porcelana	Plástico o similar.
Partes externas de un equipo etc., que se tocan por periodos cortos solamente.	45	55	70
Manijas, controles, perillas etc., que se tocan continuamente durante la operación del equipo.	30	40	50

7. Debe garantizarse que el empalme del termopar mantenga un buen contacto térmico con la superficie del material cuya temperatura se está midiendo. En la mayor parte de los casos, si se utiliza cinta de aislar, cinta de poli tetra fluoretileno que soporta hasta 523 K (250 °C) o pegamento

para colocar el termopar en su lugar, se obtiene contacto térmico aceptable.

8. Tratamiento de humedad. - El tratamiento de humedad debe realizarse en una cámara de humedad que se encuentre a la temperatura de $30 + 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de 91% al 95% durante un periodo de 48 h. La temperatura del aire en todos los lugares de la cámara, en la cual se coloca la muestra debe mantenerse con una tolerancia de 274 K (1°C) de tal forma que no ocurra condensación sobre el equipo a probar. Durante el tratamiento de humedad, los componentes o sub ensamblés no deben encontrarse a su sistema de alimentación eléctrica.

Antes del tratamiento de humedad, el equipo bajo prueba debe someterse a un pre acondicionamiento a una temperatura de 280 K (7°C) y $(t+4)^{\circ}\text{C}$, durante un periodo de 48 horas.

t = Temperatura de prueba

Posteriormente, deben realizarse pruebas indicadas en el inciso D.

9. Rigidez dieléctrica.

- 9.1. Una cantidad o sistema electrónico de procesamiento de datos debe ser capaz de resistir por un periodo de un minuto sin falla, la aplicación de un potencial esencialmente senoidal, en un intervalo de frecuencia de 40 a 70 Hz, en circuitos primarios.

- 9.1.1. Sucesivamente aplicada entre cada tipo diferente de circuito primario y tierra (partes metálicas inertes) con todos los otros circuitos primarios conectados a tierra.

- 9.1.2. Aplicando entre cualquier parte viva o que conduzca corriente del circuito primario de un transformador de poder del tipo aislado y cada circuito secundario de dicho transformador.

- 9.1.3. Aplicado entre terminales de polaridad opuesta en capacitores que estén conectados en la línea, o de la línea a tierra (véase 5.6).

- 9.2. El potencial de prueba:

- 9.2.1. Debe ser de 1,000 V para una unidad o sistema especificada a 250 V o menos.

- 9.2.2. Puede ser de 1,000 V más dos veces la tensión marcada en una unidad o sistema, si es mayor de 250 V.

- 9.3. Si el circuito tiene un autotransformador, debe aplicarse un potencial esencialmente senoidal de 1,000 V más dos veces la tensión especificada a una frecuencia en el intervalo de 40 a 70 Hz, a todo el cableado que involucre más de 250 V.
- 9.4. El primario del autotransformador debe desconectarse y el potencial de prueba debe aplicarse directamente al cableado que involucre los potenciales más altos.
- 9.5. El potencial de prueba indicado en e.2 puede obtenerse de cualquier fuente conveniente que tenga una capacidad no menor de 500 VA. La capacidad puede ser menor si el medidor se localiza a la salida del circuito para mantener el potencial indicado en e.2, excepto en el caso de falla.

La tensión de la fuente debe ajustarse de manera continua.

- 9.6. Si la corriente de carga a través de un capacitor o un filtro tipo capacitor conectado en la línea o de la línea a tierra, es suficientemente grande para imposibilitar que se mantenga el potencial de prueba de corriente alterna requerido, los capacitores y filtros tipo capacitor pueden probarse como se describe en d.7.
- 9.7. Los capacitores y los filtros tipo capacitor indicados en d.6 se someten a una prueba con un potencial de corriente continua de 1414 V para equipos marcados a 220 V o menor a 1414 V más 2,828 veces la tensión especificada en el equipo para equipos con tensión nominal mayor de 220 V.

El potencial de corriente continua debe mantenerse por un minuto sin falla.

10. Esfuerzo mecánico.

- 10.1. La cubierta externa de una unidad, si es metálica, debe soportar una fuerza de 111 N durante un minuto bajo las siguientes condiciones:
 - 10.1.1. Si una distorsión transitoria que provoque contactos con partes vivas.
 - 10.1.2. Sin que se generen aberturas que expongan partes vivas no aisladas que puedan involucrar un riesgo de descarga eléctrica por altos niveles de corriente.

La fuerza debe aplicarse por medio de una semiesfera de 12.7 mm de diámetro, cualquier abertura que ocurra durante la aplicación de la fuerza debe investigarse bajo los requisitos indicados desde verificar hasta corregir.

10.2. La cubierta externa de una unidad debe soportar un impacto de 6.J, siempre y cuando:

10.2.1. Sin distorsión transitoria que provoque contactos con partes vivas.

10.2.2. Sin que se generen aberturas que expongan partes vivas no aisladas que involucren un riesgo de descarga eléctrica o un riesgo por altos niveles de corriente de energía eléctrica.

El impacto debe aplicarse por medio de una esfera sólida pulida de acero de 50,8 mm de diámetro y que tenga aproximadamente una masa de 0,535 kg. La esfera debe caer libremente del estado de reposo desde una distancia vertical de 1,29 m.

Cualquier abertura resultante del impacto debe analizarse bajo los requisitos señalados desde C.10.1.3 hasta C.10.1.5.

Nota: El impacto debe aplicarse siempre y cuando la seguridad de usuario puede verse afectada.

11. Producción en línea. Prueba de tensión y rigidez dieléctrica.

11.1. Cada unidad debe soportar sin que presente ruptura eléctrica una prueba de rutina en la línea de producción, que consiste en la aplicación de una tensión de corriente continua o de corriente alterna a una frecuencia comprendida en el intervalo de 40 a 70 Hz., entre un cableado primario incluyendo componentes conectados, y las partes metálicas accesibles des energizadas, pero en las que pueda existir la probabilidad de que se energicen.

11.2. La prueba de producción debe ser con el tiempo de prueba y la tensión de corriente alterna o corriente continua de acuerdo con cualquiera de las condiciones especificadas en la Tabla 57.

11.3. La tensión de prueba debe gradualmente incrementarse al valor requerido, pero el valor máximo debe aplicarse por un segundo ó por un minuto según se requiera.

- 11.4. La prueba puede realizarse a temperatura ambiente o a la temperatura de operación o a cualquier temperatura intermedia para la prueba.
- 11.5. La prueba debe realizarse cuando la unidad se modifique o sea desensamblada para la prueba.
- 11.5.1. Las partes como son las cubiertas de presión o perillas de fricción, cuyo ajuste puede interferir con la ejecución de la prueba, no es necesario que se encuentren colocadas.
- 11.5.2. Las pruebas pueden ejecutarse antes del ensamble final si la unidad es representativa de una muestra ya terminada. Cualquier componente no incluye en la misma no debe afectar los resultados con relación a posibles descargas eléctricas debidas a un cableado erróneo, componentes defectuosos, espacios inaceptables y similares.

TABLA 57. Condiciones de prueba en producción.

Tensión nominal de la unidad (V)	Tensión de prueba.					
	Condición A			Condición B		
	(V)	Tiempo		(V)	Tiempo	
	(c.a).	(c.).	segundos	(c.a).	(c.).	segundos
250 ó menor	1 000	1 400	60	1 200	1 700	1
Mayor a 250	1 000 + 2 U	1 400 + 2,8 U	60	1 200 + 2,4 U	1 700 + 2,4 U	1

Nota: U^a = Tensión máxima indicada en el equipo.

- 11.6. Los componentes en estado sólido que pueden dañarse por efectos de la prueba (tensión cresta inducida, calentamiento excesivo y similares) pueden conectarse en cortocircuito por medio de un puente eléctrico temporal o la prueba puede efectuarse sin conectar eléctricamente los componentes siempre y cuando que el cableado y los espaciamientos entre terminales se mantengan.
- 11.7. El equipo de prueba debe tener un medidor que señale la tensión de prueba, un indicador audible o visual de ruptura dieléctrica y para estaciones automatizadas o de operación deben presentar un dispositivo manual para el restablecimiento del equipo después de

una ruptura dieléctrica o una característica de rechazo automático para cualquier unidad inaceptable.

Cuando una prueba de tensión de corriente alterna se aplique, el equipo de prueba debe incluir un transformador que tenga una salida esencialmente senoidal.

11.8. Cuando la salida nominal del equipo de prueba sea menor que 500 VA, el equipo debe incluir un voltímetro en el circuito de salida para que indique directamente la tensión de prueba aplicada.

11.9. Cuando la salida nominal del equipo es de 500 VA o mayor la tensión de prueba puede indicarse por medio de:

11.9.1. Un voltímetro en el circuito primario o en un circuito devanado terciario.

11.9.2. Un interruptor selector marcado para indicar la tensión de prueba.

Nota : En el caso de que el equipo tenga sólo una tensión de prueba de salida debe indicarse en una área visible la tensión de prueba. Si no es por un voltímetro indicador el equipo de prueba debe incluirse un medio visual de señalización tal como una lámpara indicadora para señalar que la tensión de prueba se encuentra presente en la salida del equipo de medición.

11.10. Otros equipos de prueba diferentes a los descritos desde 11.7 hasta 11.9 pueden utilizarse si cumplen con lo deseado por el control de fabricación.

11.11. Para realizar la prueba, un número suficiente de dispositivos de control deben operarse para hacer aplicaciones conjuntas o separadas de la prueba de potencial hasta que todas las partes del circuito primario sean probadas.

12. Producción en línea. Prueba de continuidad a tierra.

12.1. Toda unidad que tenga un cable de alimentación con un conductor a tierra debe probarse como una prueba de rutina en la producción de línea, para determinar la continuidad a tierra entre una terminal de tierra de la clavija u partes metálicas aisladas accesibles de la unidad que tenga probabilidad de energizarse.

12.2. Únicamente es necesario realizar una prueba si la parte metálica accesible seleccionada se encuentra conductivamente conectada a las demás partes metálicas accesibles.

12.3. Cualquier dispositivo indicador (ya sea un óhmetro, combinación de las baterías y zumbador o cualquier otro dispositivo similar) pueden utilizarse para determinar el cumplimiento con los requisitos de continuidad a tierra.

13. La prueba de funcionamiento de equipos y accesorios será como sigue:

13.1. Cada parte del equipo accesorio y cada unidad de conversión deberá instalarse en la unidad para la cual fue diseñado por medio de las instrucciones indicadas por el proveedor.

13.2. Se debe poner particular atención en la colocación del montaje mecánico para los tipos de receptáculos proporcionados como equipo accesorio para ser instalados por el usuario con la finalidad de determinar que el equipo puede colocarse apropiadamente, y que las conexiones acoplables no puedan intercambiarse de una manera que presenten un riesgo de fuego, descarga eléctrica, daño personal, o riesgo de exposición a la energía eléctrica con altos niveles de corriente.

13.3. Con el equipo accesorio o la unidad de conversión instalada y en operación, la unidad básica del sistema electrónico de procesamiento de datos debe someterse a las pruebas indicadas en ésta norma, los que sean necesarios para determinar que la seguridad de la unidad no se altera en cualquier forma de funcionamiento inaceptable.

u Para la aceptación del equipo de cómputo por parte del Gobierno del Distrito Federal, deberán cumplirse estrictamente las pruebas señaladas en la presente norma.

C.11. Los requisitos de calidad de los equipos de medición especifican que todos los materiales aislantes usados en su construcción, no deberán ser higroscópicos.

a. Las partes susceptibles a la corrosión, bajo condiciones normales de trabajo, deberán estar protegidos contra la acción atmosférica y cuando existan acabados protectores, éstos no se deben deteriorar durante su manipulación normal, ni sufrir deterioro por exposición a la atmósfera, en condiciones normales de servicio.

- b. Los materiales empleados, incluso pinturas y otros acabados superficiales deben ser resistentes, indeformables e indelebles a temperaturas hasta 363 °K (90 °C).
- c. Además, deben resistir la acción de agentes químicos y las técnicas normales usadas en los procesos de limpieza.
- d. Los wattímetros tipos A y S deben cumplir con los requisitos de las pruebas de intemperismo y rocío salino.
- e. Los wattímetros deberán ajustarse en lo que a dimensiones se refiere a las figuras mostradas en la Norma NMX-J-39 (2, 3, 4 y 5).
- f. Referencias a sus características eléctricas:
 - 1. La corriente básica debe ser 10 A ó 15 A.
 - 2. La corriente máxima debe ser 40 A para wattímetros cuya corriente básica sea 10 A y 100 A para wattímetros cuya corriente básica sea 15 A.
 - 3. La corriente mínima debe ser 0,5A para Wattómetros de 10 A y 0,75 para wattímetros cuya corriente básica sea 15 A.
 - 4. La tensión nominal debe ser 120 V.
 - 5. La frecuencia nominal debe ser 60 Hz.
- g. Las pérdidas internas del circuito de tensión no deben exceder de 2 V y 8 VA, con tensión y frecuencia nominales y temperatura ambiente de 296 K \pm 5 K (23 °C \pm 5 °C).
 - 7.1. Las pérdidas internas del circuito de corriente no deben exceder de 2.5 VA con corriente básica y frecuencia nominal y temperatura ambiente de 296 K \pm 5 K (23 °C \pm 5 °C).
- h. El disco del wattímetro no debe completar una revolución cuando éste no lleve carga y se aplique una tensión de 132V a frecuencia nominal y temperatura ambiente de 296 K \pm 5 K (23 °C \pm 5 °C).
 - 1. El disco deberá girar cuando se aplique la corriente indicada:
 - 1.1.80 mA para wattímetros cuya corriente básica sea 10 A.
 - 150 mA para wattímetros cuya corriente básica sea 15 A.
- i. Bajo condiciones de uso normal, los devanados y aislamientos no deben alcanzar temperaturas que efectúen su operación.
 - 1. Esta no debe exceder 750 K (477 °C) en devanados y 320 K (47 °C) en superficies externas cuando la temperatura ambiente no sea mayor a 313 K (40 °C).

- j. Los wattímetros deben soportar diez veces la aplicación de una tensión de impulso de 5kV, de la misma polaridad cuya forma de onda de 1,5/50 microsegundos, sin que ocurran flameos, descargas disruptivas o perforaciones.
- k. Los aislamientos deben soportar durante un minuto la aplicación de una tensión senoidal de 2 kV eficaces, a frecuencia nominal sin producir descargas disruptivas.
- l. Las pruebas en las que implícitamente se determina el porcentaje de error, se deben realizar tomando como base las condiciones de referencia siguiente:

- 1. Temperatura ambiente $296\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$)
- 2. Posición de operación vertical $\pm 5^\circ$
- 3. Tensión $120\text{ V} \pm 1,2\text{ V}$
- 4. Frecuencia $60\text{ Hz} \pm 0,3\text{ Hz}$
- 5. Factor de distribución en forma de onda senoidal de tensión y corriente. No mayor de 3%
- 6. Factor de potencia Unitario
- 7. Inducción magnética de origen externo, de una frecuencia de 60 Hz no debe causar una variación en el error mayor de $\pm 3\%$

Estos errores no deben ser mayores que los límites especificados en las Tablas siguientes (58, 59, 60 y 61)

TABLA 58. Funcionamiento bajo carga.

Corriente A	Factor de potencia	Límites de error %
0,05 lb	1,0	$\pm 2,5$
De 0,1 lb a I máx.	1,0	$\pm 2,0$
0,1 lb	0,5 Atrasado	$\pm 2,5$
De 0,2 lb a I máx.	0,5 Atrasado	$\pm 2,0$

TABLA 59. Influencia de la variación de tensión.

Tensión V	Corriente A	Factor de potencia	Límites de variación del error %
108	0,1 Ib	1,0	1,5
132	0,1 Ib	1,0	1,5
108	0,5 de I máx.	0,5 Atrasado	1,5
132	0,5 de I máx.	0,5 Atrasado	1,5

TABLA 60.- Influencia de la variación de frecuencia.

Frecuencia Hz	Corriente A	Factor de potencia	Límites de variación del error %
57	0,1 Ib	1,0	1,5
63	0,1 Ib	1,0	1,5
57	0,5 de I máx.	1,0	1,3
63	0,5 de I máx.	1,0	1,3
57	0,5 de I máx.	0,5 Atrasado	1,5
63	0,5 de I máx.	0,5 Atrasado	1,5

TABLA 61.- Influencia de la variación de corriente.

Corriente A	Límites de variación del error %
0,05 Ib	3,0
Ib	0,5
I máx.	0,5

NOTA: Ib= corriente básica.

- m. La influencia del rozamiento de registrados, sobre el funcionamiento de los wattímetros, no debe producir una variación del error mayor de 1% para los registradores de tambores hasta un máximo de 2%, siendo N el

número de tambores girados simultáneamente. La prueba se debe realizar con 1 o 1,5 A para wattímetros cuyo lb sea 10 A ó 15 A, respectivamente, bajo condiciones de referencia.

- n. La variación del error de cualquier lector (tomadas en 10 intervalos sucesivos de cuando menos 24 horas, cuando los wattímetros se encuentren funcionando continuamente durante un periodo de 366 horas), con respecto a las condiciones de referencia, no debe ser mayor de 1%, cuando la prueba se realiza con 1A y factor de potencia unitaria.
- ñ. Los wattímetros deben tener dispositivos de ajuste para carga baja, carga nominal y carga inductiva. Estos dispositivos deben ser accesibles, de fácil operación, de accionamiento independiente, no deben sufrir alteraciones con el transcurso del tiempo o por los golpes o vibraciones a que están sometidos los wattímetros en su manejo y servicio normales.
 - 1. No son necesarios los dispositivos de ajuste para carga inductiva en los wattímetros que tengan compensación permanente para este fin. Los márgenes de ajuste no deben ser menores de:
 - ± 3% con 1 A, FP 1.0 (carga baja)
 - i 2% con 10 A, FP 1.0 (carga nominal)
 - ± 1% con 10 A, FP 0.5 atrasado (carga inductiva)
- o. La base debe ser de construcción rígida y no debe tener tornillos, remaches o dispositivos de fijación de las partes internas del Wattímetro, que se puedan retirar sin violar los dispositivos de sellado o precintado.
 - 1. La base de los wattímetros tipo A, debe tener en su cara posterior una oreja con dos taladros para fijar el Wattímetro dentro de la caja protectora, para instalarlo en servicio (las dimensiones de los taladros se indican en la Norma de Referencia NOM-J-39-SCFI).
 - 2. La base de los wattímetros tipo S debe cumplir con lo indicado en la norma de referencia, la disipación de calor interno del Wattímetro debe hacerse a través de ventanas provistas de filtros adecuados que eviten la entrada de elementos extraños. Debe contar además con apartarrayos, así como una oreja móvil para colgar el Wattímetro a efectos de prueba. Una vez instalado el wathtímetro en sus condiciones

de servicio, no podrán ser alteradas sus conexiones ni su montaje a menos que los sellos sean violados.

- p. La caja del Wattímetro debe ser a prueba de polvo. Debe estar diseñada de tal manera que una vez colocados los sellos, las partes internas del Wattímetro sean accesibles solamente violando estos.
- q. Las terminales deben colocarse en un bloque, que tenga propiedades aislantes y resistencia mecánica tal que cumpla con los requerimientos estipulados en esta norma.
1. Los orificios en el material aislante, los cuales forman una prolongación de los orificios de las terminales, deben ser del tamaño adecuado para alojar también el aislamiento de los conductores.
 2. Debe ser posible desconectar fácilmente las terminales de tensión de las terminales de corriente de entrada.
 3. La manera de fijar los conductores a las terminales debe ser tal que asegure un contacto firme y durable para que no haya riesgo de que se aflojen o que provoquen calentamiento indebido.
 4. Los tornillos de conexión que transmiten la fuerza de contacto y tornillos de sujeción, los cuáles están sujetos a la acción de aflojar y apretar varias veces durante la vida del Wattímetro, deben atornillarse dentro de una tuerca de metal.
 5. Las conexiones eléctricas deben ser diseñadas de tal manera que la presión de contacto no sea transmitida a través del material aislante.
 6. La distancia libre y distancia de fuga di bloque de terminales, no deben ser menores de 3 milímetros en ambos casos.
 7. Terminales con diferente potencial, las cuáles están agrupadas cercanamente, deben estar protegidas contra un circuito corto accidental. La protección debe consistir en barreras aislantes. Los tornillos de las terminales, los conductores fijados con tornillos o los conductores externos o internos no deben estar propensos a tener contacto con la tapa metálica del bloque de terminales.
 8. La distancia libre entre la tapa del bloque de terminales y la superficie superior de los tornillos, cuando están apretando los conductores, no debe ser menor de 3 mm.
 9. El bloque de terminales debe ser razonablemente seguro contra la propagación del fuego. Pruebas correspondientes para verificar que se

cumpla este requisito, deben ser acordadas entre fabricante y comprador.

La tapa del bloque de terminales debe estar separada de la tapa del Wattímetro, de tal manera, que sea sellada independientemente de ella. Debe cubrir las terminales, los tornillos de sujeción y una longitud de 25 ± 2 mm para los conductores externos y su aislamiento.

El registrador debe ser tipo manecillas o de tambores, respectivamente. Para el tipo manecillas, el primer círculo, de derecha a izquierda, debe medir un kWh/división y las adyacentes, múltiplos decimales, es decir 10, 100 y 1000 kWh/división.

El movimiento de la primera manecilla debe ser en el sentido de las manecillas del reloj, o sea, hacia la derecha, visto de frente, asimismo, el engranaje entre los ejes de las manecillas debe ser tal que los movimientos relativos de manecillas deben estar alineados horizontalmente y el diámetro mínimo de los círculos debe ser de 18 milímetros. Asimismo, el valor de la relación de registrados debe ser marcado en forma indeleble en el bastidor del propio registrador.

1. El acabado de la carátula debe ser en blanco opaco, los círculos deben estar grabados al agua fuerte o equivalente, siempre y cuando sean indelebles y de fácil lectura y las manecillas deben ser de color negro.
- r. El sentido de rotación del disco debe ser como lo indica la flecha en la placa de datos. El borde y la superficie superior deben llevar unas marcas fácilmente visibles. La prueba estroboscópica se debe hacer, a una frecuencia básica de 1 500 ó 3 000 destellos de iluminación por minuto, a la corriente de prueba, factor de potencia unitaria y tensión nominal.
- s. La supervisión del rotor debe ser del tipo magnético, aceptándose como alternativa la supervisión del tipo de bala de acero y doble joya.
- t. Cada Wattímetro debe llevar en la placa de datos lo siguiente:
1. Nombre o razón social del fabricante.
 2. Leyenda que indique que es Wattímetro monofásico de 2 hilos (2H).
 3. Número asignado por el comprador.
 4. Año de manufactura.
 5. Modelo.
 6. Tensión nominal: 120 V.

7. La corriente básica y corriente máxima, indicado el valor de la corriente máxima entre paréntesis, a continuación del valor de la corriente básica, o sea: 10 (40) A ó 15 (100) A.
8. Frecuencia nominal: 60 Hz.
9. La constante del Wattímetro Kd.
10. Clase: 2.0.
11. Unidad de medición del registro: kWh.
12. Relación del registrador Rr.
13. Numero de autorización para fabricación, venta y uso *
14. Leyenda "PROPIEDAD DE ...".**.
15. Leyenda "Hecho en México".

El marcador debe ser indeleble y visible desde el exterior del Wattímetro.

u. El empaque individual debe llevar, en lugar visible, lo siguiente:

1. La palabra Wattímetro.
2. Nombre o razón social del fabricante.
3. Tensión nominal: 120 V.
4. Frecuencia nominal: 60 Hz.
5. Corriente básica y máxima 10 (40) A ó 15 (100) A.
6. Tipo A ó Tipo S.

* Si el Wattímetro es fabricado en México.

** Espacio donde se indica las siglas del comprador

v. Selección de los wattímetros para las pruebas de aceptación del prototipo. Deberá llevarse a cabo bajo las siguientes condiciones:

1. Las muestras deben ser representativas del prototipo y reproducir el producto pedido comercial del fabricante.

2. El número de wattímetros que se deben probar es 8.
3. Cuando sea factible, los wattímetros sometidos a prueba para la aceptación del prototipo, se deben acompañar de 8 wattímetros adicionales para reemplazar los defectuosos o aquéllos que se dañan accidentalmente.
4. El fabricante debe acompañar la muestra con información de su característica general, eléctrica, mecánica y de funcionamiento.
5. Aceptación del prototipo. - Las reglas que gobiernan la aceptación del prototipo deberán ser las siguientes:
 - 5.1. Reemplazos. Los reemplazos o reposiciones se pueden efectuar si se encuentran defectos de naturaleza menor durante las pruebas.
 - 5.2. Criterio de aceptación. El prototipo se debe aceptar cuando se satisfacen los requisitos siguientes:
 - 5.2.1. Para aquellas pruebas en las que el método correspondiente establece una muestra de 8 wattímetros:
 - 5.2.2. Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, 3 ó menos wattímetros no cumplen con un valor especificado para una prueba dada.

Nota: Valor especificado es aquella característica particular de cada prueba que representa un valor de especificación, al cual el Wattímetro debe satisfacer para una prueba dada. Entendiéndose que una prueba en particular puede tener un sólo valor especificado o varios.

 - 5.2.3. Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, ningún Wattímetro individual falló en más de cinco valores especificados, para el total de las pruebas.
 - 5.2.4. Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, el número total de fallas, incluyendo todos los wattímetros y todos los valores especificados para una prueba dada, no excede de 16.
6. Para aquellas pruebas en las que el método correspondiente establece una muestra menor de 8 wattímetros:

- 6.1. Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, ningún Wattímetro individual falló en un valor especificado para una prueba dada. Cuando los resultados de estas pruebas se consideran que no son confiables, se deben hacer dichas pruebas a la muestra de 8 wattímetros y juzgar el prototipo de acuerdo con el criterio del subinciso v.6 mencionado.

El embalaje debe llevar, en lugar visible, lo siguiente:

- a. La palabra Wattímetro.
- b. Nombre o razón social del fabricante.
- c. Fecha de fabricación.
- d. Cantidad de piezas: 50 para tipo A ó 4 para tipo S.
- e. Números de serie asignados por el comprador del primero y último wattímetros contenidos.
- f. Peso.
- g. Volumen.
- h. Dimensiones.
- i. Número correspondiente al embalaje,
- j. Número del pedido.
- k. Lugar de destino indicado por el comprador.
- l. Precauciones que deben tenerse en el manejo.

C.12. Requisito de calidad del equipo de señal luminosa para tránsito y dispositivos de control.

- a. La caja de semáforo, su tapa y partes de fijación deben ser resistentes a la corrosión provocada por el agua y la atmósfera. Se verifica de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-J-152 "Resistencia a la oxidación".
- b. El montaje de la unidad óptica debe cumplir con lo siguiente:
 1. El interior de la caja de semáforo debe estar acondicionada para montar la unidad óptica sin necesidad de usar herramientas. Se verifica por inspección.
 2. El reflector debe moverse sin necesidad de quitar la lámpara o sostener alguna pieza, permitiendo que las conexiones eléctricas queden expuestas para efectos de mantenimiento y las manos del operario queden libres. Se verifica por inspección.

3. La tapa debe abrirse con una sola herramienta, como máximo, se verifica por inspección.
 4. Si la tapa se abre girándola sobre un eje, el ángulo de apertura total debe ser mayor o igual a 90°. Si se abre retirándola, la tapa debe quedar sujeta a la caja. Se verifica por inspección.
- c. La caja de semáforo debe estar sellada para evitar la entrada de polvo y agua. Se debe verificar de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-J-152 SECOFI.
 - d. Cada caja de semáforo debe quedar equipada tanto en la parte superior como en la inferior, con dispositivos que permitan su rotación, con respecto al eje longitudinal, con precisión mayor o igual a 6°. Dichos dispositivos deben garantizar el sellado del gabinete y tener rigidez mecánica apropiada. Puede hacerse con estrías u otro sistema. Se verifica por inspección.
 - e. Las secciones deben tener un orificio que permita el paso de los cables que alimentan cada sección. El diámetro de este orificio debe ser mayor o igual a 25 mm. Se verifica por inspección.
 - f. Los semáforos deben ser diseñados de forma tal que puedan resistir los esfuerzos mecánicos a que se someten durante la instalación y uso. Deben soportar la prueba de resistencia mecánica, como se indica en la Norma Mexicana NMX-J-425/1-SECOFI.
 - g. Cada tapa de caja de semáforo debe tener una visera que cumpla con lo indicado a continuación:
 1. Debe ser resistente a la corrosión provocada por el agua y la atmósfera. Se verifica de acuerdo a lo indicado en la Norma NMX-J-152 SECOFI.
 2. Debe soportar sin deformarse permanentemente una fuerza de 9,81 N (1kgf). Se verifica de acuerdo a lo indicado en el numeral 7.5 de la Norma Mexicana NMX-J425/1-SECOFI.
 3. La longitud de la visera en la parte superior debe ser mayor o igual a 2/3 del diámetro del lente, la verificación es mediante inspección.

NOTA: Si el semáforo no tiene lente circular, la longitud de la visera debe ser de común acuerdo entre fabricante y comprador, pero no debe ser inferior a 150 mm.

- h. Los lentes de vidrio deben cumplir con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-P-020. Pueden ser de otro material, tamaño y forma por acuerdo entre fabricante y el Gobierno del Distrito Federal, en estos casos deben cumplir las especificaciones acordadas entre ambas partes.
- i. El color de los lentes debe ser conforme a las coordenadas cromáticas indicadas en la Tabla 62.

TABLA 62 Coordenadas cromáticas.

Color	Coordenadas.
Rojo	Y no mayor que 0,328 Y no menor que 0,998-X
Amarillo	Y no menor que 0,411 Y no menor que 0,995-X Y no mayor que 0,452
Verde	Y no menor que 0,506 – 0,519 X Y no menor que 0,150 + 1,068 X Y no menor que 0,730 - X

NOTA: Si se requiere otro color, las coordenadas deben ser definidas de común acuerdo entre fabricante y el Gobierno del Distrito Federal.

- j. El reflector debe ser parabólico y estar calculado para que una vez montado en la unidad óptica, el foco luminoso de la lámpara quede en el foco de la parábola.
- k. La intensidad luminosa en la línea de referencia formada por la intersección de los planos de simetría de la parábola debe ser de 250 cd o mayor medida con un fotómetro a una distancia ≥ 10 m de la unidad óptica.
- l. En la distribución de la intensidad luminosa se debe tener al menos 125 cd en los lugares indicados a continuación:
 1. A un ángulo de 8° por debajo de la horizontal, en el plano vertical de simetría.

2. A un ángulo de 11° a la derecha e izquierda del plano vertical de simetría, en el plano horizontal de simetría.
- m. La intensidad luminosa de señales para peatones debe ser igual o mayor a la quinta parte de la indicada en los subincisos C.12.k y C.12.l de este capítulo.
- n. La intensidad luminosa provocada por reflexión y refracción de la luz incidente a la unidad óptica (efecto fantasma), no debe ser mayor de $0,15 \text{ cd/m}^2$ por cada lux de la luz incidente y se mide con la lámpara colocada en la unidad óptica pero no encendida.
- ñ. El portalámparas debe asegurar que el centro luminoso quede en el foco; de la parábola, y además, garantizar una colocación estable de la lámpara y sus contactos eléctricos. Se debe verificar de acuerdo a lo señalado en el numeral 7.8 de la Norma Mexicana NMX-J-425/1-SECOFI.
- o. La conexión eléctrica de cada portalámparas debe hacerse mediante dos alambres de cobre forrados con aislante de distinto color. Se debe usar alambre de diámetro nominal $1,024 \text{ mm}$ (calibre 18 AWG) o mayor para lámparas incandescentes y $0,81 \text{ mm}$ (calibre 20 AWG) o mayor para lámparas de halógeno. Se debe verificar mediante inspección.
- p. En la tablilla de conexiones de cada cabeza de semáforo debe colocarse una tira de terminales que permita la conexión, en un lado de los cables de alimentación, y del otro, la conexión de los cables que van a los portalámparas. Esta tablilla debe tener un número de terminales mayor o igual al número de secciones más uno. Se debe verificar mediante inspección.
- q. El semáforo y el controlador debe operar con tensión de alimentación de 127 V CA o 220 V CA .
- r. La unidad de control debe cumplir con lo señalado en la Norma Mexicana NMX-J-425/2 y con las especificaciones de la Norma NMX-J-152 que a continuación se indican.
- 1- Protección contra choque eléctrico.
 - 2- Calentamiento.
 - 3- Aislamiento eléctrico y corriente de fuga a la temperatura de operación.
 - 4- Resistencia a la humedad.

- 5- Corriente de fuga, resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica (en frío).
 - 6- Protección contra sobrecarga.
 - 7- Uso prolongado.
 - 8- Alambrado interno.
 - 9- Componentes.
 - 10- Conexiones y cables de alimentación.
 - 11- Tornillos y conexiones.
 - 12- Espaciamientos eléctricos.
 - 13- Resistencia al calor, fuego y caminos conductores.
- s. El controlador debe operar con una tensión eléctrica de 127 a 220 volts de corriente alterna.
- t. Todas las conexiones eléctricas que alimentan lámparas, servomecanismos, unidades de control de tiempo o módulos para hacer cambios, deben estar hechas de tal manera que puedan desconectarse o conectarse manualmente o con herramienta manual (por ejemplo, sistemas enchufables o terminales de tornillo). Se verifica por inspección.
- u. Excepto los controles electrónicos, los controladores electromecánicos deben estar provistos de programas de control de tránsito, además de dispositivos de ajuste de intervalos de tiempo para cada indicación. Para hacer los ajustes necesarios, en los que se requiera remover o cambiar alambres, debe ser suficiente, el empleo de una herramienta manual. Se verifica por inspección.
- v. Los intervalos de tiempo quedan sujetos al mutuo acuerdo entre el fabricante y el representante del Gobierno del Distrito Federal.
- w. Los controladores deben cumplir con las siguientes características de operación.
- 1 Los controladores deben tener posibilidad de operar manual y/o automáticamente.
 - 2 Las operaciones manual y automática deben ser independientes.
 - 3 El dispositivo de control manual no debe implicar riesgos al operador.
 - 4 Todo controlador debe estar preparado para recibir una unidad de destello nocturno, sin que esto represente una modificación radical ni

cambio de alambrado. La unidad de destello nocturno debe ser independiente de la unidad de tiempo y al funcionar una debe apagarse la otra.

- 5 En las unidades de control electrónicas debe haber un detector de conflictos que cuando ocurra uno haga el cambio automáticamente a operación de destello. Al probarlo, la prueba se realiza en la alimentación de las lámparas, no en el circuito de control.
 - 6 Para operación automática cuando el control tenga más de un programa, el cambio de programa debe efectuarse cuando se le indique al mecanismo, ya sea manualmente o mediante otro programa y se debe efectuar al terminar un alto.
 - 7 Los sistemas coordinados deben estar diseñados y controlados para que entren en coordinación en forma automática en un lapso no mayor a un ciclo después de recibir la señal de la unidad central de procesamiento (UCP) en el caso de controles electrónicos o del control maestro en el caso de controles electromecánicos.
 - 8 Los sistemas coordinados deben estar diseñados y construidos de forma tal que los controles locales sigan funcionando de acuerdo a su programación al suspenderse por cualquier causa fortuita (interrupción en el suministro de energía eléctrica o falla interna), la señal de coordinación de la unidad central de procesamiento (UCP) en el caso de controles electrónicos, o del control maestro, en el caso de controles electromecánicos. Lo anterior se verifica por inspección.
- x. En el muestreo y pruebas del equipo debe cumplir con lo siguiente:
- 1.- Cuando se requiera el muestreo para una inspección, este puede ser establecido de común acuerdo entre el fabricante y el representante del Gobierno del Distrito Federal, recomendándose el uso de la Norma Mexicana NMX-Z-12 partes 1, 2 y 3.
 2. Para efectos oficiales, el muestreo debe sujetarse a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúa.
 3. El fabricante debe proporcionar al representante del Gobierno del Distrito Federal, las facilidades necesarias para observar las pruebas a los que se someten los semáforos y los dispositivos de control, así como constatar los resultados para compararlos con los parámetros de calidad acordados previamente mediante contrato.
 4. En donde se indica "se verifica por inspección" se deben seguir las instrucciones del productor, para verificar el cumplimiento de lo

especificado. Si se requiere examen visual, éste se debe hacer con visión 20/20, pudiendo hacer uso de lentes correctores en caso de necesitarlos.

5. La Resistencia a la corrosión del semáforo se debe verificar de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-J-152.
6. El sellado del semáforo se debe verificar de acuerdo a lo indicado en "goteo, salpicadura y hermeticidad" del capítulo "resistencia a la humedad" de la Norma Mexicana NMX-J-152.
7. La prueba de resistencia mecánica en los sistemas de señalización luminosa se debe verificar, aplicando una fuerza de acuerdo con lo señalado en la Tabla 63.

TABLA 63.- Resistencia Mecánica.

Diámetro del Lente mm	Resistencia a la flexión N (kgf)	Resistencia a la ruptura N (kgf)
200	2 256 (230)	3 240 (330)
300	265 (27)	1 942 (198)

8. Para realizar la prueba de resistencia mecánica de la visera del semáforo, se debe colocar la visera en su posición de operación y depositar sobre ella, lo más alejado posible del lente, una masa de 1 kg. Al quitar la masa, la visera no debe presentar deformación.
9. La intensidad luminosa de la luz del semáforo, se mide con un fotómetro a una distancia mayor o igual a 10 m, de la unidad óptica. La dimensión mayor en el plano de medición no debe ser de más de 100 mm.
10. La medición del efecto fantasma del semáforo, se mide con la lámpara colocada en la unidad óptica pero no encendida. La dirección de incidencia del haz luminoso debe ser 5° sobre el plano horizontal; la dirección de medición debe coincidir con el plano horizontal.
11. En la prueba de vibración se debe someter una sección de semáforo con la unidad óptica incluida a la prueba de vibración senoidal indicada en la Norma Mexicana NMX-J-331 y debe observarse lo siguiente:

1. Se debe seguir el procedimiento A, señalado en la citada norma.
 2. El montaje se debe hacer sujetando el cuerpo y los conductores.
 3. El punto de control debe ubicarse sobre la sección.
 4. Se emplea una gama de frecuencias de 10 a 55Hz.
 5. La amplitud de la vibración debe ser de 1 minuto.
 6. Resistencia a la fatiga por barrido, 6 horas.
 7. Resistencia a la fatiga a frecuencias de resonancia, 90 minutos.
 8. Antes de iniciar la prueba se debe verificar que la unidad opere correctamente y que todas sus partes estén perfectamente fijadas.
12. Para la prueba de suministro de energía del semáforo, se requiere un equipo con un autotransformador variable de 0 a 250 volts para la ejecución de prueba, realizando el siguiente procedimiento:
1. Alimentar el semáforo con una tensión igual a la tensión normal menos el 10%.
 2. Operar el semáforo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
 3. Alimentar el semáforo con una tensión igual a la tensión nominal más el 10%.
 4. Operar el semáforo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
13. Para realizar las pruebas de suministro de energía a controladores para verificación del cumplimiento de operación, se requiere un equipo autotransformador de 0 a 140 o de 0 a 250 volts de corriente alterna, y además;
1. Alimentar el controlador con una tensión igual a la tensión nominal menos el 10%.
 2. Operar el controlador siguiendo las instrucciones del productor.
 3. Alimentar el controlador con una tensión igual a la tensión nominal más el 10%.
 4. Operar el controlador siguiendo las instrucciones del productor.

14. El marcado y etiquetado de los sistemas de señalización luminosa y unidades de control para tránsito urbano se debe marcar en forma indeleble y legible de acuerdo a lo siguiente:

1. En el producto

1.1. Marca registrada o símbolo del fabricante.

1.2. Tensión de alimentación.

1.3. Número de autorización de venta y uso.

1.4. Leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.

2. En el empaque.

2.1. Nombre del producto.

2.2. Marca registrada o símbolo del fabricante.

2.3. Número del lote.

2.4. Leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.

2.5. Nombre de la norma mexicana con la que se fabricó.

15. Con 10% de tolerancia de tensión debe operar el semáforo y controlador esto se debe verificar de acuerdo a lo señalado en el numeral 7.9 de la Norma Mexicana NMX-J-425/1- SECOFI.

C.13. Requisitos de calidad del reductor mecánico o electromecánico. La constitución estructural del reductor en lo que al acero se refiere, debe cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-B-480-CANACERO, "Industria siderúrgica. Perfiles y planchas de acero de baja aleación y alta resistencia al manganeso-niobio-vanadio para uso estructural. Especificaciones y métodos de prueba" vigente; así mismo, la instalación eléctrica debe cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE "Instalaciones Eléctricas (Utilización) vigente, norma oficial mexicana NOM-063-SCFI "Productos eléctricos-Conductores. Requisitos de calidad" vigente; y cumplir con la norma mexicana NMX-J-212-ANCE "Conductores-Resistencia, resistividad y conductividad eléctrica-Métodos de Prueba" vigente y además con lo siguiente:

a. En este tipo de mecanismos debe considerarse que debido a la gran variedad de anchos de las vialidades en la Ciudad de México y particularmente las vialidades secundarias donde pueden instalarse estos reductores, hay algunas que cuentan con uno, dos, tres y cuatro carriles y excepcionalmente cinco o hasta seis carriles, es necesario señalar que el carril que se utilizará para instalar este reductor tendrá dos segmentos dinámicos, uno para las llantas vehiculares derechas y otro para las llantas

izquierdas y separados entre sí, mediante indicadores de carril (botones), que permitan ajustar su ubicación a los diferentes anchos de carril de las vialidades. Ver Figura 1



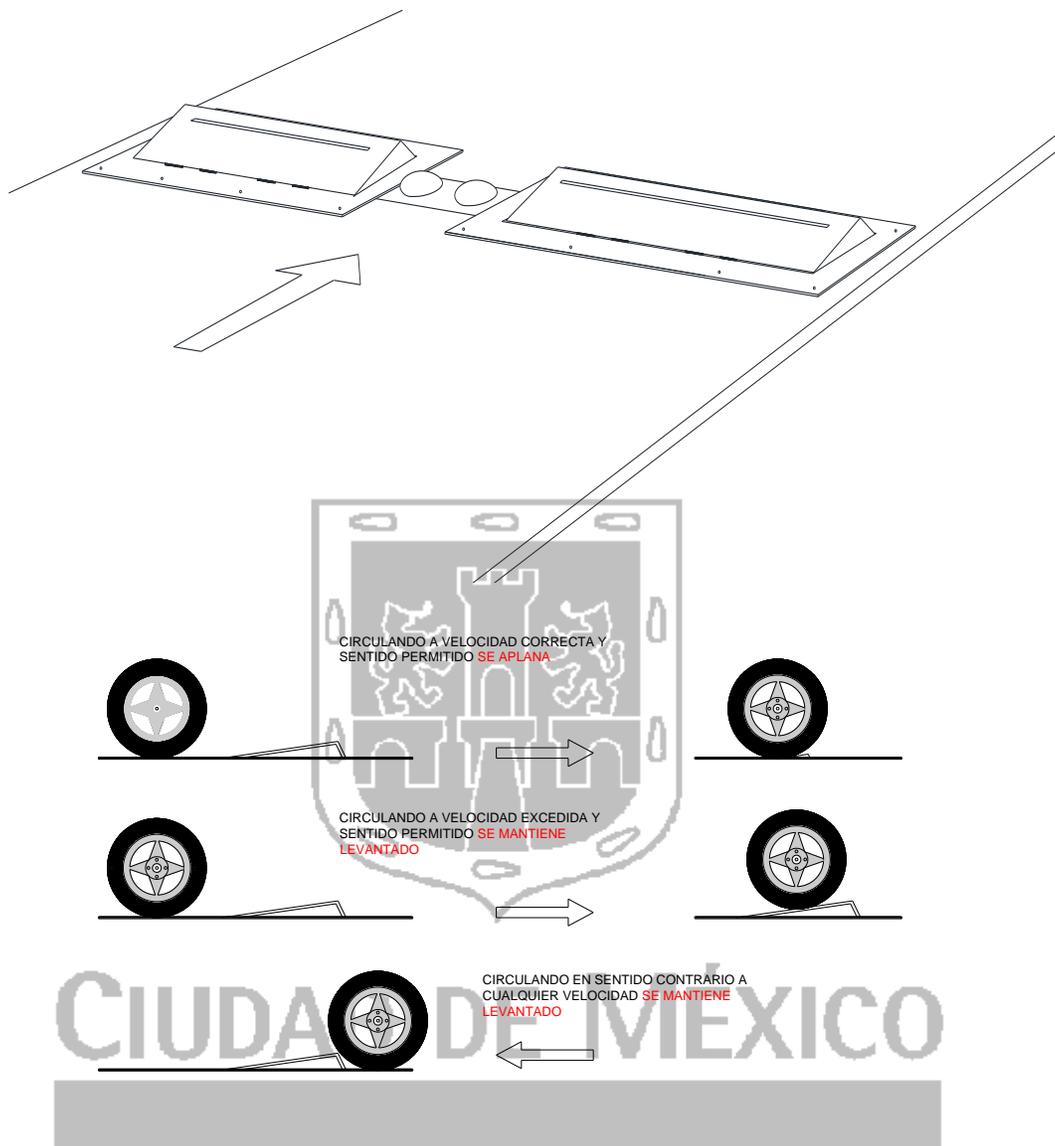


FIGURA 1 Arreglo final de los reductores de velocidad mecánicos o electromecánicos en los carriles de la vialidad y el arreglo de los neumáticos sobre este tipo de dispositivo.

- b. De acuerdo con lo señalado en los sub incisos A.02.g.1.1 y A.02.g.1.2, la instalación del reductor de velocidad inteligente mecánico y el electromecánico de tipo sobreponer, consiste en que sus mecanismos y placas de paso vehicular van montados como un conjunto sobre placas metálicas instalables sobre las vialidades mediante anclajes de perforación entre la placa base y la superficie de la vialidad (taquetes y tornillos con mezclas epóxicas para incrementar la eficiencia de sujeción); así mismo, los mecanismos del reductor mecánico reacciona por inercia al paso de los vehículos sobre sus placas metálicas y el

electromecánico, reacciona al paso de los vehículos sobre sus sensores, y dispositivos electromecánicos. Ver Figuras 1,2 y 3.

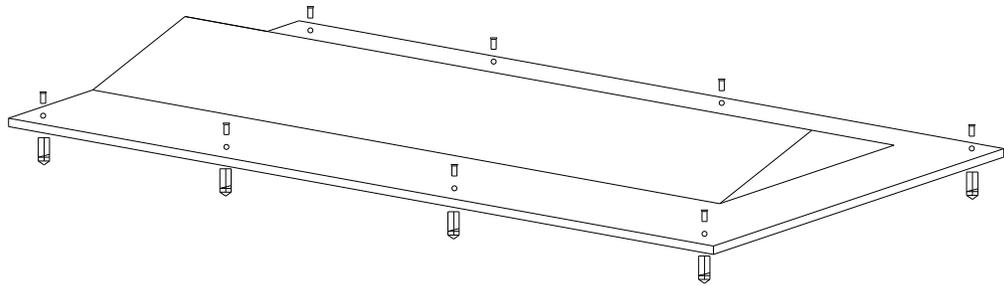


Figura 2 Reductor de velocidad inteligente mecánico tipo sobreponer.

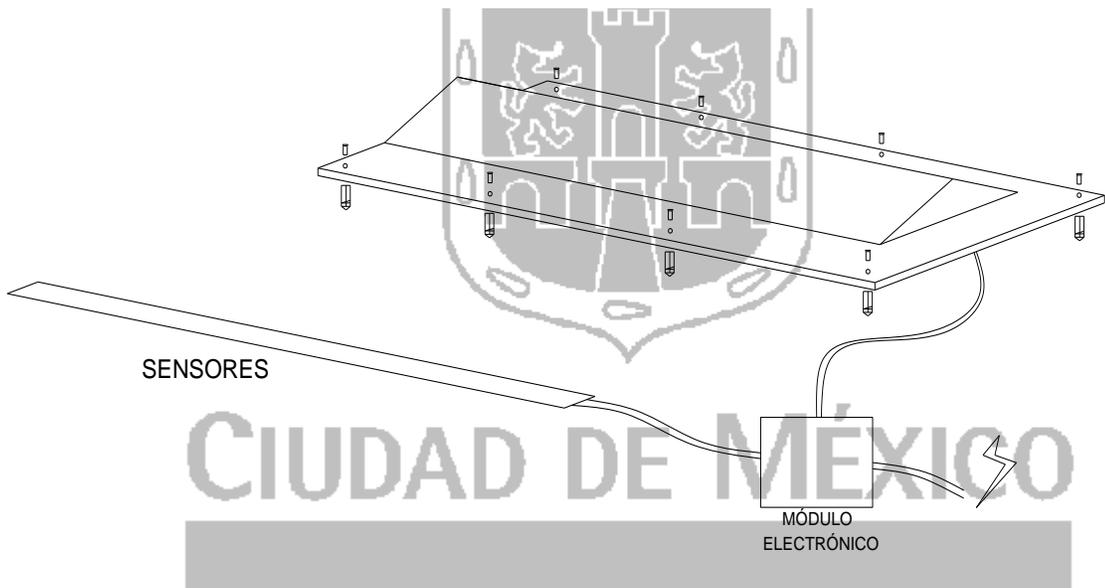


Figura 3 Reductor de velocidad inteligente electromecánico tipo sobreponer.

- c. Reductor de velocidad inteligente mecánico o tipo empotrable. Es aquel que reacciona por inercia al paso de los vehículos sobre sus placas metálicas, manteniéndose en su posición levantada cuando los vehículos exceden el límite de la velocidad o circulan en sentido contrario y abatiéndose al nivel de la rasante del pavimento, cuando éste circula a la velocidad con la que se calibró dicho reductor.

- d. Reductor de velocidad inteligente electromecánico tipo sobreponer o tipo empotrable. Es aquél cuyos mecanismos reaccionan al paso de los vehículos sobre sus sensores y, sus dispositivos electromecánicos mantienen levantada la barrera vial para aquellos vehículos que exceden el límite de velocidad o circulan en sentido contrario y abatiéndose dicha barrera al nivel de la rasante del pavimento, cuando éstos circulan a la velocidad con la que se calibró dicho reductor, o mediante un temporizador programable en la modalidad horaria.
- e. El ancho de la vialidad donde se pretenda instalar el reductor de velocidad, debe ser de 220 cm por 50 cm, el lado de mayor longitud debe colocarse transversal al sentido del arroyo, estar libre de acumulación de agua, basura y material pétreo. La pendiente máxima debe ser de 40°, con permeabilidad del subsuelo cuando menos de 30 cm y la profundidad mínima necesaria que requiere el equipo puede variar entre 8 y 12 cm, dependiendo del tipo de mecanismo.
- f. Antes de iniciar los trabajos de la instalación de este tipo de reductor de velocidad, se debe observar de manera obligatoria las normas oficiales mexicanas NOM-086-SCT-2 “Señalamiento y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales” vigente y la NOM-037-SCT2 “Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas” vigente; una vez cumplido con lo anterior, se procede de acuerdo con lo siguiente:
1. Iniciar con la limpieza del área, el trazo, corte del pavimento a las dimensiones establecidas en el proyecto, extracción del material producto del corte y excavación, preparación del marco de madera de las dimensiones especificadas en el proyecto, pero si se carece de éste, las dimensiones interiores del marco deben ser 92X14X15 cm, ubicarlo en el interior del corte del pavimento, alinear lo marcos (uno por cada segmento dinámico) con hilo guía, ubicando la parte central del trayecto del paso del vehículo y centrar también respecto del contorno de cada cavidad; habilitación del acero de refuerzo del bastidor de concreto hidráulico, de resistencia mínima a la compresión de 19,60 MPa (200 kg/cm²); utilizar de ser necesario, aditivo acelerador de fraguado de concreto.
 2. Una vez colado y endurecido el bastidor de concreto hidráulico donde se instalará el reductor de velocidad, se debe excavar en el interior del registro, siguiendo el paramento interno del bastidor de concreto hasta una profundidad de 20 centímetros aproximadamente, extraer el material, hacer dos escalones de soporte con concreto hidráulico de las mismas características del bastidor de los extremos hacia el centro del registro 15 cm por cada extremo y dejando sin colar entre 7 y 8 centímetros de altura libre respecto a la orilla; el material extraído señalado renglones arriba, sustituirlo por material pétreo de 38 mm para permitir el drenado del interior del registro. Ver Figura 4

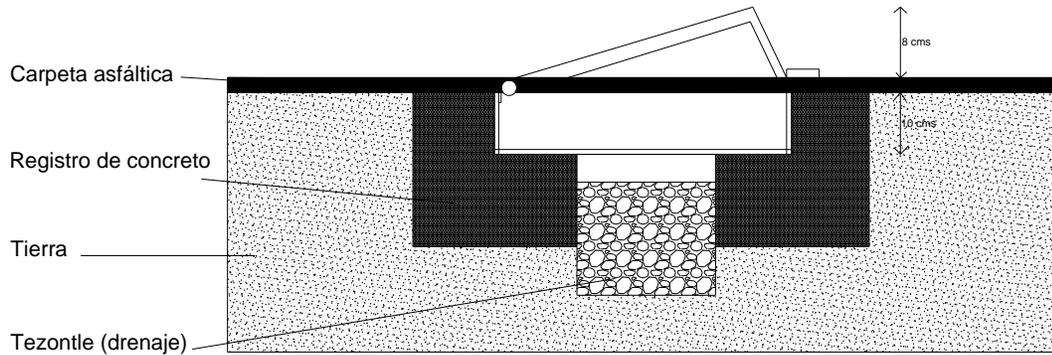


FIGURA 4 Corte transversal del reductor y su infraestructura

- g. Cuando existan guarniciones, se debe dejar un espacio mínimo de 20 centímetros entre éstas y el reductor de velocidad.
- h. Con el fin de separar extremos de reductores mecánicos o electromecánicos, que estarán ubicados en carriles de vialidad, se deben colocar indicadores de carril (botones), entre segmentos dinámicos.
- i. El procedimiento de ejecución en la instalación del reductor mecánico o electromecánico debe ser establecido a detalle por el fabricante o proveedor; sin embargo, de manera enunciativa no limitativa se señalan algunas directrices generales que pueden ser complementarias:
 1. Colocar el reductor en el registro construido y nivelarlo, barrenar el concreto en los sitios previamente determinados y colocar los birlos mecánicos o antirrobo de ser el caso.
 2. Colocar taquetes del tipo y calidad especificados por el proyecto, colocar la tornillería, llevar a cabo la instalación eléctrica y colocar el reductor en su lugar.
 - 3 El reductor inteligente debe tener una vida útil de 5 años como mínimo sin requerir mantenimiento correctivo. Cuando sea el caso que lo requiera, el proveedor, distribuidor o fabricante debe proporcionarlo sin costo para la Administración Pública del Distrito Federal.
 4. Este tipo de equipo no debe instalarse en vialidades primarias, ni en aquellas vialidades secundarias cuyos vehículos que transitan por ellas tengan un peso de 4 toneladas por neumático. Ver Figura 5.

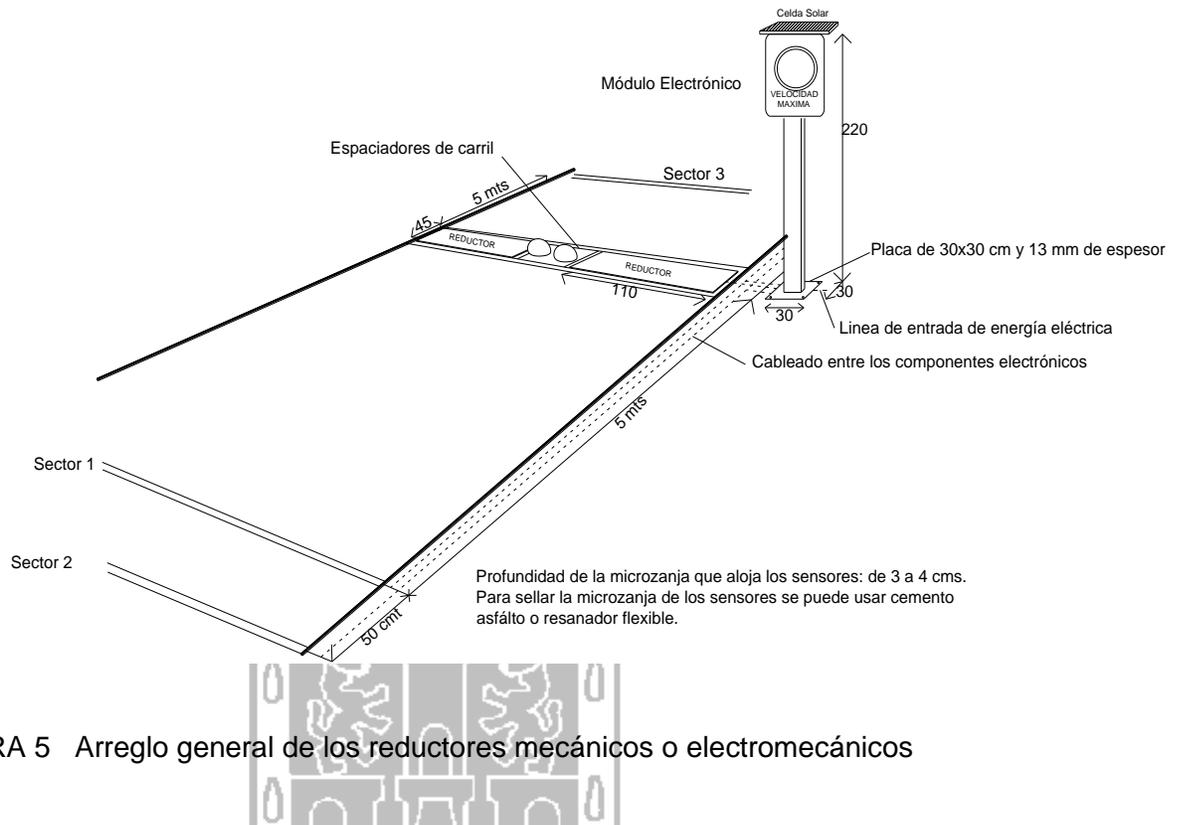


FIGURA 5 Arreglo general de los reductores mecánicos o electromecánicos

j. Con relación a los señalamientos que deban colocarse antes, durante y después de instalar el o los reductores de velocidad mecánicos o electromecánicos, las señales en zonas críticas e importantes (zona peatonal frente a hospitales, cruce de escolares, entre otras), el instalador de este tipo de reductor de velocidad debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La ubicación de la señal, que satisfaga la necesidad de información o problemática a resolver en ese punto y de acuerdo con las directrices establecidas en la ingeniería de tránsito.
2. La señal no debe colocarse lejos del arroyo vehicular, porque puede pasar desapercibida o verse muy pequeña y no permitir su lectura o interpretación.
3. Sin importar el tamaño de las señales, no deben colocarse en sitios muy saturados de elementos o mobiliario urbano como letreros, puestos o ambulante, cabinas telefónicas públicas; pues se perderán o pasarán desapercibidas. También debe cuidarse que no queden ocultas u obstruidas por árboles, ramas, alambrados, semáforos; entre otros.

k Una vez finalizados los trabajos relacionados con la instalación del reductor de velocidad, los desperdicios, residuos y señalizaciones, deben ser retirados de la zona de obra al sitio que determine la supervisión, para posteriormente realizar la limpieza del área de trabajo mediante el barrido y de ser necesario el lavado con escoba o cepillo, de tal suerte que dicha área quede libre de cualquier obstáculo

inmediatamente y tenga la accesibilidad necesaria y requerida para el libre paso de peatones y vehículos. Si para realizar la obra fue necesario demoler el pavimento de concreto hidráulico o asfáltico o en su caso de adoquín u otro, la persona física o moral debe reponer el pavimento con las mismas características que tiene el pavimento circundante y con el balizamiento necesario que especifique la Secretaría de Movilidad.

- C.14. Requisitos de calidad de los tableros de control.- Se deben usar componentes tales como relevadores y equipo electrónico que se hayan diseñado para las condiciones específicas de cada tablero, tomándose las medidas adecuadas para su correcta operación.
- a. La temperatura del aire ambiente no debe exceder de 313 K (40°C) y su valor promedio, medido en un período de 24 horas, no debe exceder 308 K (35 °C).
 - b. La temperatura mínima de aire ambiente no debe ser inferior a:
 1. Para instalaciones en interior 268 K (-5 °C).
 2. Para instalaciones en intemperie 248 K (-25 °C).
 - c. Las condiciones atmosféricas para instalaciones de tableros debe ser:
 1. En interiores, el aire debe ser limpio y la humedad relativa no debe exceder del 50% a una temperatura máxima de 313 K (40 °C), las humedades relativas altas se permiten a bajas temperaturas hasta 90%, 293 K (+20 °C).
 2. En instalaciones exteriores, la humedad relativa puede ser 100% a una temperatura máxima de 298 K (+25 °C).
 3. Para tableros que tengan partes aisladas por aire a la presión atmosférica, se debe consultar la Tabla 62 para los factores de corrección para tensiones de prueba y tensiones nominales, para altitudes mayores que la normal.

TABLA 64 Factor de corrección para altitudes mayores que la normal.

Altitud máxima (m)	Factor de corrección para tensiones de prueba aplicadas al nivel del mar	Factor de corrección para tensiones nominales
1000	1,0	1,0
1500	1,05	0,95
3000	1,25	0,80

4. Las características nominales de los tableros deben ser las siguientes:
- Tensión nominal y número de fases.
 - Nivel de aislamiento.
 - Frecuencia nominal.
 - Corriente nominal.
 - Corrientes soportables de corto circuito y corrientes soportables de cresta para los circuitos primarios y conexiones a tierra.
- d. Grado de protección.
- 4.1. Los valores de la tensión nominal deben ser para los tableros de alta tensión trifásicos los mostrados en las Tablas 65 y 66.
- Valores de tensión y aislamiento de las tablas son aplicados a condiciones atmosféricas normales: Temperatura 25°, presión atmosférica 101,3 kPa y 15 g/m³ de humedad.
 - La frecuencia nominal debe ser de 60 Hz.
 - La corriente nominal de los circuitos tales como alimentadores o barras colectoras, debe estar dentro del siguiente rango (ver Tabla 67):

TABLA 65.- Tensiones nominales y niveles de aislamiento práctica americana.

Tensión nominal (valor eficaz) kV	Tensión máxima (valor eficaz) kV	Tensión soportable de impulso (1,2//50 us) (valor de cresta)kV		Tensión soportable sostenida (1 min, 60 Hz)- (valor eficaz) kV	
		A tierra y entre fases	A través de la distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A través de la distancia de seccionamiento
4,16	4,75	60	66	19	21
7,20	8,25	75	83	26	29
13,80	15,00	95	105	36	40
23,00	25,80	125	138	60	66
34,50	38,00	150	165	80	88

TABLA 66.- Tensiones y niveles de aislamiento. Práctica europea.

Tensión nominal (valor eficaz) kV	Tensión máxima (valor eficaz) kV	Tensión soportable de impulso (1,2/50us) (valor de cresta) kV		Tensión soportable sostenida (1 min, 60 Hz) (valor eficaz) kV	
		A tierra y entre fases	A través de la distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A través de la distancia de seccionamiento
3,30	3,60	40	46	10	12
6,60	7,20	60	70	20	23
15,00	17,50	95	110	38	45
22,00	24,00	125	145	50	60
33,00	36,00	170	195	70	80

TABLA 67.- Rangos para barras colectoras en amperes.

400	1 200	3 000
600	1 250	3 150
630	1 600	4 000
800	2 000	5 000
1 000	2 500	-----

4.1.4. La corriente soportable de cresta debe ser igual a 2,5 veces la corriente soportable de corto tiempo.

4.1.5. Para conexiones que incluyen barras colectoras, la elevación de temperatura a corriente y frecuencia nominal, no debe exceder de los siguientes valores:

4.1.5.1. Juntas de revestimiento de plata 338 K (65 °C)

4.1.5.2. Otros casos. 323 K (50 °C)

4.1.6. Para tableros blindados (metal clad) el grado de protección debe especificarse separadamente para cubiertas y divisiones, para tableros tipo cubículo solamente se debe especificar en cubiertas, se debe recomendar que el grado de protección se indique mediante un número característico de acuerdo a la Tabla 68.

TABLA 68.- Grados de protección indicados por el primer número característico.

Primer número característico	Grado de protección.	
	Breve descripción	Definición
2	Protegido contra objetos sólidos mayores de 12 mm	Dedos u objetos similares que no excedan de 80 mm de longitud. Objetos sólidos que tienen un diámetro mayor de 12 mm.
3	Protegido contra objetos sólidos mayores de 2,5 mm	Herramientas, alambre, etc., de diámetro o espesor mayor de 2,5 mm. Objetos sólidos que tienen un diámetro mayor de 2,5 mm.
4	Protegido contra objetos sólidos mayores de 1,0 mm	Alambres o varillas de espesor mayor a 1,0 mm. Objetos sólidos que tienen un diámetro de 1,0 mm.
5	A prueba de polvo.	La entrada de polvo no es evitada totalmente pero éste no entra en cantidades suficientes para interferir en la operación satisfactoria del equipo.

Notas :

- 1) La designación que se da en la columna 2 de esta tabla no deberá usarse para especificar la forma de protección. Esta deberá usarse únicamente como una breve descripción.
- 2) Para los números característicos 3 y 4, la aplicación de esta Tabla a tableros provistos de aberturas para ventilación o drenaje, será motivo de acuerdo entre fabricante y consumidor.
- 3) Las cubiertas o divisiones que encierran dispositivos de interrupción deberán tener un espesor de 2,7 mm (calibre 12 MSG) para otras cubiertas se acepta un espesor de 1,9 mm (calibre 14 MSG).
- 4) Todos los dispositivos de control y auxiliares deben estar segregados del circuito primario por divisiones metálicas conectadas a tierra (circuitos secundarios).

MSG = Manufacturers Standards Gauge.

- d. La inspección, planes de muestreo y niveles de calidad de los tableros debe ser de común acuerdo entre fabricante y usuario cumpliendo con los requisitos fijados en la Norma Mexicana NOM-Z-12.
- e. Las condiciones generales de las pruebas que incluyen pruebas de rutina y pruebas de prototipo, deben efectuarse bajo la Norma NMX-J-68 vigente, para tableros de alta tensión y la NMX-J-118 vigente, para tableros de baja tensión.
- f. Otras pruebas diferentes a las indicadas en estas normas pueden ser necesarias, para tableros que usen otro dieléctrico que no es aire, en estos casos se pueden tener acuerdos especiales entre fabricantes y consumidor.
- g. Debe verificarse que el alambrado esté de acuerdo con el diagrama correspondiente y con los requerimientos solicitados por el Gobierno del Distrito Federal.
- h. Estos deben estar de acuerdo con las especificaciones aplicadas a los aparatos concernientes si tales especificaciones existen.
- i. El fabricante debe especificar en su información o catálogos las condiciones, si las hay, para la instalación, operación y mantenimiento, así como del equipo que lo contiene.
- j. Si son necesarias las instrucciones para el transporte, instalación y operación, deben indicarse las medidas pertinentes para la correcta instalación, puesta en servicio y operación.
- k. Si la disposición de equipo y los circuitos no pueden obtenerse del arreglo físico, deben proporcionarse diagramas de alambrado o tablas.
- l. Cada tablero debe estar provisto de una o más placas de datos marcados de tal forma que sean durables o localizables, visibles y legibles al quedar instaladas.
- m. Los tableros deben estar en perfectas condiciones de pintura sin marcas ni abolladuras.
 1. Nombre o razón del fabricante.
 2. Tipo o número de identificación.
 3. Tipo de corriente (y frecuencia en el caso de C.A.)
 4. Tensión nominal de operación.
 5. Tensión nominal de aislamiento.

n. Los demás datos especificados pueden estar en la placa, en información adicional, en diagramas de los circuitos o en los catálogos.

1. Tensión nominal de circuitos auxiliares.
2. Límite de operación.
3. Corriente nominal de cada circuito.
4. Esfuerzo del circuito corto.
5. Grado de protección.
6. Condiciones de servicio.
7. Dimensiones.
8. Peso.

C.15 Requisitos de calidad de las plantas de emergencia.- Dependiendo de las tensiones que se requiere suministrar la energía eléctrica a instalaciones o redes eléctricas, instalaciones industriales, comerciales, hospitales y edificaciones, debe ser transformada a tensiones adecuadas de utilización.

a.-Los elementos constitutivos de una planta de emergencia consiste principalmente de un medio impulsor (motor diesel, Otto, turbina, etc.), que acciona a un alternador o generador eléctrico, tableros de control, protección, medición y fuerza e interruptor principal y/o del circuito que interrumpa o restablezca la fuente de energía de la planta de emergencia.

b.-Para las especificaciones físicas corresponde lo siguiente.

1.- Las tensiones de generación deben ser iguales a las que normalmente se tengan en red a que se integra la P.G.E.E.E y que normalmente son la de compañía suministradora de energía eléctrica, después de pasar por el transformador de distribución.

2.- Los tipos de combustibles recomendados son aceptables para su uso son los siguientes:

2.1.- Productos líquidos del petróleo:

2.1.1. Gasolina

2.1.2. Diesel.

2.1.3. Petróleo

2.1.4. Diáfano o tractolina.

2.2.- Gas licuado del petróleo (L.P)

2.3.- Gas natural o sintético

2.4.- Combinación de los anteriores.

- 3.- El tipo de combustible debe seleccionarse igual o lo más próximo al que se especifique al motor de combustión interna, considerando las facilidades que tengan el Gobierno del Distrito Federal para adquirirlo.
 - 4.- La cantidad de mínima de combustible almacenado para la operación de la planta, debe ser suficiente para que la misma pueda operar a su carga nominal en forma continua, (Alcance de operación).
 - 5.- La cantidad de combustible almacenado para una correcta operación de la planta, depende del tiempo de operación emergente TOE y de los siguientes factores:
 - 5.1. Del consumo específico de combustible, garantizado por el proveedor del motor dado en gr/kWh generado.
 - 5.2. De la potencia nominal del motor de combustión interna.
 - 5.3. Del tiempo que se requiere cubrir la interrupción del suministro normal (el cual depende de la experiencia histórica de las interrupciones en la zona en que se localice el equipo).
 - 5.4. El suministro de combustible destinado a la planta de emergencia, no debe tener ninguna otra aplicación.
 - 6.- Debe instalarse un indicador de nivel de combustible de respuesta segura en el tanque de almacenamiento, que permita observar la cantidad mínima necesaria para la operación de la planta de emergencia a plena carga.
 - 7.- En caso de que tenga un tanque principal que abastezca a otros equipos, deben instalarse un indicador de nivel crítico o hacer la toma de la planta de generación, debajo de los otros suministros y garantizar la cantidad mínima para su operación.
 - 8.- La planta, debe ser capaz de operar sin alteraciones en los circuitos de carga especificados previamente por el usuario y confirmados por el fabricante, así mismo debe contar con las protecciones suficientes para no sufrir daños por disturbios comunes o anormales que pueden ser provocados por dichos circuitos de carga.
- Nota: Para cargas específicas de motores eléctricos, rayos "X", controles de "SCR" (rectificadores de silicio controlado), etc., las plantas de generación deben tener la capacidad suficiente para el arranque.
- 9.- La máquina motriz (motor de combustión interna o similar), además del alternador o generador de energía eléctrica de emergencia, no debe accionar ningún otro equipo que no sea el necesario para su operación, salvo en casos particulares.

- 10.-La planta debe contar con los elementos necesarios para mantenerse a una temperatura adecuada, que le permita al motor arranque inmediato, para tomar la carga eléctrica en el tiempo indicado.
- 11.- La temperatura a la que debe mantenerse debe ser la especificada por el fabricante de la unidad motriz y del alternador o generador, siendo la mínima para el motor de 328 K (55 °C), y para el agua de enfriamiento de 318 K (45 °C).
- 12.-La planta de generación debe tener la potencia de sobrecarga suficiente para suministrar el 10% adicional a la potencia continua durante el periodo que dure la falla, así como el tiempo de respuesta indicada en la cláusula A.04.g.04., para tomar la carga, estabilizar la frecuencia y la tensión a partir del momento en que se interrumpa la energía de suministro normal.
- 13.-Los motores de combustión interna deben tener la potencia suficiente para producir los kW que se indica en la placa de datos técnicos del fabricante del conjunto motor–generador, medidos en las terminales del generador a la velocidad angular especificada y certificada por el fabricante del motor que indica en su instructivo, y que cumpla con las necesidades del usuario en el lugar de instalación.
- 14.- Se debe usar los factores de corrección de la potencia recomendada por el fabricante del grupo motor–generador, para la determinación de la potencia en las terminales del generador.
- 15.-Para motores con aspiración natural, se debe usar como factores máximos los siguientes:
 - 15.1. Por altitud, después de 600 m.s.n.m., 1% por cada 100 m en demasía.
 - 15.2. Por temperatura ambiente, después de 303 K (30 °C), 1% por cada 275 K (2 °C) en demasía.
 - 15.3. Para ciclo Otto (gasolina), 1% por cada 100 m.s.n.m.
16. Para motores Diesel turbo cargados sin enfriador de aire posterior, el motor debe conservar su potencia nominal hasta 2 250 m.s.n.m., deducir 1% por cada 200 m adicionales, certificado por el fabricante.

Si se incluye enfriador de aire en estos motores, la reducción debe ser válida a partir de 2 600 m.s.n.m.
- 17.-Para motores sobrecargados mecánicamente (ventilador o soplador mecánico) el motor debe conservar su potencia nominal hasta 1 600 m.s.n.m., y se resta el 1% por cada 200 m adicionales.
- 18.-Los accesorios mínimos para el motor de combustión interna.

- a. Gobernadores de velocidad.- Los gobernadores de velocidad deben mantener una amplitud de banda de la frecuencia nominal para cualquier carga constante, o demandas pico (condiciones de estado estable) de acuerdo a la aplicación siguiente:
 - a.1. Para sistemas de cómputo y transmisores de comunicación, no debe exceder del 1% de la frecuencia nominal.
 - a.2. Para sistemas de alumbrado, bombas, ventiladores, malacates y establecimientos comerciales en general, no debe exceder del 4% de la frecuencia nominal.
 - a.3. Para propósitos generales de alumbrado, aplicaciones industriales y construcción, no debe exceder del 5% de la frecuencia nominal.
 - a.4. El retorno a las condiciones de carga estable debe ocurrir en un tiempo no mayor de 5 segundos.
- b. Se integrara una válvula de solenoide en la línea de combustible de abastecimiento al cabezal de alimentación o a la entrada de la bomba de manejo de combustible del motor. Estas válvulas deben ser operadas mediante baterías eléctricas de igual tensión a la del motor de arranque empleado.
 - b.1. Debe proveerse también, la operación mecánica de estas válvulas de solenoide y que además sean accesibles.
- c. Se integraran pre calentadores para el agua de enfriamiento o aceite lubricante, alimentados eléctricamente por la red de suministro normal, con el fin de mantener el motor de combustión interna como mínimo en 328 K (55 °C), cuando no esté en operación, excepto cuando no se tenga fuente de alimentación.
- d. Deben instalarse válvulas térmicas (termostatos) de accionamiento por dilatación bimetálica natural o similar, en sistemas de enfriamiento, además de un tapón o válvula de seguridad por presión, de acuerdo a lo recomendado por el fabricante del motor.
- e. Instrumentos de medición
 - 1.- Manómetros, para aceite lubricante.
 - 2.- Termómetro, para el medio de enfriamiento.
 - 3.- Horómetro, para indicar el tiempo acumulado de funcionamiento.
 - 4.- Amperímetro y Voltímetro para el cargador de baterías.
 - 5.- Niveles para agua de enfriamiento y aceite lubricante.

6.- Aquellos que requiera el usuario para sus necesidades y seguridad de operación, así como los que recomiende y especifique el fabricante del grupo motor–generador para el mantenimiento adecuado.

f. El cableado debe ser en arneses, de clase de aislamiento tipo F de preferencia barnizado y que éste cumpla con la NMX-J-157, para soportar la temperatura producida por el motor de combustión interna y la exposición a substancias que se encuentran usualmente en el lugar, tales como combustibles, aceites, ácidos, grasas, etc.

1. Las conexiones deben hacerse utilizando zapatas, tablillas terminales y conductores con nomenclatura clara y congruente en cada extremo de cada conductor, incluyendo la terminal del aparato a donde llegan.

g. El motor–generador debe equiparse con un cargador de acumuladores como accesorio integral, accionado por la maquina motriz, o bien un cargador de acumuladores alimentado por la fuente normal de energía eléctrica, con un regulador de tensión automático capaz de cargar el acumulador y mantenerlo en condiciones de carga completa.

h. Debe suministrarse un mantenedor de carga cuyas características eléctricas y de operación satisfaga los requerimientos de carga y pueda mantener cargados los acumuladores eléctricos después de haberse empleado en arranques normales de planta de emergencia, además para responder las pérdidas de cargas sufridas al no estar en operación dichos acumuladores. Debiendo suministrar este equipo un mínimo de 0,5 Amperes y un máximo de 5 Amperes, siempre controlado en forma automática, de acuerdo a lo demandado por el acumulador eléctrico.



1. En el caso de plantas eléctricas móviles debe preverse por conducto del Gobierno del Distrito Federal, de una línea eléctrica para que opere éste cuando este en receso y si no existe tal posibilidad, equipar a la planta eléctrica con señalización visual para indicar que los acumuladores estén con carga baja.

i.- Circuito limitador de corriente de carga. El cargador debe integrar en su unidad de control un circuito limitador de corriente que proteja al mismo sistema rectificador de la demanda de la maquina motriz al arranque.

19.- La máquina motriz puede arrancarse usando diversos medios los cuales pueden ser eléctricos, mecánicos, neumáticos, etc.; siempre que cumplan con la función de accionar la unidad durante el periodo especificado, a la velocidad recomendada por el fabricante, en las

condiciones ambientales del lugar de instalación y sin que sufra un calentamiento excesivo, el propio motor de arranque y la fuente de energía.

Para estos sistemas de arranque, debe ser suficiente para efectuar un mínimo de 4 ciclos de arranque sin que se tenga que reemplazar la energía almacenada.

Debe proveerse de algún medio automático por el cual se restaure la carga de la batería en un tiempo máximo de 30 minutos. En el caso de plantas eléctricas móviles debe contarse con una carga adicional para satisfacer este fin a las necesidades del Gobierno del Distrito Federal.

20.- Duración de intentos de arranque.- Para máquinas motrices del ciclo Otto o diesel, el tiempo y la duración de los intentos de arranque de la planta de emergencia; automáticas y semiautomática, debe consistir de un periodo de conducción de 10 a 15 segundos, seguido de un periodo de reposo de 10 a 15 segundos de duración y como mínimo debe tener 3 intentos de arranque en sistema automático.

a. Los motores de arranque neumático deben de estar provistos con tanque de almacenamiento que cumplan, como mínimo, 6 intentos de arranque e integrar en su sistema el equipo compresor con accionamiento automático para el reemplazo de la carga del aire consumido

b. El tipo de batería eléctrica debe ser de tipo níquel-cadmio, plomo-ácido o algún otro. Los acumuladores del tipo plomo-ácido deben suministrarse secos o bien en el caso de que sean del tipo sellado, deben suministrarse libres de mantenimiento y con carga.

c. El electrolito para los acumuladores deben suministrarse en un recipiente por separado, y se recomienda verterlo en el acumulador hasta que el cargador del mismo este en servicio.

Nota: Se requiere acumuladores de tipo industrial por mayor confiabilidad y vida útil.

d. Tensiones comunes de salida en acumuladores eléctricos. Ver Tabla 69

TABLA 69 Tensiones de salida en acumuladores.

Numero de celdas	Tensión nominal V	Tensión de operación por flotación	Tensión por carga de igualación.
6	12	13,2/13,2	16
12	24	26,4/26,6	29
24	48	52,8/53,8	58
60	120	132/132,20	144

21.- El tablero de control debe contener los elementos necesarios según el tipo de planta y de acuerdo a su clasificación:

a.- Para las plantas automáticas y semiautomáticas debe tener como mínimo lo siguiente:

- 1.- Módulo de arranque–paro y protecciones.
- 2.- Selector “manual–automático”.
- 3.- Alarmas visuales.
- 4.- Mediciones eléctricas.
- 5.- “Botón o interruptor de prueba” para verificación de sistema
- 6.- “Botón o interruptor de restablecimiento”, o desbloqueo.

22. El módulo de control y protecciones, deben ser parte de la planta de energía, conteniendo el equipo con las características siguientes:

a. El tipo de control de arranque para suministrar el ciclo completo de arranque.

b.- El selector de control montado como “manual-fuera-automático”, debe hacer las funciones siguientes:

1. Manual.- Inicio normal de arranque y puesta en marcha de la máquina motriz, sin incluir transferencia de carga.
2. Fuera.- Paro de la máquina y restablecer las protecciones, o ambas.
- 3.- Automático.- Arranca la máquina motriz por medio de un contacto remoto y detenerla por medio de la apertura de un

contacto remoto, realizando su ciclo completo con transferencia y re transferencia de carga.

c.- Controles para parar y proteger la máquina motriz bajo las condiciones siguientes:

- 1.- Cuando no arranca la máquina motriz después de los intentos de arranque especificado, debe proveerse de un dispositivo que desconecte el solenoide del motor de arranque.
- 2.- Cuando exista sobrevelocidad de 10% como máximo de la velocidad nominal.
- 3.- Cuando hay baja presión en el aceite lubricante, de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.
- 4.- Cuando exista una temperatura alta en la máquina motriz.

23.- Se recomienda en las máquinas equipadas con dispositivo de obstrucción para el suministro de aire de admisión, tener un juego de contactos, los cuales monitoreen la posición del dispositivo de paro con indicación de alarma local y anunciación remota. Preferentemente debe proveerse de una válvula para obstrucción o corte de combustible.

24.- El ciclo de arranque debe ser capaz de iniciar por alguna de las formas siguientes:

- a.- Iniciación del arranque manual
- b. Pérdida de la fuente de suministro normal en el interruptor de transferencia automático.
- c. Un reloj programador que de acuerdo con las necesidades del usuario, ejercite y permita probar el motor de la planta generadora, localizado en un interruptor de transferencia automático o en el tablero de control.
- d. Un botón o interruptor de prueba, el cual debe simular una pérdida de la fuente de suministro y causar un arranque automático hasta completar su ciclo.

25. Se recomienda tener un anunciador remoto de la alarma, el cual debe estar conectado eléctricamente con el acumulador e instalado afuera del local ocupado por la planta de generación, y en el lugar de trabajo regular del personal de operación cuando el usuario lo requiera.

26.- Debe instalarse un controlador para eliminar la alarma y en el tablero incluir un circuito de alarma repetido, de tal forma que resulte la condición de falla, se reactive la alarma eliminada y se tengan que restablecer las condiciones normales de operación para eliminarla nuevamente.

27. El cargador debe contener indicador de fallas con alarma audible o visible para tensión en corriente alterna o corriente directa.
28. Los tipos de sistemas de enfriamiento pueden ser:
 - a. TIPO A.- Por circulación de aire forzado o convección natural.
 - b. TIPO B.- Por circulación de un líquido para enfriamiento (generalmente agua).
 - c. TIPO C.- Por la combinación de ambos sistemas.
- 29.- Los motores con sistema de enfriamiento del Tipo A, deben tener un ventilador integrado, de capacidad adecuada para enfriar el motor en condiciones de plena carga, además debe contarse con medios adecuados para expulsar el aire caliente del cuarto de servicio de la planta generadora, o de la cubierta protectora de la máquina, según sea el caso.
30. Los motores con sistema de enfriamiento Tipo B, deben arreglarse en circuito cerrado con alguno de los tipos siguientes:
 - a. Radiador y ventilador montados en la unidad.
 - b. Radiador remoto
 - c. Intercambiador de calor de líquido a líquido.
31. Los sistemas de enfriamiento deben prevenir el sobrecalentamiento de los motores de combustión interna, bajo condiciones de temperatura ambiente media anual más alta esperada y altura sobre el nivel del mar, en el sitio de instalación cuando se opera a plena carga. La potencia para el accionamiento de las bombas y ventiladores de radiadores remotos debe ser suministrada por los circuitos de emergencia, además deben incluirse sensores de alarma para detectar falla de funcionamiento del ventilador.
32. El escape de los motores de combustión interna debe incluir un silenciador adecuado en la zona de su instalación y requisitos de contrapresión estipulada por el fabricante del motor; debe instalarse una junta de dilatación, una flexible o ambas para evitar transmisión de esfuerzos en la carcasa de turbo compresores o múltiples de escape.
- 33.- El generador eléctrico debe cumplir con los requisitos siguientes:
 - a. El generador (alternador) debe ser a prueba de goteo, estar diseñado para las condiciones ambientales que se encuentran en el lugar donde va a ser instalado, así como también estar diseñado con devanados amortiguadores para limitar las tensiones transitorias que se presentan por falla.

- b. El generador, el excitador y el regulador de tensión deben ser probados en la fábrica como una unidad, para asegurar la operación integral de la planta de emergencia.
 - c. La tensión a plena carga del generador debe ser igual a la tensión nominal de la fuente de suministro normal en el interruptor de transferencia.
34. Cuando se suministren excitadores, éstos deben ser del tipo estático o rotatorio (de anillos rozantes).

El excitador tipo estático comprende un alternador y un banco de rectificadores, desde los que se alimentan los campos del rotor principal a través de la flecha del mismo.

35. El regulador de tensión debe ser capaz de responder ante las variaciones de carga, con rapidez suficiente para alcanzar las condiciones de estabilización del sistema.
- 36.- Las características de funcionamiento del conjunto generador debe ser como sigue:

- a. Proporcionar y mantener la tensión y frecuencia estables en todos los valores de carga, aún durante las caídas de tensión y frecuencia.
- b. La caída de tensión en las terminales del generador, debido a cambios de carga, hasta un máximo del 10% sobre la capacidad nominal, no debe causar interrupción ni disparo por los relevadores de tensión.
- c. La caída de frecuencia y su restablecimiento hasta estabilizarse, debido a cualquier cambio brusco de carga, no debe exceder las necesidades especificadas por el Gobierno del Distrito Federal.
- d. El tablero de instrumentos de la planta generadora, debe contener como mínimo:
 - 1. Voltímetro de corriente alterna con conmutador de fases.
 - 2. Amperímetro de corriente alterna con conmutador de fases.

NOTA. A petición del usuario puede instalarse un aparato medidor como el indicado en los párrafos d1 y/o d2 en cada fase.

- 3. Frecuencímetro.
- 4. Reóstato de ajuste de tensión con una variación de $\pm 5\%$ cuando no esté integrado al regulador automático de tensión.
- e. El fabricante de la planta generadora, debe presentar un diagrama esquemático completo del alambrado y sus conexiones,

marcando todas las terminales y su destino para todo el equipo de la planta generadora de energía, así como las relaciones de funcionamiento entre todos los componentes eléctricos.

37. Los interruptores de transferencia deben ser capaces de transferir las cargas eléctricas conectadas de una fuente de potencia a la planta de generación. Sus características eléctricas deben ser compatibles con las cargas conectadas.
- a. La capacidad del interruptor de transferencia, incluyendo todos los componentes portadores de corriente eléctrica, debe ser la adecuada para toda clase de cargas instaladas y debe también soportar los efectos de fallas de las corrientes disponibles de acuerdo a las normas técnicas para instalaciones eléctricas.
 - b. Los interruptores de transferencia automáticos, deben ser operados eléctricamente y mantenidos en posición, dichos interruptores deben transferir y retransferir la carga automáticamente, entre la fuente normal y la planta de emergencia, y deben tener protecciones eléctricas y mecánicas para evitar la interconexión de los dos servicios.
 - c. Deben instalarse sensores de caída o elevación de tensión, para monitorear todas las líneas, las que deben estar a la tensión nominal de generación. En los casos en los que sea necesario el control más preciso de la frecuencia de suministro, debe instalarse el equipo que así requiriera el usuario.
 - d. Previendo el actuar indebidamente el tablero de transferencia por ser una falla del suministro muy pequeño en tiempo, debe instalarse un dispositivo de retardo de tiempo para que esto ocurra.
38. Debe prevenirse la interconexión inadvertida de la fuente normal y la planta de generación, o de cualquier otra fuente de energía separada a través de un interbloqueo electromecánico confiable o por otro medio alterno.

- a.- Se recomienda instalar un dispositivo para retardar el arranque de la planta generadora, en el caso de pequeñas caídas de potencial no perjudiciales o por interrupciones momentáneas de la fuente suministradora normal.

Nota. No es aplicable a sistemas de hospitales.

- b. Debe instalarse un dispositivo retardador de tiempo ajustable para hacer la transferencia en la planta de generación. El retardador de tiempo debe empezar cuando la planta de generación, alcance los valores apropiados tanto de tensión como de frecuencia.
- c. Debe instalarse un dispositivo de retardo de tiempo ajustable con "puenteo" automático para retardar la re transferencia de la planta

generadora, a la fuente normal de emergencia eléctrica, considerando fundamentalmente los datos históricos del restablecimiento de la línea censada

- d. Debe proveerse para un mínimo de 3 minutos de retardo, que permita un tiempo de enfriamiento a la máquina motriz. Este dispositivo retardador de tiempo no es necesario en máquinas motrices menores de 10 kW enfriados por aire.
- e. Se debe disponer de un dispositivo con mecanismo de reloj para programar la puesta en marcha de la planta de emergencia, como se describe en recomendaciones para mantenimiento de rutina, operación y pruebas, recomendándose mediante este dispositivo, se programe el arranque de la planta eléctrica como mínimo una vez a la semana, en un lapso de tiempo de 15 minutos de operación.

Esta condición debe ser exclusivamente para la máquina motriz sin llegar a transferir la carga normal.

- f. Debe suministrarse un botón de prueba con cada interruptor de transferencia automática a fin de poder simular una falla de la fuente de suministro de energía eléctrica normal.
- g. Deben suministrarse dos luces piloto con sus placas de identificación, para señalar la posición del conmutador e interruptor de transferencia.
- h. Cuando se requiera, deben incluirse los medios necesarios para reducir las corrientes excesivas que resulten al transferir la carga a la planta de emergencia, ya que, dichas corrientes pueden causar algún daño al equipo o bien el disparo de los dispositivos de protección de sobrecorriente.

39. Debe proveerse el aislamiento apropiado a la tensión de operación tanto de la fuente de suministro de energía eléctrica normal como de la planta de generación, siempre que estén conectados a tierra física en forma separada, a fin de obtener conexiones a tierra y la debida protección al personal de operación.

El calibre del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el indicado en la Tabla 68.

40. Los dispositivos de conmutación deben ser mecánicamente separados. Su separación debe ser manual en forma directa o por control remoto operado manualmente.
- 41.- Debe prevenirse la interconexión inadvertida de la fuente de suministro de energía eléctrica normal y la planta de generación, o de cualquiera de las otras dos fuentes de energía separadas por medio de una interconexión mecánica confiable u otra alternativa semejante aprobada.

- a. Debe suministrarse dos luces piloto con sus placas de identificación, para señalar la posición del conmutador e interruptor de transferencia.

TABLA 70.- Calibre de los conductores para puesta a tierra.

Corriente nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del equipo, conductor, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra. (AWG o kCM).	
	Cobre	Aluminio
No mayor de (A)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1 000	2/0	4/0
1 200	3/0	250 kcm
1 600	4/0	350 kcm
2 000	250 kcm	400 kcm
2 500	350 kcm	500 kcm
3 000	400 kcm	600 kcm
4 000	500 kcm	800 kcm
5 000	700 kcm	1 000 kcm
6 000	800 kcm	1 200 kcm

42.- Cuando dos o más grupos generadores de emergencia están conectados en paralelo, debe arreglarse el sistema de tal forma que se evite la conexión de cargas excesivas.

43.- Cada interruptor debe tener una capacidad adecuada para interrumpir todas las clases de cargas que va a servir. El interruptor debe ser capaz de resistir la corriente de falla en el punto de su instalación.

- a. Las cargas de mayor importancia deben transferirse al alimentador de emergencia una vez que se haya detectado la disponibilidad de potencia de emergencia en el alimentador. Cada

vez que se conecte al alimentador un grupo motor–generador adicional, debe conectarse en orden de prioridad cada una de las cargas restantes hasta que todas las cargas de emergencia se hayan conectado al alimentador.

- b. El sistema debe estar diseñado de tal manera que cuando falle uno o más grupos generadores, la carga se reduzca en forma automática, empezando con la carga de prioridad más baja y siguiendo en prioridad ascendente de tal forma que la carga de mayor prioridad sea la última que se afecte.
44. El interruptor de seccionamiento y derivación debe permitir el uso opcional de interruptores de derivación para cuentear y seccionar el interruptor de transferencia y para su instalación debe considerarse lo siguiente:
- a. Este debe tener la capacidad de corriente continua y soportar una corriente que sea compatible con la corriente asociada con el interruptor de transferencia.
 - b. Debe tener los medios necesarios para que el interruptor de aislamiento y derivación pueda funcionar como un interruptor de transferencia independiente no automático, ya sea con el interruptor de transferencia aislado o desconectado y permita que se conecte la carga a cualquiera de las fuentes de energía eléctrica.
 - c. Debe ser posible la reconexión del interruptor de transferencia sin que se interrumpa la carga.
45. Los dispositivos de protección por sobrecorriente en la planta de generación, debe coordinarse para asegurar el disparo selectivo de los dispositivos de protección de sobrecorriente de los circuitos cuando ocurra un cortocircuito.
- a. La corriente máxima de cortocircuito disponible tanto de la fuente normal que suministra como la de la planta de generación, debe evaluarse para satisfacer esta condición de coordinación. Por lo que las plantas eléctricas deben estar provistas de un medio desconectador inmediato a las terminales del generador y protección contra cortocircuito y sobrecorriente.
 - b. Estos deben tener una capacidad de interrupción igual o mayor a la corriente de cortocircuito máxima disponible en la localización.
 - c. Los dispositivos de sobrecorriente en los circuitos de las plantas de emergencia, deben ser accesibles solamente a las personas autorizadas.
- c. La inspección, planes de muestreo y nivel de calidad de las plantas de generación de energía eléctrica será de común acuerdo entre fabricante y

usuario cumpliendo referentemente con los requisitos en la Norma NOM-Z-12.

1. Todas las pruebas que se efectúen en la fábrica, deben de realizarse con carga puramente resistiva, por lo que debe de aplicarse la corrección por factores de potencia de 0,8.
2. Las pruebas de rutina pueden realizarse en el lugar de su instalación o con el certificado de pruebas de rutina del fabricante.
3. Aparatos y equipos de medición:
 - 3.1. Barómetro para 900 mm de mercurio.
 - 3.2. Termómetro con escala de 273 K a 333 K (0° a 60 °C).
 - 3.3. Manómetros diferenciales de columna de agua para el ramal hasta de 1,25 m.
 - 3.4. Termómetro de bulbo húmedo.
 - 3.5. Manómetro para el sistema de lubricación.
 - 3.6. Manómetro para el sistema de combustible.
 - 3.7. Capacidad mínima de combustible para la realización de la prueba
 - 3.8. Amperímetro.
 - 3.9. Voltmetro.
 - 3.10. Vármetro.
 - 3.11. Frecuencímetro.
 - 3.12. Wattmetro.
4. La prueba debe llevarse a cabo una vez que se hayan instalado completamente todos los accesorios de la planta de emergencia, y su equipo de soporte.
5. Debe conducirse de la manera siguiente:
 - 5.1. Teniendo el motor de combustión interna en condición de “arranque” y la carga de emergencia simulando una falla de energía

normal por medio de la apertura del interruptor general o a través del botón para este tipo de prueba.

- 5.2. Observar y registrar el tiempo de arranque del motor de combustión interna, hasta que arranque y gire por si solo.
 - 5.3. Registrar el tiempo que tarda en controlar las sobretensiones y frecuencias, cumpliendo con lo establecido.
 - 5.4. Observar y registrar el tiempo requerido para alcanzar la condición de estado estable, con todos los interruptores transferidos a la posición de emergencia.
 - 5.5. Registrar los valores de tensión, frecuencia y corriente.
 - 5.6. Registrar la pre escisión del aceite lubricante, la presión de combustible del motor de combustión interna, la temperatura del agua de enfriamiento, la temperatura del lubricante, la contrapresión del sistema de escape y la capacidad de carga de la batería, registrando la tensión y frecuencia de generación, así como la corriente suministrada. Esto debe practicarse a intervalos de 10 minutos, durante todos los periodos de prueba.
 - 5.7. Continuar con la prueba de carga hasta satisfacer todas las condiciones ya sean con la carga de la instalación o de la carga suministrada por compañía de luz.
 - 5.8. Regresar el suministro de energía normal o transferencia a la instalación.
 - 5.9. Al terminar la prueba debe permitirse que el motor de combustión interna opere en vacío durante un tiempo de 5 minutos para lograr su enfriamiento.
- C I U D A D D E M E X I C O**
6. Los datos obtenidos en esta prueba deben demostrar fehacientemente que cumplan como mínimo con los datos de la placa de la planta de emergencia, de acuerdo a las necesidades del Gobierno del Distrito Federal, debe satisfacerse el suministro en el tiempo requerido por el Gobierno del Distrito Federal.
 7. Las pruebas de aceptación se harán a solicitud del Gobierno del Distrito Federal, debiéndose definir perfectamente de que constan tanto de tiempo, lugar y recursos necesarios como disponibles.

- d. La siguiente información deberá ser proporcionada por el fabricante, la información que no sea posible proporcionarla en la placa característica, deberá proveerse por otros medios.
- e. Cada planta de emergencia deberá estar provista de una o más placas de datos, marcadas de tal forma que sean durables y localizadas de manera tal que estén visibles y legibles al quedar instalada.
- f. La información especificada en la placa de datos debe llevar la siguiente información como mínimo, marcada en forma indeleble, legible e inviolable.
 - 1 Nombre o razón social del fabricante.
 - 2 Símbolo de autorización para la fabricación, venta y uso NOM.
 - 3 La leyenda "Hecho en México".
 - 4 Masa neta de la planta generadora de energía eléctrica de emergencia.
 - 5 Marca-----, Modelo-----, Serie-----.
 - 6 Fecha de ensamble
 - 7 Tensión de operación.
 - 8 Frecuencia.
 - 9 Número de fases.
 - 10 Velocidad en revoluciones por minuto.
 - 11 Modelo del motor y modelo del generador.
 - 12 Número de serie del motor
 - 13 Número de serie del generador.
 - 14 Capacidad de emergencia indicando la altura sobre el nivel del mar.
 - 15 Capacidad de sobrecarga en un periodo mientras dure la interrupción de suministro normal, no importando el tiempo que esta persista.
 - 16 Capacidad continúa indicando la altura sobre el nivel del mar.
 - 17 Temperatura máxima de operación para el motor de combustión interna.
 - 18 Temperatura máxima de operación para el generador

- g. En la planta de generación de energía deberá ser posible identificar los circuitos individuales y sus dispositivos de protección.
1. En sus partes identificables, éstas deberán ser iguales a las indicadas en los diagramas de alambrado proporcionados con la planta de generación eléctrica.
 2. La identificación del conductor de los circuitos principal y auxiliar, es responsabilidad del fabricante y deberá estar de acuerdo a los diagramas de alambrado y dibujo y deberá colocarse al final de los conductores.
- h. Las instrucciones de operación e indicación de las posiciones de interrupción deberán estar de acuerdo con las especificaciones aplicadas a los aparatos concernientes si tales especificaciones existen.
1. Instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento: El fabricante debe especificar en su información o catálogo las condiciones, si las hay, para la instalación, operación y mantenimiento de la planta de emergencia, así como del equipo que contiene.

Si son necesarias las instrucciones para el transporte, instalación y operación, deberán indicarse las medidas que son de particular importancia para la correcta instalación, puesta en servicio y operación.
 2. La información mencionada anteriormente, debe indicar y recomendar los pasos a seguir para dar un mantenimiento óptimo. Si la disposición de equipo y los circuitos no pueden obtenerse del arreglo físico, deberán proporcionarse diagramas de alambrado o tablas.

CIUDAD DE MÉXICO



LIBRO	5	CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS
PARTE	01	ELECTROMECA'NICOS
SECCI'ON	02	EL'ECTRICOS
CAPITULO	002	SISTEMAS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACION Y OBJETO.

A.01. Sistema.- Conjunto de dispositivos incluyendo equipos, mismos que se integran para cumplir un objetivo de trabajo o servicio complejo. Conjunto de elementos el'ectricos, ordenados y acoplados entre si que contribuyen a una misma acci'on, dichos sistemas pueden ser:

a. Sistema de alumbrado. Conjunto de conductores, luminarias, interruptores y otros accesorios, que interconectados entre s'ı, proporcionan iluminaci'on a diferentes 'areas de trabajo. A su vez:

1. Los sistemas de iluminaci'on son las redes de alumbrado, aparatos y dispositivos accionados por energ'ıa el'ectrica para proporcionar la cantidad de luz necesaria de acuerdo a las caracter'ısticas fotom'etricas requeridas para la iluminaci'on de zonas o sectores espec'ıficos; adem'as:
2. En la configuraci'on del sistema de iluminaci'on, intervienen diferentes materiales que se deber'ın agrupar conforme a los siguientes elementos:
 1. Materiales lum'ınicos.
 2. Materiales el'ectricos.
 3. Materiales mec'anicos o constructivos.
 4. Materiales diversos.

b. Sistema de intercomunicaci'on.- Sistema auditivo-oral o audiovisual-oral que permite la comunicaci'on en el interior de un edificio.

c. Sistema telef'onico.- Sistema auditivo-oral de comunicaci'on mediante la red p'ublica de tel'efonos, que permite la comunicaci'on en el interior del edificio o hacia el exterior del mismo. Los sistemas pueden ser autom'aticos y manuales, asimismo los aparatos pueden ser secretariales, directo y para servicio.

- d. Sistemas de alarmas. Dispositivos de emergencia para emitir señales auditivas o sonoras que permitan prevenir, corregir o desalojar un área de riesgo. Los sistemas de alarmas lo integran: redes, aparatos, equipos y demás componentes de los sistemas para emitir señales luminosas y/o auditivas.
- e. Sistema de pararrayos. Sistema para canalizar a tierra las descargas atmosféricas, formado por los siguientes dispositivos: conductores, bases, puntas, interconexión de conductores, abrazaderas, varillas, rehiletos, electrodos, entre otros
- f. Sistema de tierras. Conjunto de conductores, electrodos, conectores y otros accesorios, que interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto unir las cubiertas de las máquinas, estructuradas y otras partes metálicas y llevar el potencial originado en ellas para perderse a través del suelo (tierra), con fines de protección, tanto para aparatos eléctricos como para personas.

Son los elementos necesarios para permitir la descarga a tierra del potencial originado en equipos, motores, instalaciones eléctricas y/o estructuras, para protegerlos contra sobrecargas, cargas estáticas o choques eléctricos.

A.02. Los sistemas de alumbrado eléctrico se clasifican en:

- 1. De acuerdo a su operación y servicio.
 - 1.1. Alumbrado normal.
 - 1.2. Alumbrado preferencial.
 - 1.3. Alumbrado de emergencia.
- 2. De acuerdo al tipo de instalación.
 - 2.1. Exterior.
 - 2.2. Interior.
 - 2.3. A prueba de explosión
 - 2.4. Herméticamente sellada.
- 3. Por el tipo de lámpara eléctrica.
 - 3.1 Lámparas de incandescencia.- Productoras de luz mediante el calentamiento eléctrico de su filamento (lámparas con ampolla llena de gas halógeno).

3.2. Lámpara de descarga.- Productoras de luz mediante descarga eléctrica en arco mantenida en gas o vapor ionizado con dispositivo que limita la corriente que atraviesa (reactor) debidamente conectado en el circuito.

4. Por sus características de operación:

4.1. Distribución del flujo luminoso.

4.2. Control de flujo luminoso.

4.3. De características eléctricas y mecánicas de acuerdo a su uso.

4.4. Protección y mantenimiento de condiciones óptimas de las lámparas.

A.03. Equipos y sistemas de comunicación y sonido.- Son los sistemas o aparatos instalados, para acercar la comunicación entre las personas a través de conductores centrales telefónicas, conmutadores, con sistemas alámbricos o inalámbricos, ondas de radio y sistema de fibra óptica.

La instalación de los sistemas, comprende la selección del sistema de acuerdo al proyecto, localización de área y del local del conmutador, montaje, acometida, instalación de conductores, conexión y pruebas especificadas, estos equipos se clasifican en:

a. Sistema de telefonía.

1. Conmutadores telefónicos.

b. Sistemas de intercomunicación.

1. Musicalización.

2. Sonido.

c. Sistemas radiofónicos.

1. Altavoz.

2. Micrófono.

3. Tablero de control.

4. Transmisor.

5. Receptor.

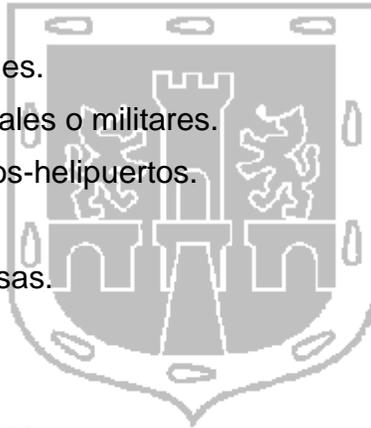
d. Para una mejor comprensión, se definen algunos conceptos necesarios en este capítulo.

1. Conmutadores.- Medios de comunicación para la transmisión de conversaciones y sonidos inherentes, constituidos por un conjunto de aparatos telefónicos, líneas, canales y equipos de conmutación, los cuales permiten la interconexión de dos o más aparatos, mediante redes locales o privadas.
2. Intercomunicadores.- Sistemas específicos que cubren el objetivo de localizar a la persona deseada sin causar molestias, además conectado a sistemas paralelos empleados para proporcionar música ambiental en áreas proyectadas.
3. Sistemas que requieren de un equipo transceptor, con posibilidades de comunicación a equipos fijos, móviles por la potencia del sistema y la cantidad de canales servidos.
4. Línea directa.- Servicios telefónicos mediante aparatos conectados directamente a una central de la red de telefonía, el servicio deberá tener las dos modalidades: aparatos telefónicos de alcancía o tarjeta para el servicio público y aparatos instalados para el servicio exclusivo privado de personal de la dependencia o funcionarios de la misma.
5. Red local privada.- Sistema mediante un conmutador privado que se enlaza a la red telefónica pública a través de un número determinado de troncales, se da servicio de intercomunicación local, de llamadas salientes y entrantes de y hacia la red pública, a las dependencias del Gobierno del Distrito Federal.
6. Red privada.- Es aquélla que a través de conmutadores interconectados mediante las líneas de enlace apropiadas pueden establecer servicios de red telefónica privada y operen en cualquier extensión geográfica, pudiendo tener acceso a la red pública, servicio que puede ser restringido.
7. Sistema de facsímil.- Este sistema facilita la reproducción a distancias de toda forma gráfica, manuscrita o impresa, permitiendo la transmisión urgente de documentos entre dos entidades.

A.04. Los sistemas de alarmas se clasifican en:

- a. Por la señal que emite:
 1. Sonoras.
 2. Luminosas.

3. Emisiones hertzianas.
 4. Sistemas aspersores
- b. Por el lugar donde son colocadas para:
1. Edificaciones.
 2. Fábricas.
 3. Instalaciones.
 4. Bases navales o militares.
 5. Aeropuertos-helipuertos.
- c. Que al mismo tiempo puede ser:
1. Sonoras en:
 - 1.1. Edificaciones.
 - 1.2. Fábricas.
 - 1.3. Instalaciones.
 - 1.4. Bases navales o militares.
 - 1.5. Aeropuertos-helipuertos.
 2. Sonoras luminosas.
 - 2.1. Edificaciones.
 - 2.2. Fábricas.
 - 2.3. Instalaciones.
 3. Emisiones hertzianas.
 - 3.1. Bases y aeropuertos.
 - 3.2. Emisoras.
 4. Sistemas aspersores.
 - 4.1. Edificaciones.
 - 4.2. Fábricas.



CIUDAD DE MÉXICO

A.05. Sistema de tierras, se clasifica en:

1. Sistemas de tierra de protección.- Transfiere a tierra las corrientes de falla de todos los elementos metálicos (no conductores), que forman parte de la instalación eléctrica, incluyendo equipos para protección de las personas.
2. Sistemas de tierra de funcionamiento.- Parte del sistema eléctrico que debe mantenerse a potencial de tierra para su buen funcionamiento, como son los sistemas de distribución, los neutros de los transformadores, generadores, bases de los apartarrayos, los circuitos de comunicación para eliminar ruidos e interferencias, en los circuitos electrónicos para señal de referencia, entre otros.
3. Sistemas de tierra provisional.- Puesta a tierra con carácter provisional que debe garantizar seguridad a la integridad física de las personas. Es común utilizarla en trabajos de mantenimiento de elementos eléctricos que generalmente se hallan energizadas y temporalmente fuera de servicio (mantenimiento a subestaciones eléctricas).

A.06. Sistemas de pararrayos y apartarrayos se clasifican en.

a. Pararrayos

1. Sistema pasivo.- Jaula de Faraday con puntas pasivas de cobre.
2. Sistema activo.- Jaula de Faraday con punta reactiva.
3. Sistema Franklin.- Con punta pasiva y activa.
4. Tele pararrayos.
5. Otros medios de protección.

b. Apartarrayos se clasifica por su tipo de construcción

1. Apartarrayos de expulsión.- Integrado de entrehierros o explosores, figura 1.
2. El apartarrayos autovalvular.- Similar al de expulsión con un explosor que cierra el circuito cuando arquee la tensión debido a la sobrecarga eléctrica y con una resistencia variable conectada en serie que limita la magnitud de la corriente, figura 2.

b.1. Por sus corrientes nominales de descarga.

1. Estación, a los de 10 000 A.
2. Intermedios, a los de 5 000 A (serie A)
3. Distribución, a los de 5 000 A (serie B).
4. Secundarios, a los de 1 500 A.

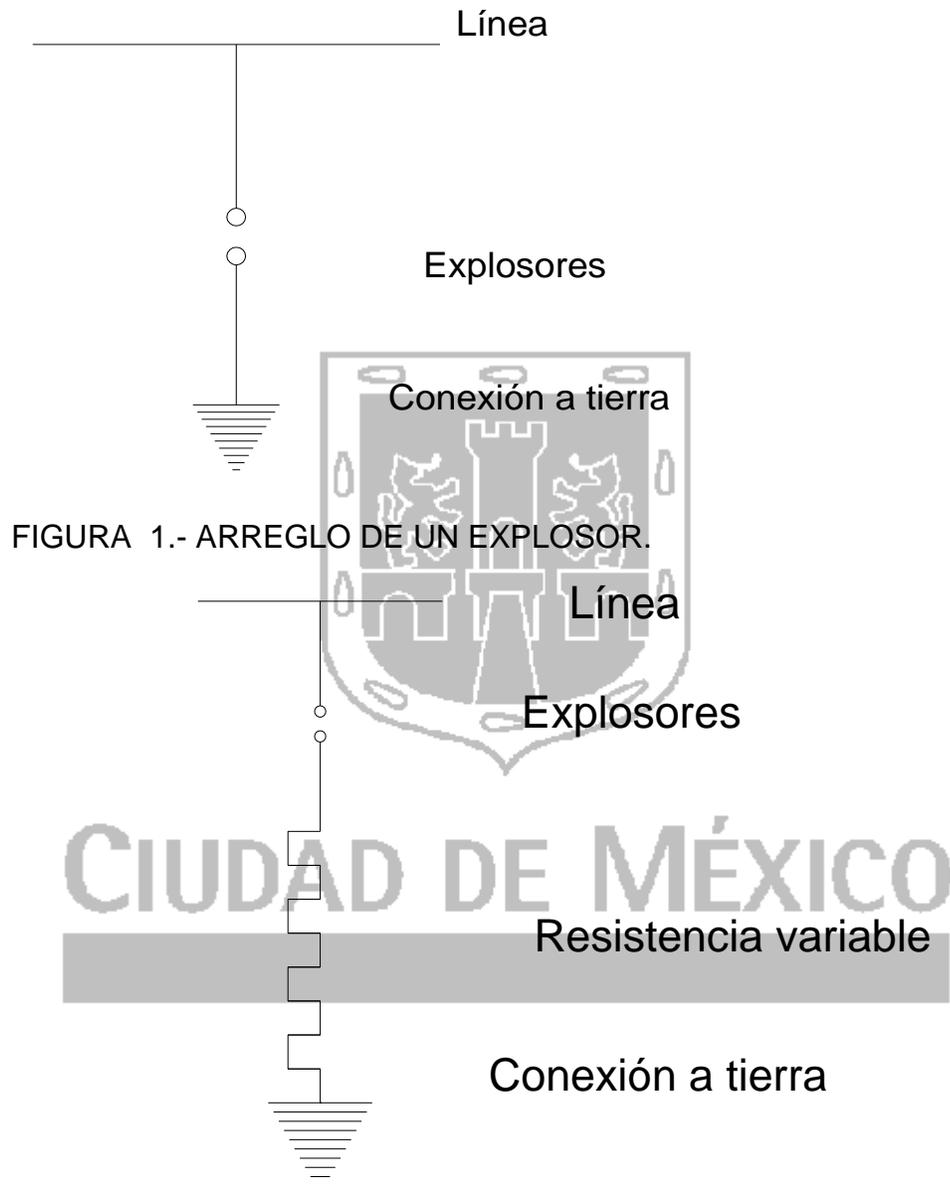


FIGURA 2. APARTARRAYOS AUTOVALVULAR.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Control de la ejecución de la obra pública.	2.04.01.001	G.D.F.
Instalaciones de accesorios eléctricos	3.01.02.028	G.D.F.
Instalaciones de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Clasificación de materiales aislantes	NMX-J-153	ANCE.
Conductores eléctricos	4.01.01.023	G.D.F.
Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica	Cap. II, IV, VIII, y IX	S.E.M.I.P.
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado	NMX-007	S.E.M.I.P.
Productos eléctricos, conductores, cables, control y multiconductores de energía.	NMX-J-486	ANCE
Instalaciones destinadas al uso y suministro de la energía eléctrica	NOM-001	S.E.
Excavación en zanjas	3.01.01.006	G.D.F.
Cable telefónico de distribución autoportada	NMX-J-268	ANCE.
Alambre y cable para telecomunicación tipo EKI y EKE	NMX-I-102	ANCE.
Teléfono automático de mesa y pared	NMX-J-339	S.E.
Requisitos de seguridad para aparatos electrónicos	NMX-J-127	S.E.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Cimientos para postes de alumbrado	3.01.01.033	G.D.F.
Construcción de sistemas de canalización subterránea	3.01.01.034	G.D.F.
Registros e los sistemas de canalización subterránea	3.01.01.035	G.D.F.
Instalación y conexión de cables, y accesorios de alumbrado público.	3.01.01.036	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación	3.01.02.033	G.D.F.
Aplicación de pintura	3.01.02.014	G.D.F.
Manual de alumbrado público		C.F.E.
Instalación de sistemas de tierra y pararrayos	3.01.02.031	G.D.F.
Norma de instalaciones eléctricas (utilización)	NOM-001-SEDE	S.E.
Proyectos de instalaciones eléctricas	2.03.09.003	G.D.F.
Tubos y conexiones conduit metálicas para instalaciones eléctricas	4.01.02.017	G.D.F.
Conductores eléctricos	4.01.01.023	G.D.F.
Conectores de cobre tipo compresión	NMX-J-170	ANCE.
Apartarrayos valvulares para sistemas de corriente alterna	NMX-J-321	ANCE.
Conductores de cobre tipo metálico	NMX-J-395	ANCE.
Sistemas de tierra y pararrayos	4.01.02.022	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Dependiendo de la orden de compra, el Gobierno del Distrito Federal indicará, las características que estos sistemas de alarmas, material o equipo de repuesto, deben cumplir y en la que se deberán indicar lo siguiente:

- a. Las especificaciones, tolerancias y garantías.
- b. Los requisitos de calidad.
- c. Las dimensiones críticas mayores y menores, del producto, requisitos de su inspección pruebas, lugar para las mismas, niveles de calidad y el muestreo específico que se someterán los equipos.

C.02. La forma de inspección y las pruebas que se deberán aplicar al equipo, materiales o piezas de repuesto que el Gobierno del Distrito Federal requiera, dependiendo de la situación de la calidad, podrán ser la inspección a la primera pieza, o el examen más rígido del 100 por ciento.

C.03. Todos los equipos, sus componentes, materiales o piezas de presupuesto, deberán contar con sus gráficas de control por mediciones y las gráficas de control por atributo, con su correspondiente adaptación para su ensamble o armado, cuando el Gobierno del Distrito Federal así lo solicite.

C.04. El Gobierno del Distrito Federal dará al proveedor las garantías precisas de que habrá aceptación con los métodos de inspección que se adopten, cuando los productos tengan una calidad por lo menos equivalente, si no superior a lo pactado, dependiendo de:

1. Tipo de material que constituye el suministro.
2. Dimensiones y volumen del suministro.
3. Modalidad de la entrega.

C.05. Además de lo descrito en los incisos C.01 a C.04 de este capítulo, los equipos, materiales o piezas de repuesto, deben cumplir con todos los requisitos y disposiciones legales, derivadas del contrato, aún si éstos no se mencionan en él.

C.06. Los requisitos de calidad de los equipos deberán cumplir con las normas descritas en la cláusula B de Referencias.

C.07. Requisitos de calidad de los sistemas de Iluminación.-Además de los descritos en los incisos C.01 a C.06 de este capítulo y lo señalado en el capítulo 002, del libro 8 tomo III, se deberán considerar las características indicadas a continuación:

- a. Las lámparas eléctricas empleadas en alumbrado exterior, deberán poseer las características requeridas por las especificaciones establecidas para su utilización, siendo las principales las siguientes:
 1. Eficiencia luminosa apropiada (una eficiencia luminosa elevada disminuyen los gastos de instalación y operación).
 2. Vida útil de la lámpara (representa el número de horas las cuales la lámpara funciona a su tensión natural).
 3. Los parámetros de temperatura, color e índice de rendimiento, la composición espectral de la luz y en cuanto a la evaluación del rendimiento y comodidad visual de los usuarios.
 4. Los luminarios que se utilicen en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir con lo establecido en los artículos 500 a 517 de la NOM-001-SEDE
 5. Las instalaciones de alumbrado que funcionen a 30 V o menos debe cumplir lo establecido en el artículo 411 de la NOM-001-SEDE.
 6. Las lámparas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir lo establecido en el artículo 520-61 de la NOM-001-SEDE.
 7. Los luminarios, portalámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto.
 8. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.
 9. En lugares húmedos y mojados, la instalación de luminarios debe hacerse de modo que no entre ni se acumule agua en el compartimiento de alumbrado, portalámparas u otras partes eléctricas.
 10. Todos los luminarios instalados en lugares húmedos o mojados deben llevar el marcado "Uso exterior".
 11. Los luminarios instalados en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

12. Los luminarios deben estar contruidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 368K (95°C).
13. Los portalámparas instalados encima de materiales altamente combustibles no deben tener desconectador integral. A menos que exista un interruptor individual para cada luminaria, los portalámparas deben estar situados como mínimo a 2,5 m sobre el piso o situados y protegidos de modo que las lámparas no se puedan quitar o estropear fácilmente.
14. En los escaparates no se deben emplear luminarios con cableado externo. Se permite el cableado externo de los luminarios soportados de una cadena.
15. Todas las lámparas para iluminación temporal deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas por medio de un dispositivo o portalámparas con guardas de seguridad. No deben utilizarse bases con cubiertas de bronce, de cartón o portalámparas con cajas metálicas, a menos que las cubiertas estén puestas a tierra.
16. En la instalación de luminarias o lámparas, todas las cajas de registro deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portalámparas, receptáculo o dispositivo auxiliar.
17. Se debe proteger con material no-combustible cualquier pared o techo acabados con material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa ornamental para luminarias y la caja registro de salida.
18. Cuando las luminarias de descarga estén soportadas independientemente de la caja registro de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con recubrimiento no metálico.
19. Las luminarias de descarga montadas en superficies ocultas sobre cajas registro para tirado, salida, o empalme, se deben instalar con aberturas adecuadas en la parte posterior del equipo de alumbrado que permita el acceso a las cajas.
20. Las luminarias, portalámparas y receptáculos deben estar firmemente sujetos:
 - 20.1. Un equipo de alumbrado que pese más de 2,72 kg o exceda de 40 cm en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar sólo por el casquillo roscado de un equipo de alumbrado.

- 20.2. Se permite utilizar postes metálicos para soportar luminarias y llevar por dentro los cables de suministro, siempre que cumplan las siguientes condiciones:
- 20.2.1. Un registro de mano accesible no- menor a 50 mm por 102 mm, que tenga una cubierta hermética a la lluvia, proporcionara acceso a la canalización o a las terminales del cable dentro del poste o dentro de la base del poste. En donde la canalización o el cable no estén instalados dentro del `poste, se debe soldar un accesorio roscado o un niple al lado contrario del registro para su conexión. Se permite que los postes se suelden en campo o se encinten. Estos postes deben estar tapados o cubiertos.
 - 20.2.2. Debe existir una terminal para poner a tierra el poste, que sea accesible desde el registro de inspección.
 - 20.2.3. Las canalizaciones metálicas o los conductores de tierra del equipo se deben “puentear” al poste mediante un conductor de puesta a tierra.
 - 20.2.4. Los conductores instalados en postes metálicos verticales, utilizados como canalizaciones, deben estar sujetos.
21. Los cables y cordones flexibles debe estar protegido contra daños accidentales. Debe evitarse las esquinas agudas y las salientes. Cuando se pase a través de puertas u otros puntos críticos, debe proporcionarse una protección adecuada para evitar daños.
22. Los cables que entren en envoltentes que contengan dispositivos que requieran terminales, se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.
23. Los conductores y cables aislados utilizados para la alimentación de luminarios en diferentes ambientes deben cumplir:
- 23.1. Lugares secos y húmedos los conductores deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, RHH, RHW, RHW-2, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHHW ó XHHW-2.
 - 23.2. Lugares mojados deben ser:
 - 23.2.1. Con cubierta metálica hermética a la humedad.

- 23.2.2. De los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2; O
 - 23.2.3. De otro tipo certificado para uso en lugares mojados.
 - 23.2.4. Los conductores y cables aislados, utilizados cuando hay exposición directa a los rayos solares deben ser aprobados y marcado como "SR".
 - 23.2.5. Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.
 - 23.2.6. Se debe identificar con marcas y número de circuito en los extremos del conductor aquellos que alimenten al alumbrado principal y emergente.
24. Las características nominales de la lámpara de mayor uso se indican en el libro 4 tomo II de manera enunciativa, se requerirá confirmar con el fabricante las características actuales.
- 24.1. En el caso de las lámparas incandescentes debe tenerse cuidado de seleccionarlas, en función de su tipo de aplicación conforme a las siguientes designaciones:
 - Para uso en interiores en luminarios abiertos.
 - Para uso en interiores en luminarios cerrados.
 - Para uso en exteriores en luminarios abiertos.
 - Para uso en exteriores en luminarios cerrados.
 - Para uso a prueba de intemperie.
 - Para uso subacuático.
 - 24.2 El uso y aplicación de las lámparas incandescentes se permite en los siguientes casos.
 - 24.2.1 Alumbrado o iluminación de ornato
 - 24.2.2 Alumbrado para casos y/o efectos especiales.
 - 24.2.3 Semáforos y señalización

24.2.4 Alumbrado de emergencia en túneles.

24.2.5. Alumbrado de calles, patios, corredores etc.

24.3. Las lámparas de tungsteno halógeno (1,000 cuarzo), producen la energía luminosa cuando el filamento del tungsteno llega al punto de incandescencia, lámparas más eficientes y de mayor duración. Las principales características son:

24.3.1. Eficiencia luminosa superior: de 18 a 25 l/m/w.

24.3.2. Mayor número de horas promedio: 2 000 a 4 000 horas.

24.3.3 Ausencia de ruidos durante su operación.

24.3.4. Gran variedad de potencias: de 5 a 10 000 Watts.

24.3.5. Excelente rendimiento de color.

24.3.6 Excelente mantenimiento de lúmenes a través de las horas de vida de 97%.

24.3.7. Poca variación de temperatura de color a través de las horas de vida en 323 K (50 °C).

24.3.8. La variación de voltaje influye de la misma forma que en las lámparas incandescentes normales.

24.3.9. En algunos tipos de lámparas se deberá respetar la posición de operación especificada, así como las instrucciones de instalación.

24.3.10. Mayor costo que las lámparas incandescentes normales.

Las características nominales de las lámparas de mayor uso se indican en la Tabla 1; de manera enunciativa, debido a los constantes cambios tecnológicos se deberán confirmar éstas con el fabricante.

TABLA 1.- Características técnicas de las lámparas de tungsteno halógeno.

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones		Bulbo/casquillo	Eficiencia lumínica
		Diámetro	Log. total		
W	lm	mm	mm		
300/120 V	6 000	9,5	119	T/R7-s-15	20
500/120 V	10 500	9,5	119	T/R7-s-15	21
1 000/220 V	22 000	9,5	119	T/R7-s-15	22
1 500/220 V	33 000	9,5	119	T/R7-s-15	22

Para aplicaciones en programas de ahorro de energía en edificios públicos, debe de tomarse en cuenta, los nuevos tipos de lámparas de tungsteno halógeno, cuyas características permiten ahorros substanciales en consumo de energía y reducción en el mantenimiento. Debido a una mayor eficacia luminosa y mayores horas de vida promedio, en la Tabla 1a se indican las principales características de las lámparas de tungsteno halógeno ahorradoras de energía, así mismo las recomendaciones de reemplazo:

- 24.4. Lámparas fluorescentes, son fuente de descarga eléctrica que utiliza la energía ultravioleta generada por una alta eficiencia del vapor de mercurio en un gas inerte (argón, criptón o neón) a baja presión. Lámparas de descarga a baja presión, requieren el uso del balastro para controlar sus características de operación. Sus características principales son:

24.4.1. Eficiencia luminosa de: 55 a 100 l/m/w, sin considerar la pérdida: del balastro.

24.4.2. Vida promedio: 6 000 a 20 000 horas, considerando ciclos de encendido de tres horas.

TABLA 1a. Características de las lámparas de tungsteno halógeno

Descripción	Tensión	Watts	Hora de vida promedio	Apertura del haz	Reemplazo a:
45/PAR38/CAP/FL	130	45	2 000	Abierto	75 PAR38/FL
45/PAR38/CAP/WFL	130	45	2 000	Amplio	75 PAR38/FL
45/PAR38/CAP/SP	130	45	2 000	Conc.	75 PAR38/SP
90/PAR38/CAP/FL	130	90	2000	Abierto	150PAR38ÍFL
90/PAR38/CAP/WFL	130	90	2000	Amplio	150PAR38/F
90/PAR38/CAP/SP	130	90	2000	Conc.	150PAR38/SP
150/PAR357CAP/FL	130	150	2000	Abierto	-----
150/PAR38/CAP/SP	130	150	2000	Conc.	-----
150/PAR38/CAP/NSP	130	150	2000	Medio	-----

24.4.3. Empleo de balastro.

24.4.4. Sensibilidad a la temperatura ambiente.

24.4.5. Resistencia a choques y vibraciones.

24.4.6 Calidad de luz.

24.4.7 Mayor eficiencia.

24.4.8 Mayor eficiencia en lámparas de 26 mm de diámetro.

En las Tablas 2 y 2a, se indican las características nominativas de las lámparas, debiendo consultar con el fabricante las características actuales motivadas por los cambios tecnológicos.

TABLA 2.- Características de las lámparas fluorescentes (acabado blanco frío).

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casq.	Pérdida balastro	Eficiencia lumínica global
		Diámetro	Longitud			
W	lm	mm	mm		W	lm/W
20	1 200	38,1	610	G13	10(1)	40
40	3 050	38,1	1 220	G13	10(1)	61
39	3 000	38,1	1 220	Fa8	10(2)	60
75	6 100	38,1	2 440	Fa8	15(2)	68

Considerando un balastro normal para dos lámparas, alto factor de potencia.

(1) Arranque rápido

(2) Arranque instantáneo.

TABLA 2a.- Características de las lámparas fluorescentes ahorradoras de energía (acabado blanco ligero).

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casq.	Pérdida balastro	Eficiencia lumínica global
		Diámetro	Longitud			
W	lm	mm	mm		W	lm/W
30	2 400	38,1	1220	Fa8	6,0	67
34	2 750	38,1	1220	G13	5,5	70
60	5 600	38,1	2440	Fa8	2,5	90

Considerando un balastro ahorrador de energía (Energy Savers) para 2 lámparas, alto factor de potencia.

Se deberá tener especial cuidado con el tipo de balastro utilizado, asegurándose que sea compatible con la lámpara, principalmente cuando se instalen lámparas ahorradoras de energía.

: 24.4.8. Las características generales de las lámparas fluorescentes compactas son:

24.4.8.1. Eficacia luminosa de la lámpara: 57 a 72,5 lm/U.

24.4.8.2. Reducción de dimensiones.

24.4.8.3. Vida promedio nominal: 10 000 a 12 000 horas.

24.4.8.4. Reducido consumo de energía.

24.4.8.5. Distribución cromática excelente, buena distribución luminosa.

24.4.9. Las lámparas fluorescentes compactas se aplican principalmente en programas de ahorro de energía y principalmente en la sustitución de lámparas incandescentes.

24.4.10. Las características nominales de las lámparas fluorescentes compactas más comunes y de mayor uso se indican en la Tabla 3 de manera enunciativa: pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante las características actuales.

24.5. Las características generales de las lámparas de luz mixta son:

24.5.1. No se requiere balastro.

24.5.2. Eficacia luminosa de las lámparas de luz mixta: varía de 20 a 29 lúmenes por Watt.

24.5.3. Vida promedio nominal: 4 500 a 6 000 horas.

TABLA 3. Características de las lámparas fluorescentes compactas (encendido por precalentamiento, acabado confort lujo)

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casq.	Pérdida balastro W	Eficiencia lumínica global lm/W
		Diámetro	Longitud			
7	400	10	133	G23	4	32-33
9	600	10	165	G23	4	36-38
13	900	10	189	GX23	4	50-53
18	1 125	15	227	2G11	7	45-50
24	1 620	15	322	2G11	8	52
36	2 610	15	417	2G11	15	53

24.5.4 Tiempo de encendido (estabilización): 2 ó 3 minutos}

24.5.5 Tiempo de reencendido: 5 minutos.

24.5.6 Muy sensibles a las variaciones de tensión de alimentación.

24.5.7 Restringida posición de operación.

24.5.8 Las características nominales de las lámparas de mayor uso se indican en la Tabla 4 de manera enunciativa; pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante sus características actuales.

TABLA 4. Características de las lámparas fluorescentes compactas (encendido por precalentamiento, acabado confort lujo).

Potencia nominal	Tensión de lámpara	Lúmenes nominales	Bulbo / casquillo	Eficiencia lumínica
160	120-130	2 250	ED-75/E27	14
160	220-230	3 000	ED-75/E27	19
250	220-230	5 500	ED-90/E40	22
500	220-230	13 000	ED-120/E40	26

24.6. Las características generales de las lámparas de vapor de mercurio son:

- 24.6.1. Empleo obligatorio de un balastro.
- 24.6.2. Eficacia luminosa de la lámpara: de 30 a 63 lm/w (este parámetro es determinado por los fabricantes a las 100 horas de operación).
- 24.6.3. Vida promedio nominal: 24 000 horas.
- 24.6.4. Tiempo de encendido (estabilización 3 a 5 minutos)
- 24.6.5. Tiempo de reencendido: 5 a 10 minutos.
- 24.6.6. Refracción de luz: blanco azulado.
- 24.6.7. Las características nominales de las lámparas de mayor uso, se indican en la Tabla 5 de manera enunciativa; Pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante sus características actuales.

En la figura 3 se muestran ejemplos de los principales tipos de lámparas utilizados en el alumbrado público.

Considerando un balastro autotransformador autorregulado de alto factor de potencia.

- 24.6.8. Las variaciones en la tensión de alimentación del balastro producirán un aumento o una disminución en los Watts de la lámpara, dependiendo del tipo de balastro que se use, como se indica en la Figura. 4.

TABLA 5. Características de las lámparas de vapor de mercurio (acabado blanco de lujo)

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casquillo.	Pérdida del balastro	Eficiencia lumínica global
		Diámetro	Longitud			
W	lm	mm	mm		W	lm/W
80	3 700	69,85	153	E-27	20	37
100	4 400	53,97	138	E-27	20	37
125	6 200	69,85	153	E-27	25	41
175	8 500	88,90	211	E-40	30	41
250	13 000	88,90	211	E-40	40	45
400	23 000	117,47	292	E-40	55	51
1 000	63 000	177,80	391	E-40	75	59

24.7. Las características generales de las lámparas de aditivos metálicos son:

24.7.1 Empleo obligatorio de un balastro.

24.7.2 Eficacia luminosa de la lámpara: 80 a 103 lm/W.

24.7.3 Vida promedio nominal: 7 500 a 20 000 horas.

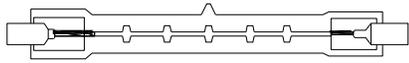
24.7.4 Tiempo de encendido (estabilización): 3 a 5 minutos.

24.7.5. Tiempo de reencendido: 10 a 15 minutos.

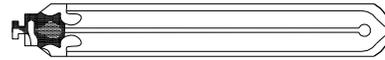
24.7.6. Excepcional rendimiento de color.

24.7.7. Restringida posición de operación, (algunos casos).

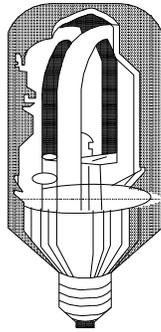
24.7.8. Las características nominales de las lámparas de mayor uso, se indican en la Tabla 6 con acabado claro y en la Tabla 6A con acabado fosforado. De manera enunciativa pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante sus características actuales.



A) Tungsteno halógeno



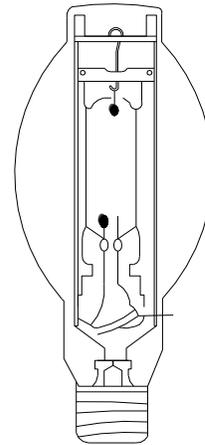
F) Vapor de sodio de baja presion



B) Fluorescentes compactas



E) Vapor de sodio de alta presión



C) Vapor de mercurio

FIGURA 3.- Principales tipos de lámparas utilizados en alumbrado público.

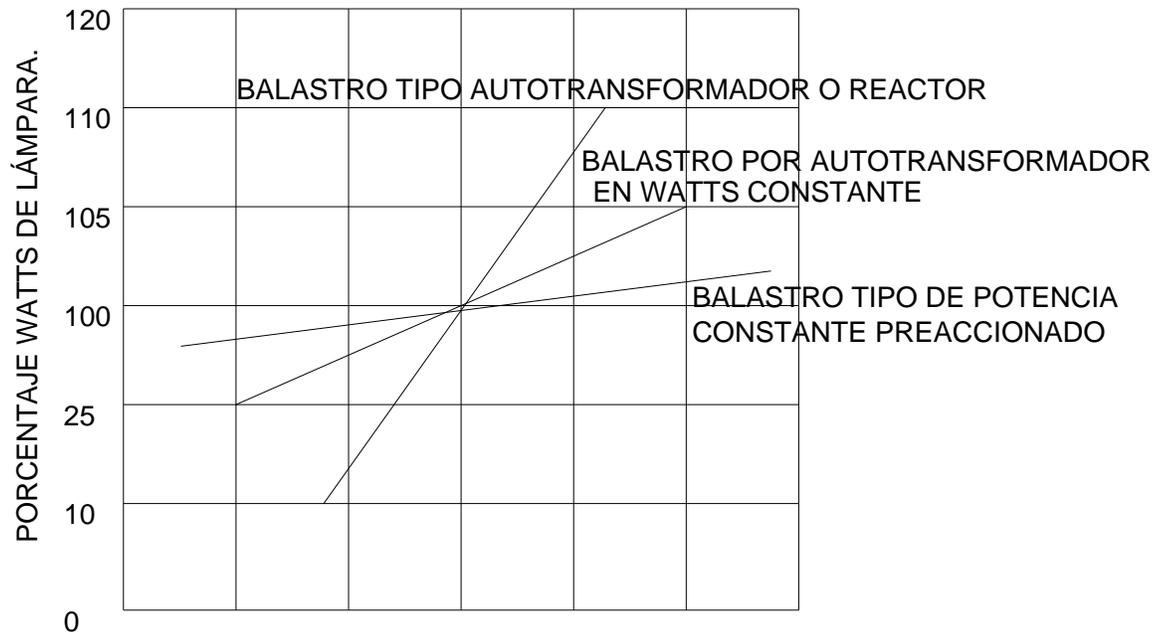


FIGURA 4. Efecto de la variación en los Watts de la lámpara con varios tipos de balastro.

TABLA 6.- Características de las lámparas de aditivos metálicos (acabado claro).

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casquillo	Pérdida balastro	Eficiencia lumínica
		Diámetro	Longitud			
W	lm	mm	mm		W	lm/W
100	8 000	53,97	138	E-26		
125	14 000	88,90	211	E-40	30	68
175	20 500	88,90	211	E-40	35	72
250	36 000	117,47	292	E-40	55	79
400 1 000	110 000	177,80	391	E-40	70	103
	155 000	177,80	391	E-40	110	96

Considerando que el balastro es del tipo auto-transformador autorregulado, alto factor de potencia.

TABLA 6a.- Características de las lámparas de aditivos metálicos (acabado fosforado).

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Casquillo.	Pérdida balastro	Eficiencia lumínica global
		Diámetro	Longitud			
W	lm	mm	mm		W	lm/W
100	8 000	53,97	138	E-26		
175	14 000	88,90	211	E-40	30	68
250	20 500	88,90	211	E-40	35	72
400	36 000	117,47	292	E-40	55	79
1 000	155 000	177,80	391	E-40	70	103

Considerando que el balastro es del tipo auto-transformador autorregulado, alto factor de potencia.

24.8. Las características generales de las lámparas de vapor de sodio de alta presión son:

24.8.1 Empleo obligatorio de un balastro e ignitor electrónico.

24.8.2 Eficacia luminosa de la lámpara: 64 a 140 lm/U.

24.8.3 Vida promedio nominal: 24 000 horas.

24.8.4 Tiempo de encendido (estabilización): 3 a 4 minutos.

24.8.5 Tiempo de reencendido: un minuto.

24.8.6 Posición de operación universal.

24.8.7 Bajo rendimiento de color.

24.8.8. Las características nominales de las lámparas de mayor uso, se indican en la Tabla 7 de manera enunciativa; pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante sus características actuales.

TABLA 7.- Características de las lámparas de vapor de sodio de alta presión (base mogul).

Potencia nominal	Lúmenes nominales	Dimensiones mm		Pérdida balastro	Eficiencia lumínica Global
		Diámetro	Longitud		
W	lm	mm	mm	W	lm/W
50	4 000	53,97	19	20	57
70	6 300	74,61	19	30	63
100	9 500	74,61	19	30	73
150	16 000	74,61	19	35	86
200	22 000	57,15	248	43	91
250	27 500	57,15	248	50	92
400	50 000	57,15	248	65	108
1 000	140 000	79,37	383	90	128

Considerando un balastro tipo autotransformador autor-regulado en adelante, alto factor de potencia.

24.9. Las características generales de las lámparas de vapor de sodio de baja presión son:

24.9.1. Eficacia luminosa de la lámpara: 100 a 185 lm/W.

24.9.2. Vida promedio nominal: 8 000 horas.

24.9.3. Tiempo de encendido (estabilización): 6 a 12 minutos.

24.9.4. Producción de luz monocromática amarilla.

24.9.5. Pobre índice de rendimiento de color.

24.9.6. Excelentes resultados desde el punto de vista percepción visual.

24.9.7. Restringida posición de operación

Actualmente existen desarrollos que permiten eficacias luminosas que varían de 140 a 200 lm/W.

- 24.9.8. Debido a la alta concentración de sodio dentro de la lámpara, cuando es necesario destruir la misma, se recomienda extremar precauciones, mismas que son indicadas por el fabricante.
- 24.9.9. Las características nominales de las lámparas de mayor uso, se indican de manera enunciativa, en la Tabla 8, pero debido a los constantes cambios tecnológicos se requerirá confirmar con el fabricante sus características actuales.

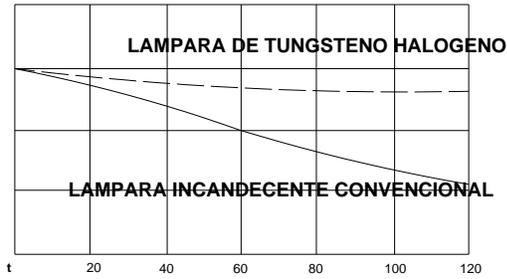
TABLA 8.- Características de las lámparas de vapor de sodio de baja presión (base b y 22 d).

Potencia nominal W	Lúmenes nominales lm	Dimensiones mm		Pérdida balastro W	Eficiencia lumínica global lm/W
		Diámetro mm	Longitud mm		
18	1 770	51	216	14	55
35	4 800	51	310	25	80
55	8 000	51	420	25	100
90	13 500	65	520	35	108
135	22 500	65	775	43	126
180	32 500	65	1120	40	148

Considerando un balastro tipo autotransformador alta reactancia, alto factor de potencia.

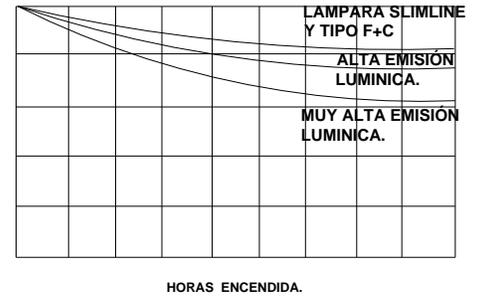
- 24.9.10. En la Figura 5 se muestran las curvas de mantenimiento de lúmenes de los diferentes tipos de lámparas utilizadas en alumbrado público.

PORCENTAJE DE LUMENES INICIALES



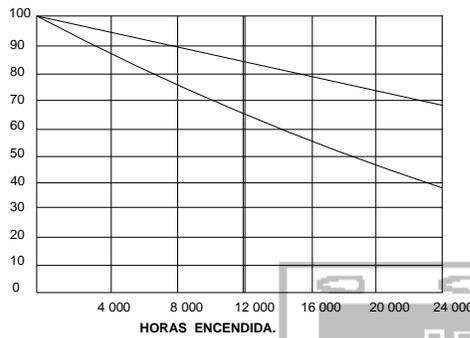
A) TUNGSTENO HALOGENO

PORCENTAJE DE LUMENES INICIALES



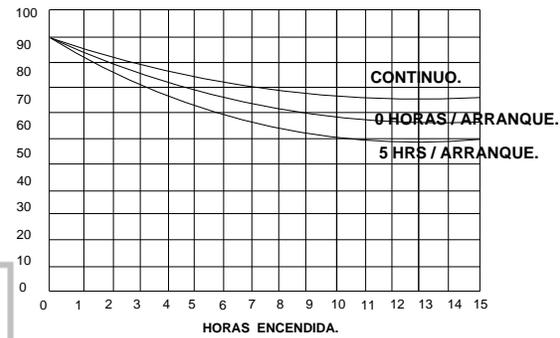
B) FLUORESCENTES

PORCENTAJE DE LUMENES INICIALES

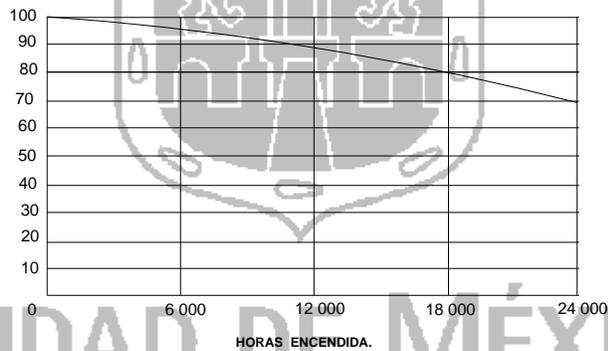


C) VAPOR DE MERCURIO

PORCENTAJE DE LUMENES INICIALES



D) ADITIVOS METALICOS



E) VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

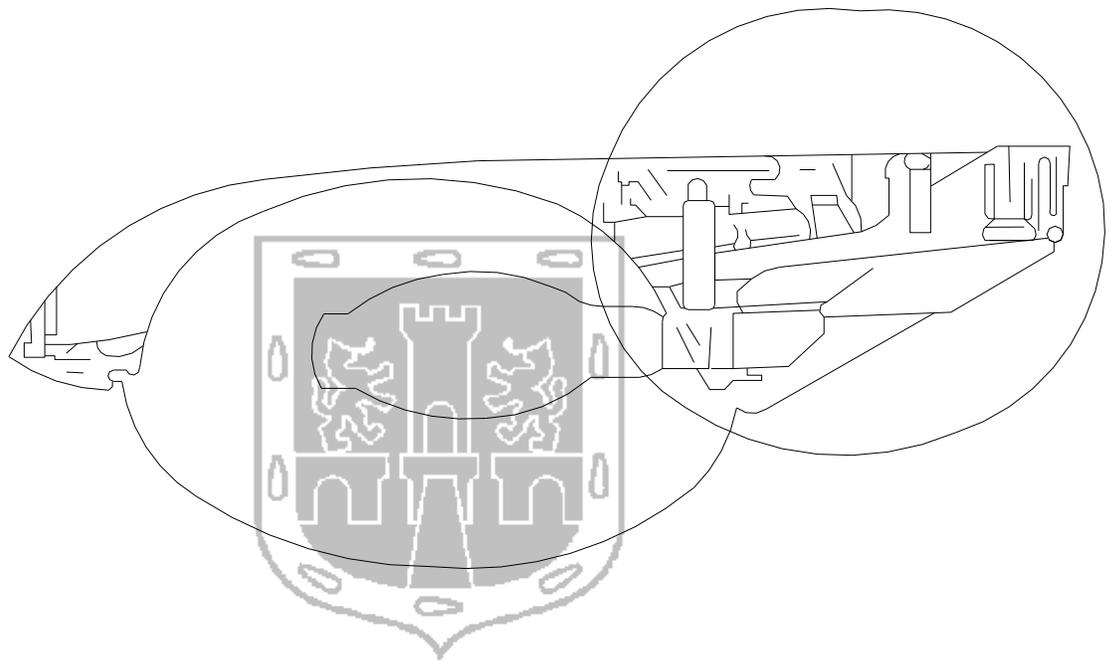
FIGURA 5. Mantenimiento de lúmenes de los principales tipos de lámparas.

- b. Características de las luminarias.- Estas deberán cumplir con las normas técnicas que regulan las características mecánicas y eléctricas de los elementos que la constituyen para tal efecto se recomienda efectuar pruebas de los diferentes parámetros en un laboratorio acreditado.

Por lo que una luminaria para alumbrado público de vialidades consta de:

1. Lámpara.- Estrechamente relacionadas con las características de la lámpara a utilizarse (este elemento se encuentra alojado en el sistema óptico).
2. Sistema óptico. Tiene por objeto modificar la distribución del flujo luminoso emitido por la lámpara y consta de:
 - a. Reflector.
 - b. Refractor.
3. Soporte de la lámpara.- Deberá ser de porcelana y soportar los pulsos de tensión que requiera el tipo de lámpara para el arranque.
 - 3.1. El portalámparas deberá tener la flexibilidad de colocación de acuerdo a especificaciones ANSI en combinación con la luminaria.
4. Cuerpo del luminario (carcasa).- El cuerpo del luminario deberá ser de aluminio preferentemente fundido a presión, con el propósito de lograr espesores uniformes de la carcasa y unidades de iluminación más ligeras, el espesor deberá cumplir con las normas nacionales establecidas para tal fin. Las características generales que deben de cumplir las luminarias son:
 - 4.1. Permitir una acción fácil para el mantenimiento necesario ya sea para cambio de lámparas o arreglos eventuales.
 - 4.2. Fácil acceso a todas las componentes eléctricas.
 - 4.3. Asegurar la protección de la lámpara y de los equipos eléctricos auxiliares.
 - 4.4. Excelente resistencia a la corrosión, a las variaciones térmicas y a los rayos solares, el cuerpo debe tener una buena resistencia a los choques mecánicos, una gran rigidez y no se debe deformar por la acción de elementos exteriores y por la vibración.
5. El montaje de la luminaria puede ser realizado con elementos integrales o bien con elementos adicionales como son postes, brazos, etc. Independientemente del tipo de elementos el montaje debe de garantizar el fácil acceso quinario y debe de asegurar una permanente posición del mismo, pudiendo ser fijos u ornamentales.

- 5.1 Los tornillos y elementos de fijación de luminaria deberán al menos un tratamiento de galvanizado y otro tipo de recubrimiento resistente a la corrosión.
 - 5.2 El luminario deberá de contar con un lugar específico para alojamiento de los equipos auxiliares, que deberá ser de preferencia un lugar independiente del conjunto óptico.
6. Así mismo los luminarios por su construcción se clasifican en cerrados y abiertos, con balastro integral (autobalastados) o para balastro remoto, como se ilustran en la Figura 5a. y 5b.



CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 5a. Luminario tipo cerrado a) De balastro remoto

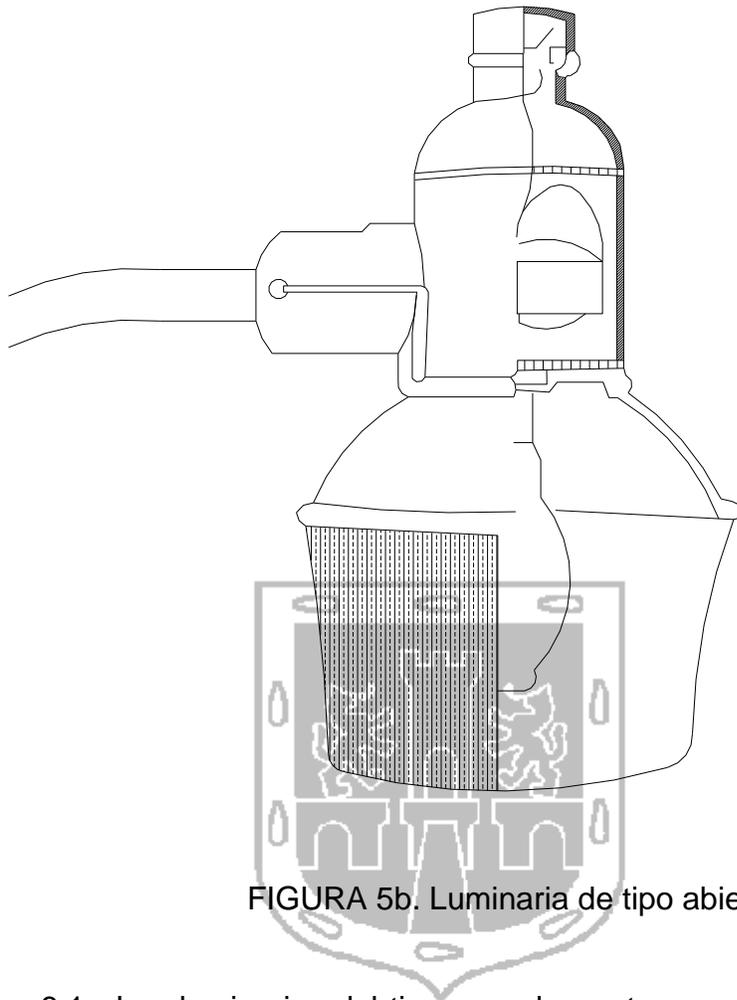
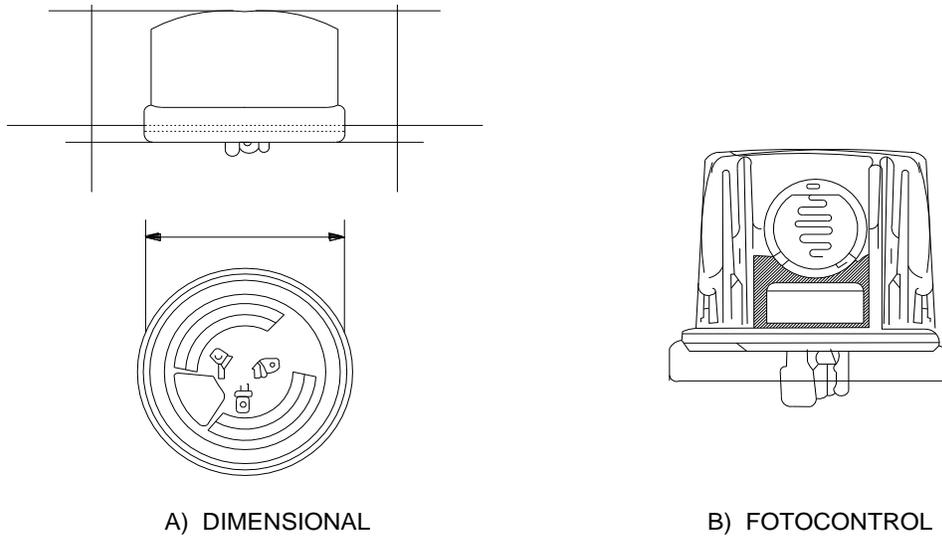


FIGURA 5b. Luminaria de tipo abierto

- 6.1 Las luminarias del tipo cerrado, protegen a la lámpara y reflector, de acuerdo a la calidad del sello que tengan para evitar la acumulación de polvo en las partes internas, algunos luminarias están equipadas con filtro de carbón que evita el paso de los polvos, contaminantes e insectos, al mismo tiempo que mantiene una presión interna igual a la externa, la hermeticidad se mantiene únicamente cuando se usan correctamente los aditamentos de cierre.
7. Las lámparas de descarga (H. I. D.) que requieren de balastos, adicionales a lámparas fluorescentes son los siguientes:
- 7.1 Vapor de mercurio
 - 7.2 Aditivos metálicos.
 - 7.3. Vapor de sodio de alta presión.
 - 7.4. Vapor de sodio de baja presión.

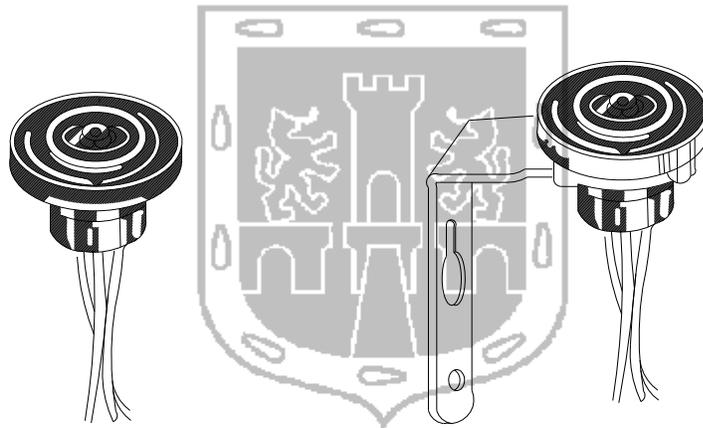
8. Una de las características más importantes de los diferentes tipos de balastos, es el grado de control que tienen sobre los Watts de la lámpara (salida de luz) cuando se tienen cambios en la tensión de alimentación, y estos pueden ser:
 - 8.1. Balastro para lámparas de vapor de mercurio, de fácil control de estabilidad la tensión es durante su vida útil -3%, con los circuitos en:
 - En atraso.
 - Autotransformador autorregulado.
 - Transformador de potencia constante.
 - 8.2. Balastos para lámparas de aditivos metálicos de circuito autotransformador por los efectos conocidos de "re ignición".
 - 8.3. Balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión.- Estos cuentan con un circuito auxiliar que genera pulsos de arranque de aproximadamente 3 500 V con el objeto de encender la lámpara, dispositivo llamado "ignitor".
 - 8.4 Balastos para lámparas de baja presión.- Las características de esta lámpara, requiere de un balastro tipo "atrasado". Autotransformador de alta reactancia con alto factor de potencia.
9. Los aparatos y dispositivos de control pueden ser por medio de controles, como los que se indican a continuación.
 - 9.1 Para el control de una sola lámpara.
 - 9.2 Para controlar varias lámparas de un mismo circuito.
 - 9.3 En la operación de un circuito de control, mediante el cual se opera un relevador contactor diseñado para el control y protección de los circuitos de alumbrado. Los diferentes fotocontroles existentes se muestran en la Figura 6.

Entre (A) y (B) se cierra o abre el circuito al disminuir o al incrementarse la intensidad lumínica respectivamente.



A) DIMENSIONAL

B) FOTOCONTROL



C) RECEPTACULO

D) MENSULA CON RECEPTACULO

FIGURA 6. Foto controles de luminarios.

10. Las características de los contactos de los foto controles, cuentan con contactos "normalmente cerrados" (NC), calibrados para la potencia de diseño (1,000 Watts con carga incandescente ó - 1,800 V.A. para cargas con lámparas de vapor de mercurio, de sodio de alta presión, de sodio de baja presión, de aditivos metálicos o bien fluorescentes).

10.1 Tiempo de retardo, los foto controles deben estar fabricados con elementos que permiten su operación con un mínimo de 15 segundos y no más de 30 segundos de retardo, para evitar su operación debido a luces o sombras momentáneas que pudieran activar al foto sensor.

- 10.2 Orientación del foto control, para lograr su máxima eficacia, el foto control debe orientarse al norte cuando se instala en el hemisferio norte y hacia el sur cuando se usa en el hemisferio sur, para evitar la mayor incidencia de rayos ultravioleta sobre la fotocelda lo que permite una mayor vida útil, evitándose su desgaste prematuro. En el caso de foto controles con cubierta omnidireccional, no existe exigencia respecto a la orientación de la misma.
- 10.3 Cubierta o tapa, la cubierta del control debe ser de policarbonato, cristal enrejado, noryl o material equivalente, resistente al alto impacto y sensibilizado a rayos ultravioleta conforme a las normas EEI y NEMA.
- 10.4 Ajuste o calibración, el control deberá estar calibrado por el fabricante con una relación de encendido a apagado de 1:3.
- 10.5 Garantía, deben contar con una garantía mínima de 2 años trabajando bajo condiciones normales de operación, por lo que deben contar con marca de la fecha de su fabricación.
- 10.6 Rango de temperatura de operación: el rango de operación de los foto controles debe ser de: 283 K a 403 K (10 °C a 130 °C).
- 10.7 Tipos de construcción, sus terminales pueden ser según su aplicación, cables con color codificado pudiendo llevar o no aditamento de desconexión de acción rápida y navajas curvas de 1/4 de giro para el contacto en el receptáculo correspondiente.
- 10.8 Protección contra incremento de la tensión eléctrica, los foto controles deben de incluir su respectiva protección con disparo a 1 500 V o menos como en el caso de aquellos con varistor oxido metálico (VOM); el foto interruptor deberá de contar con protección contra transitorios para limitar la tensión de éstos a valores menores que el nivel básico de aislamiento de impulso del dispositivo.
- 10.9 Rigidez dieléctrica.- La rigidez dieléctrica deberá ser mínimo de 2 500 volts.
- 10.10. Frecuencia, el foto control deberá estar fabricado para operar a 50/60 Hz.

11. Foto controles especiales para el caso de ciertas instalaciones tales como parques, estacionamientos, anuncios luminosos, etc., es recomendable el empleo de foto controles de estado sólido ajustables en el sitio para encender y apagar en forma programada a determinadas horas con recuperador automático en caso de falla en la alimentación eléctrica.

Este tipo de foto controles están calibrados para encender a 10.6 lux (un foot-candle), cuentan con retardo en la operación de 5 minutos para evitar que luces extrañas activen el sistema; incluyen un sistema de tiempo, calibrado en planta que puede variar de 3 a 7 horas con intervalos de una hora.

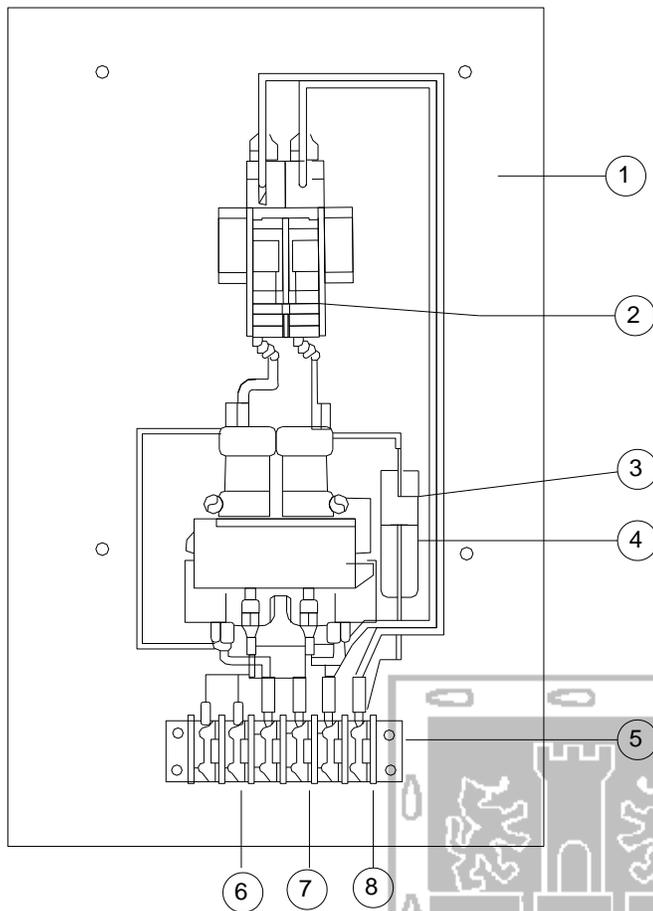
- 11.1 Combinaciones de alumbrado: éste tipo de dispositivo está compuesto de un relevador contactor (del tipo electromagnético o de cápsula de mercurio) y un interruptor termomagnético dentro de un gabinete tipo NEHA 3R a prueba de intemperie con un receptáculo integrado en la parte superior para la conexión de un foto control como se muestra en la figura 7.

- 11.2 La bobina debe ser del tipo intercambiable y el contactor magnético debe contar con contactos bi metales de alma de cobre recubierta con plata en a área de contacto para un mejor servicio.

- 11.3 Existen también contactores cuyo contacto se efectúa a través de una cápsula de mercurio, en éste caso el deterioro de los contactos se reduce ya que el contacto se lleva a cabo entre el mercurio líquido y un electrodo de tungsteno en una atmósfera inerte, sin presencia de oxígeno, en cuyo caso sus características y tipo de pruebas son diferentes.

- 11.4 Aplicación de las combinaciones de alumbrado se utilizan para el control de circuitos múltiples con 2 o más luminarias por circuitos.

Para sustituir interruptores horarios y para aquellos casos en los que las cargas conectadas rebasan la capacidad de interrupción de corriente de los contactos de foto control y hasta de 6 000 Watts por circuito.



COMPONENTES PRINCIPALES DEL RELEVADOR CONTACTOR.

- 1.- Placa soporte en caja NEMA 3R
- 2.- Interruptor termomagnético.
- 3.- Apartarrayos
- 4.- Relevador mercurio a metal
- 5.- Tablilla de conexiones
- 6.- Cables de control
- 7.- Cables de carga
- 8.- Cables de línea.

FIGURA 7.- Relevador contactor.

11.5 Los rangos de temperatura de operación varían de 313 K (40 °C) a 333 K (60°C).

11.6 El gabinete deberá ser tipo NEMA 3R a prueba de lluvia, con tratado anticorrosivo y con aplicación de pintura electrostática para una mejor apariencia y resistencia a la intemperie. Debe de incluir dos combinaciones de orificios en la parte inferior 13 mm (1/2") y 19 mm (3/4") para acoplamiento a ductos y/o a un conector tipo glándula.

11.7 El receptáculo debe ser de bakelita o de otro material termo fijó para evitar las variaciones dimensionales resistentes a la intemperie de 3 polos y 1/4 de vuelta debe cumplir con las normas EEI y NEMA, ajustable en 360° para permitir la correcta orientación del foto control si éste no es del tipo omnidireccional.

11.8 El consumo de energía propio del foto control debe ser máximo de 8 Watts durante el día, al no estar operada la bobina y de 20 Watts por la noche.

11.9 Los controles horarios programables, pueden ser del tipo electromagnético o de estado sólido, consisten de un mecanismo tipo reloj programable para abrir (encender o apagar) un circuito en horas predeterminadas en ciclos de 24 horas y 20 minutos de duración mínima entre ciclo y ciclo, instalados dentro de un gabinete tipo NEMA 3R, o bien de material plástico resistente a la intemperie y alto impacto.

Los del tipo de electromagnético incluyen un pequeño motor síncrono sellado para su mejor servicio y un mecanismo con resorte para restauración de ciclos en caso de falla en la alimentación eléctrica.

Los del estado sólido pueden estar fabricados a base de componentes discretos o a través de microprocesadores.

Los controles horarios programables solos o combinados con un foto control permiten la operación en tiempos predeterminados de circuitos de alumbrado en parques, jardines, anuncios luminosos, túneles y pasos vehiculares a desnivel, pasos peatonales y áreas de estacionamiento o de uso general, así como de fachadas y monumentos, todos ellos los cuales para una mayor ahorro de energía no conviene que permanezcan encendidos por largos periodos como puede ser el caso de monumentos después de determinada hora de la noche.

12. Subestaciones y transformadores, estos elementos se consideran únicamente en los sistemas de alumbrado público alimentados en alta tensión. La subestación debe ser del tipo poste conforme se muestra en la Figura 8.

13. Los luminarios para el alumbrado público se instalan sobre postes, que de manera general pueden ser ménsulas o bien arbotantes (postes). Dichos arbotantes podrán ser de lámina de acero en forma circular, octagonal, cuadro o bien recto, o de concreto de diferentes formas (postes utilizados generalmente por la compañía suministradora de energía para sus líneas de distribución).

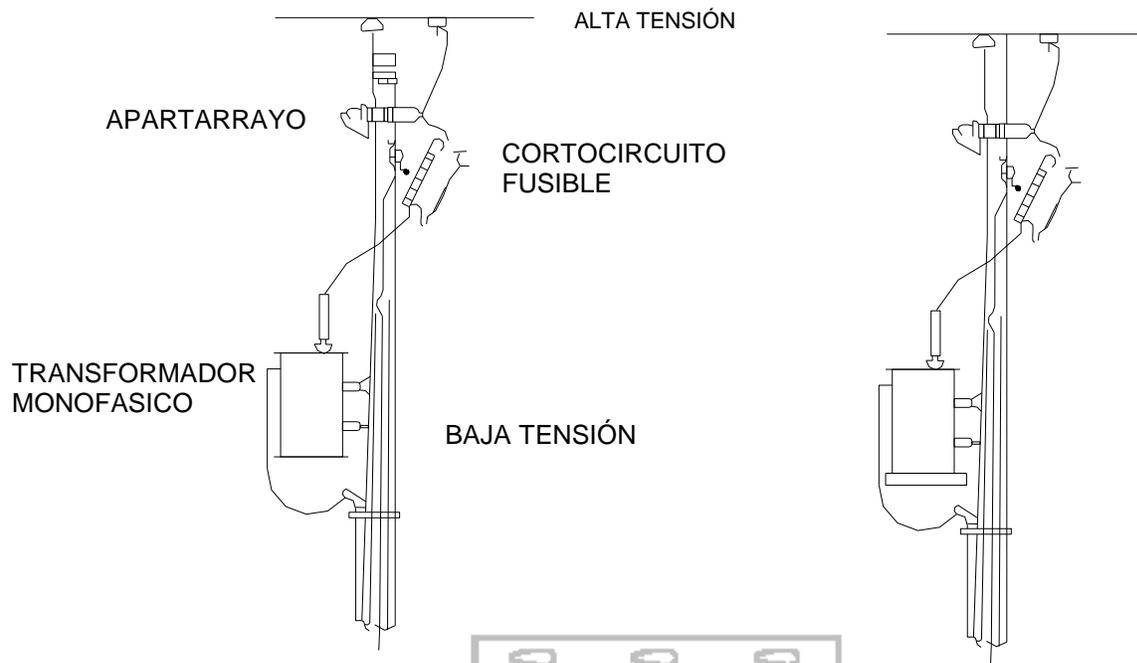


FIGURA 8. Arreglo típico de sistemas de alumbrado

13.1 Un arbotante para alumbrado público debe cumplir los siguientes requisitos:

13.1.1. Resistir los esfuerzos debido al viento y a los choques normales.

13.1.2. Resistir los efectos de la intemperie y la corrosión.

13.1.3. Ser relativamente ligeros para facilitar las acciones de mantenimiento.

13.1.4. Ofrecer un alojamiento y fácil acceso a los dispositivos auxiliares que deben instalarse.

13.1.5. Requerir el mínimo de acciones de mantenimiento.

13.2 Además, se debe tomar en cuenta el aspecto estético, de tal forma que armonice con el entorno urbano.

- 13.2.1. Brazo.- Elemento destinado a soportar uno a varios luminarios a una distancia determinada del eje de la parte recta inferior de la caña. Puede ser parte integral del arbotante o un elemento independiente.
- 13.2.2. Ménsula.- Soporte de un punto de luz adosada a una pared o muro.
- 13.2.3 Acoplamiento del luminario.- Elemento situado en el extremo del brazo que permite la fijación del luminario. Puede ser parte integrante del brazo o un elemento por separado.
- 13.2.4 Rótula o articulación.- Elemento que permite la orientación del luminario.
- 13.2.5 Soporte de la placa.- La placa de soporte debe ser rígidamente soldada a la caña de tal forma que permita fijar el arbotante por medio de anclas a un cimiento adecuado. Además permite el paso de los cables para la conexión del luminario.
- 13.2.6 Registro de conexiones.- Apertura en la caña del arbotante que permita realizar las conexiones eléctricas; deberá cubrirse con una tapa fabricada en lámina de acero con broche y bisagra de acero inoxidable.
- 13.2.7 Anclas.- Pernos metálicos empotrados en la cimentación de concreto, para sujetar la base (placa o pedestal) al cimiento.
- 13.2.8 Altura de montaje (AM).- Altura media del plano de luz, tomando como origen el plano medio de la vialidad.
- 13.2.9 Longitud del brazo.- Es la longitud de la proyección del brazo sobre el plano de la vialidad.
- 13.2.10 Saliente sobre la guarnición (del brazo).- La distancia media horizontal y en sentido normal a la línea de la guarnición entre ésta y el centro de la fuente de luz.
- 13.2.11 Separación de la guarnición (del poste).- La distancia media horizontal y en sentido normal a la línea de la guarnición entre ésta y el eje del poste.

13.2.12 Inclinación del brazo.- Ángulo que forma el eje del brazo, al que se acopla el punto de luz, con una proyección sobre el plano de la vialidad.

13.2.13 Inclinación del luminario.- Ángulo que forma el eje del luminario con su proyección sobre el plano de la vialidad.

13.3. Los arbotantes más comunes son los fabricados con lámina de acero rodada en frío, contruidos de una sola pieza, cuyo calibre está de acuerdo con la altura necesaria. Este tipo de arbotantes ofrecen varias ventajas como son:

13.3.1 Buena resistencia a los choques y a los esfuerzos mecánicos.

13.3.2 Una buena resistencia a la corrosión si siguen las instrucciones establecidas por los fabricantes:

13.3.2.1 Un reducido mantenimiento.

13.3.2.2 De forma esbelta.

13.3.2.3 Un precio económico.

13.4 Protección contra la corrosión.- Los arbotantes fabricados en lámina de acero deberán ser protegidos contra la corrosión utilizando alguno de los procedimientos siguientes:

13.4.1. Protección por pintura.- El interior y exterior del arbotante deberá estar protegido por una o varias capas de pintura anticorrosiva alquídica aplicada por el método de inmersión total, asegurando una cobertura al 100%. Deberá observarse que exista una desoxidación total por medios abrasivos antes de la aplicación de la pintura anticorrosiva.

13.4.2. Protección por galvanizado.- El interior y el exterior del arbotante deberá estar revestido de zinc, por el proceso de galvanizado en caliente por inmersión total. Deberá observarse una buena uniformidad del compuesto ferro-zinc.

13.5 Arbotantes fabricados en aleación de aluminio ofrecen las siguientes ventajas:



13.5.1. Buena resistencia a los choques y a los esfuerzos mecánicos.

13.5.2. Excelente resistencia a la corrosión, aún en atmósferas contaminadas.

13.5.3. Ausencia total de mantenimiento.

Este tipo de arbotantes tiene la posibilidad de que se aplique en acabado anodizado, con el propósito de mejorar aún más la resistencia a la corrosión, o bien, lograr efectos decorativos si se anodizan en colores.

Para el caso de utilizarse en medios húmedos, a la orilla del mar, o en atmósferas, las superficiales en contacto con el hormigón, concreto o tierra deberán de protegerse con una capa de pintura anticorrosiva.

13.6 Los arbotantes de concreto son fabricados en concreto armado, pretensado o pos tensado.

Estos arbotantes son fincados directamente en el piso y se utilizan por lo general en las instalaciones de colonias proletarias o zonas suburbanas, aprovechando las instalaciones de la compañía suministradora de energía.

14. Tipos de arbotantes (formas).- Existen diferentes tipos de arbotantes, los cuales se seleccionan en cuanto a su forma y tamaño de acuerdo a su aplicación y medio urbano. En la Figura 9 se indican algunos de los modelos más representativos.

CIUDAD DE MÉXICO

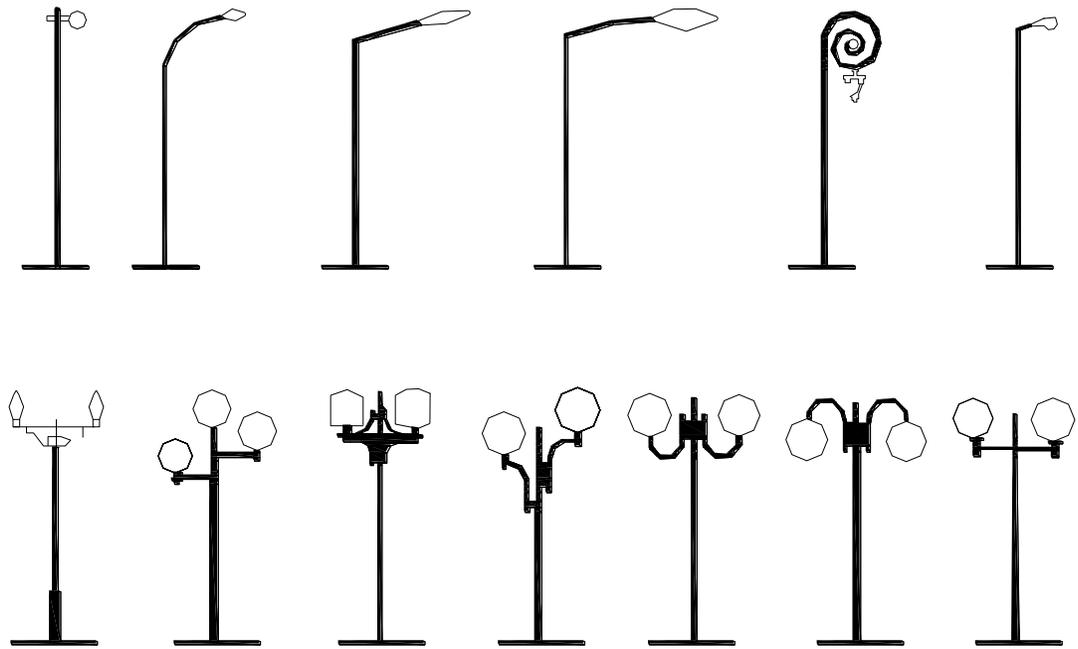


FIGURA 9.- Tipos de arbotantes.

15. Materiales varios: en la actualidad se fabrican arbotantes en diferentes tipos de materiales como son: fundición aluminio, madera o fibras sintéticas, dependiendo de la aplicación y uso pero cada tipo de material cuenta con restricciones en cuanto a corrosión, altura de montaje, longitud del brazo, etc.
16. Los equipos y partes componentes del sistema de alumbrado, deberán tener los datos necesarios para su identificación. Estos datos pueden ser entre otros:
 1. Marca.
 2. Modelo.
 3. Capacidad (en Watts, volts, lumen, etc.)
 4. Frecuencia de operación.
 5. Corriente.
 6. Condiciones de servicio.
 7. Número de identificación o serie.
 8. La leyenda "Hecho en México" o país de procedencia

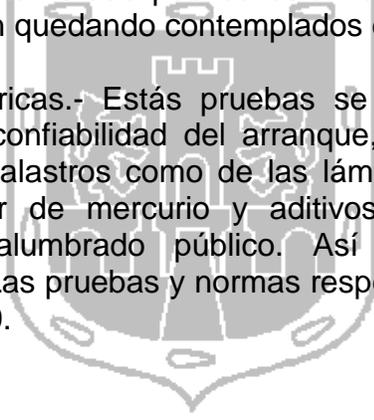
- c. Las pruebas de control de calidad que se llevan a cabo para un sistema de alumbrado público, las podemos clasificar en dos grupos; de acuerdo principalmente a la confiabilidad, función y aplicación del sistema y sus partes.

Todo sistema de alumbrado público consta de 2 partes principales:

- d. Conjunto de potencia es el que está constituido por: Un balastro, capacitor, ignitor, terminales de conexión, conductores y misceláneos.
- e. Conjunto óptico es el que esta constituido principalmente por: Un reflector, refractor y lámpara.

Las pruebas de control de calidad, se clasifican en dos grupos.

- f. Las pruebas de laboratorio aplicables a las partes principales y misceláneos de un sistema de alumbrado público están basados en normas y métodos establecidos y están quedando contemplados en:
 - 1. Pruebas eléctricas.- Estas pruebas se realizan con el propósito de garantizar la confiabilidad del arranque, el funcionamiento y vida útil tanto de los balastos como de las lámparas (vapor de sodio de alta presión, vapor de mercurio y aditivos metálicos) utilizados en un sistema de alumbrado público. Así como de foto controles y conductores. Las pruebas y normas respectivas se indican en las tablas 16, 17, 18 y 19.



CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16.- Pruebas eléctricas a balastos para lámparas de descarga de alta intensidad (h.i.d.)

Prueba	tipo*	Norma de referencia
Características del pulso		
Amplitud	SAP	ANSÍ C82.4
Posición	SAP	ANSÍ C82.6
Duración	SAP	SERIES ANSÍ C78.1300
Pulsos 1/2 ciclo	SAP	
Características de operación		
Tensión de la lámpara	SAP.VM Y AM	
Corriente de lámpara	SAP.VM Y AM	ANSÍ CB2.9
Potencia de lámpara	SAP.VM Y AM	
Factor de cresta	SAP.VM Y AM	SERIES ANSÍ C78.1300
Tensión de línea	SAP.VM Y AM	
Potencia de línea	SAP.VM Y AM	
Curvas características	SAP	ANSÍ C82.3
Factor de potencia	SAP.VM Y AM	
Pérdidas	SAP.VM Y AM	ANSÍ C78.40
Regulación	SAP.VM Y AM	
Características en vacío		ANSÍ C82.40
Tensión de circuito abierto	SAP.VM Y AM	ANSÍ C82.6
Tensión de circuito abierto pico	SAP.VM Y AM	SERIES ANSÍ C78.1300
Corriente de arranque	SAP.VM Y AM	ANSÍ C78.40
Características dieléctricas		
Resistencia de aislamiento	SAP.VM Y AM	IEC-262
Rigidez dieléctrica	SAP.VM Y AM	NOM - J - 222

Debe consultarse la edición más reciente de las normas.

SAP = Lámparas de vapor de sodio de alta presión. VM = Lámparas de vapor de mercurio. AM = Lámparas de aditivos metálicos.

TABLA 17. Pruebas eléctricas a lámparas de descarga de alta intensidad

Prueba	Tipo *	Norma de referencia
Características de operación		
Tensión de la lámpara	VW, AM SAP	ANSI C78.40
Corriente de la lámpara	VW, AM SAP	ANSI C78.388
Potencia de la lámpara	VW, AM SAP	ANSI C78.386
Factor de cresta	VW, AM SAP	ANSI C78.387
		SERIES ANSI C78.1300
Características de arranque		
Tensión de arranque	VW, AM SAP	ANSI C78.40
Corriente de arranque	VW, AM SAP	ANSI C78.388
Tiempo de calentamiento	VW, AM SAP	ANSI C78.386
	VW, AM SAP	ANSI C78.387
		SERIES ANSI C78.1300
Características de temperatura		
Temperatura del bulbo	VW, AM SAP	ANSI C78.40
Temperatura del casquillo	VW, AM SAP	ANSI C78.388
		ANSI C78.386
		ANSI C78.387
		SERIES ANSI C78.1300
		ANSI C78.25
Características varias		
Maduración de lámpara	VW, AM SAP	IES-LM-54
Pruebas de vida	VW, AM SAP	IES-LM-47

Debe consultarse la edición más reciente de las normas

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 18. Pruebas eléctricas o foto controles.

Prueba	Norma de referencia
Prueba de niveles de operación	NMX-J-358
Rigidez dieléctrica	NMX-J-358
Resistencia del aislamiento	NMX-J-358
Ciclos de vida	NMX-J-358

Debe consultarse la edición más reciente de las normas.

TABLA 19. Pruebas eléctricas a conductores.

Prueba	Norma de referencia
Resistencia de aislamiento	NMX-J-36
Alta tensión	NMX-J-10
Resistividad	NMX-J-36

Debe consultarse la edición más reciente de las normas.

2. Pruebas mecánicas. Estas pruebas se realizan con el propósito de garantizar la confiabilidad de funcionamiento de partes como: cuerpo del luminario, reflector, sellos, pintura, acabados, herrajes y tortillería principalmente. Las pruebas y normas respectivas se enlistan en la Tabla 20.

TABLA 20.- Pruebas mecánicas.

Prueba	Norma de referencia
Hermeticidad al polvo	IEC-598 1
Temperatura	NMX-J-324
Hermeticidad a la lluvia	NMX-J-324
Dureza de la pintura	NMX-U-90
Adherencia de pintura	NMX-J-324
Espesor de la carcasa	NMX-J-324
Dureza del empaque	NMX-R-61
Volatilidad del empaque	
Espesor del recubrimiento (Herrajes y tornillería)	NMX-J-324
Choque térmico	NMX-P-51
Resistencia a la corrosión	NMX-D-122
Vibración	NMX-J-324

3. Pruebas fotométricas. Estas pruebas se realizan con el propósito de determinar las características fotométricas de las luminarias que nos permitan obtener su clasificación de acuerdo a la necesidad de cada vialidad y aplicación. Las pruebas y normas respectivas se enlistan en la Tabla 21.

TABLA 21. Pruebas fotométricas.

Pruebas	Normas de referencia
Luminarias para el alumbrado públicos y exteriores	IES – LM31 Photometric Testing for Roadway Luminaires. IES-RP-8 Roadway Lighting IES-LM-54 IES Guide to Lamp Seasoning
luminarios tipo reflector	IES – LM 35 IES Approved Method for Photometric Testing for Flood Lights
Luminarios tipo interior	IES – LM 46 IES Approved Method for Photometric Testing of Indoor Luminaries

3.1 Pruebas de campo.- Las pruebas de campo se realizan a luminarios de alumbrado público, están basados en métodos establecidos en consideraciones prácticas o de comparación de alumbrado existente durante la inspección. Estas pruebas o mediciones nos ayudan a conocer el comportamiento de las luminarias y también a identificar necesidades de mantenimiento, modificación o sustitución de los equipos o partes de que está formado el sistema de alumbrado público, quedando entre las pruebas principales las siguientes:

1. Pruebas eléctricas.- Estas pruebas se realizan con el propósito de analizar la operación eléctrica del balastro y lámpara, así como poder identificar fallas con necesidades de mantenimiento, modificación o sustitución de estos equipos en las luminarias de alumbrado público. Estas pruebas se enlistan en la Tabla 22.

TABLA 22. Pruebas eléctricas.

No.	Prueba	Equipo	Verificar	Causas posibles	Acción correctiva
1	Medir la tensión de la línea o alimentación	Multímetro (voltímetro)	-Problemas de encendido o arranque de la lámpara -Lámparas que no arrancan -Lámparas que prenden y apagan -Corta vida del balastro y lámpara -Lámparas con mucha o poca luz	- Mala regulación de la línea de (variación de tensión fuera de la tolerancia especificada).	- Estabilizar las variaciones de la tensión de alimentación.
2	Medir la tensión de circuito abierto entre las terminales de la lámpara (sin lámpara)	Multímetro (voltímetro)	-Problemas de encendido o arranque de la lámpara -Lámparas que no arrancan -Lámparas que prenden y apagan -Corta vida de las lámparas	- Tensión de alimentación baja o alta - Balastro con alta o baja tensión de cubierto abierto	- Elegir el TAP correcto del transformador de alimentación. - Cambiar el balastro
3	Medir con continuidad	Multímetro (voltímetro)	-Lámparas que no arrancan -Balastros abiertos -Falsos contactos	- Conexiones equivocadas - Empalmes deficientes - Balastro - Lámparas	- Corregir conexiones - Cambiar balastro - Cambiar lámpara
4	Medir voltaje de lámpara	Multímetro (voltímetro)	-Corta vida de la lámpara -Operación de balastro y lámpara	- Mala regulación de la línea de alimentación - Balastro - Lámpara	- Estabilizar las variaciones de la tensión de alimentación. - Cambiar balastro - Cambiar lámpara
5	Medidor de corriente de lámpara	Amperímetro o de gancho	-Corta vida de la lámpara -Operación de balastro y lámpara	- Mala regulación de la línea de alimentación - Balastro - Lámpara	- Estabilizar las variaciones de la tensión de alimentación. - Cambiar balastro - Cambiar lámpara
6	Cambio de partes	Herramienta adecuada al uso	- Problemas de encendido o arranque de lámparas	- Ignitor - Balastro - Lámpara - Foto control	- cambiar ignitor, balastro, lámpara o foto control

4. Pruebas mecánicas.- Las pruebas mecánicas para luminarios de alumbrado público se recomienda se lleve a cabo en forma periódica (auditoría), con el propósito de elevar sus características de seguridad y de construcción que puedan limitar su operación y eficiencia.

4.1. Estas auditorías o inspecciones depende de las zonas, lugar o medio ambiente donde se hayan instalado.

4.2. Las pruebas serán normalmente del tipo inspección visual y se revisarán los siguientes aspectos principalmente:

4.2.1. Suciedad del conjunto óptico.

4.2.2. Acumulación de agua en el conjunto óptico.

2.2.1. Dispositivos de cierre (seguro) del conjunto óptico.

2.2.2. Apariencia del refractor (fracturas o rotos).

2.2.3. Funcionalidad de empaques o sellos.

2.2.4. Dispositivos de cierre del conjunto de potencia.

2.2.5. Apariencia de la carcasa (oxidación, fracturas, etc.).

2.2.6. Fijación de partes del luminario.

2.2.7. Fijación del luminario al poste.

3.1.6. Alumbrado con lámparas de tipo incandescente deberán transcurrir 20 horas o menos según los Watts de lámpara.

TABLA 23. Pruebas fotométricas.

Prueba	Unidad	Verificar	Equipo
Iluminancia		Niveles de iluminación	* Medidor de iluminancia con color y coseno corregido
Footcandle	lumen/pie		* Fotómetro para iluminación
Lux	lumen/m		
Phot	lumen/cm		

Equipos y sistemas de intercomunicación y sonido.

C.08. En toda instalación telefónica, equipo de sonorización, comunicación, localización y radio, se deberá revisar el proyecto aprobado, verificando: tipo de servicio de acuerdo a necesidades y características de la zona, registros y trayectoria de ductos, el local del conmutador, troncales y extensiones solicitadas y que el registro de acometida esté de acuerdo a especificaciones indicadas por el proveedor de servicio como a continuación se indica:

- a. Se deberá indicar la situación exacta de calles y orientación así como el lugar exacto del registro en la banqueta, para la acometida telefónica, tratándose de conmutadores, de acuerdo a la figura No. 10.

Al instalar la central telefónica privada, se deberá proceder de acuerdo a los lineamientos señalados en el inciso C.01 de este capítulo y además la distribución, deberá ser siguiendo la secuencia de montaje y el orden señalado en el dibujo de la Figura No. 11, para la ubicación exacta en caso de falla del sistema.

- b. Se deberá prever que en todas las dependencias del Gobierno del Distrito Federal, tengan instalados teléfonos públicos en lugares apropiados y que los aparatos empleados se conecten directamente a la central telefónica pública con el objeto de no sobrecargar de tráfico las líneas asignadas a la unidad respectiva.
- c. Se deberá evitar que las canalizaciones, ductos y registros no se localicen, en trayectorias de trazo diferentes a los señalados en el proyecto, los módulos del sistema, deberán quedar bien cimentados y/o empotrados según sea el caso, no deberá haber cruzamiento de ducto y tubería para evitar interferencia, el sistema de batería deberá quedar cerca de un cargador de batería tal como se muestra en la Figura No. 11 para que el sistema no quede fuera de servicio.
- d. Se verificará la distribución de tuberías verticales y horizontales, que parten de la acometida de la empresa suministradora de servicio, además los registros de distribución, cajas y locales telefónicos, deberán quedar perfectamente localizados, la ubicación de los aparatos telefónicos que queden instalados de acuerdo a las necesidades planteadas en el proyecto.
- e. La red telefónica deberá ser lo suficientemente holgada, con el objeto de disponer las líneas telefónicas para absorber cualquier cambio que se requiera, cada registro de distribución y diámetro de tubería deberá tener un 30% de red libre cuando menos.

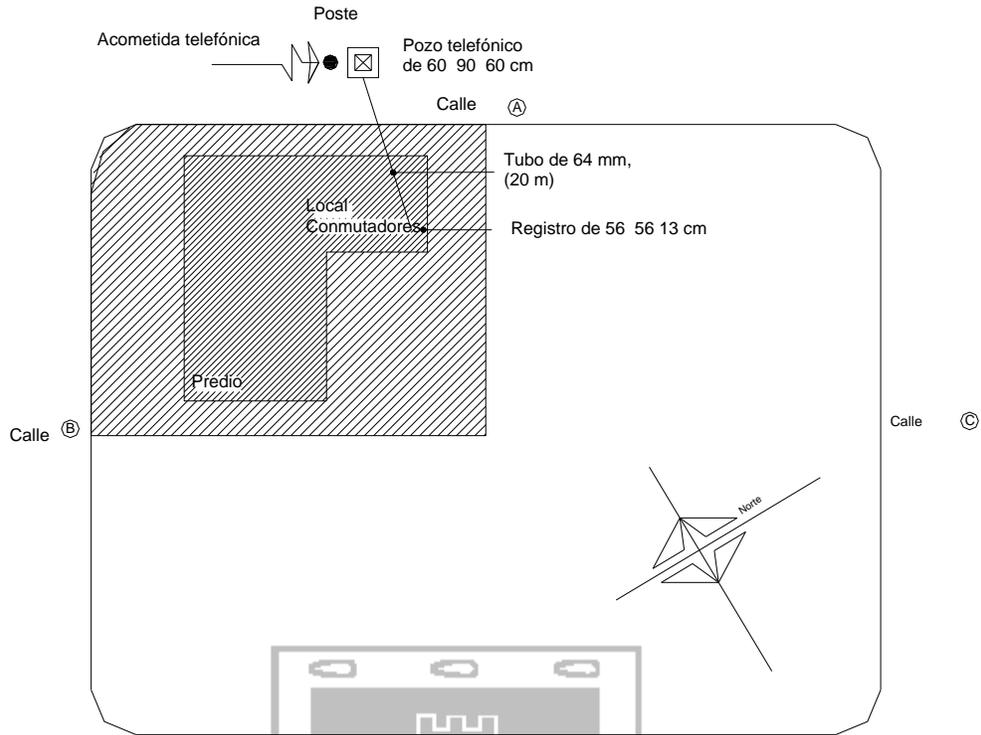


FIGURA 10. Detalle de acometida a nivel de levantamiento topográfico.

- f. La red debe instalarse en forma oculta mediante tuberías o ductos apropiados a fin de proteger las instalaciones contra cualquier daño.
- g. La unión entre el registro y la banqueta, y el de distribución se hace mediante tubería de enlace con pendiente de 5% hacia la calle, con la finalidad de evitar escurrimientos o acumulación de agua en el registro de distribución cuando la tubería de enlace tenga grandes longitudes o cambios bruscos de dirección se colocarán registros de paso a cada 20 metros como mínimo. Cuando se usen tubos de asbesto cemento, los registros de paso serán iguales a los registros de banqueta y localizados a una distancia de 30 metros mínimo uno del otro.

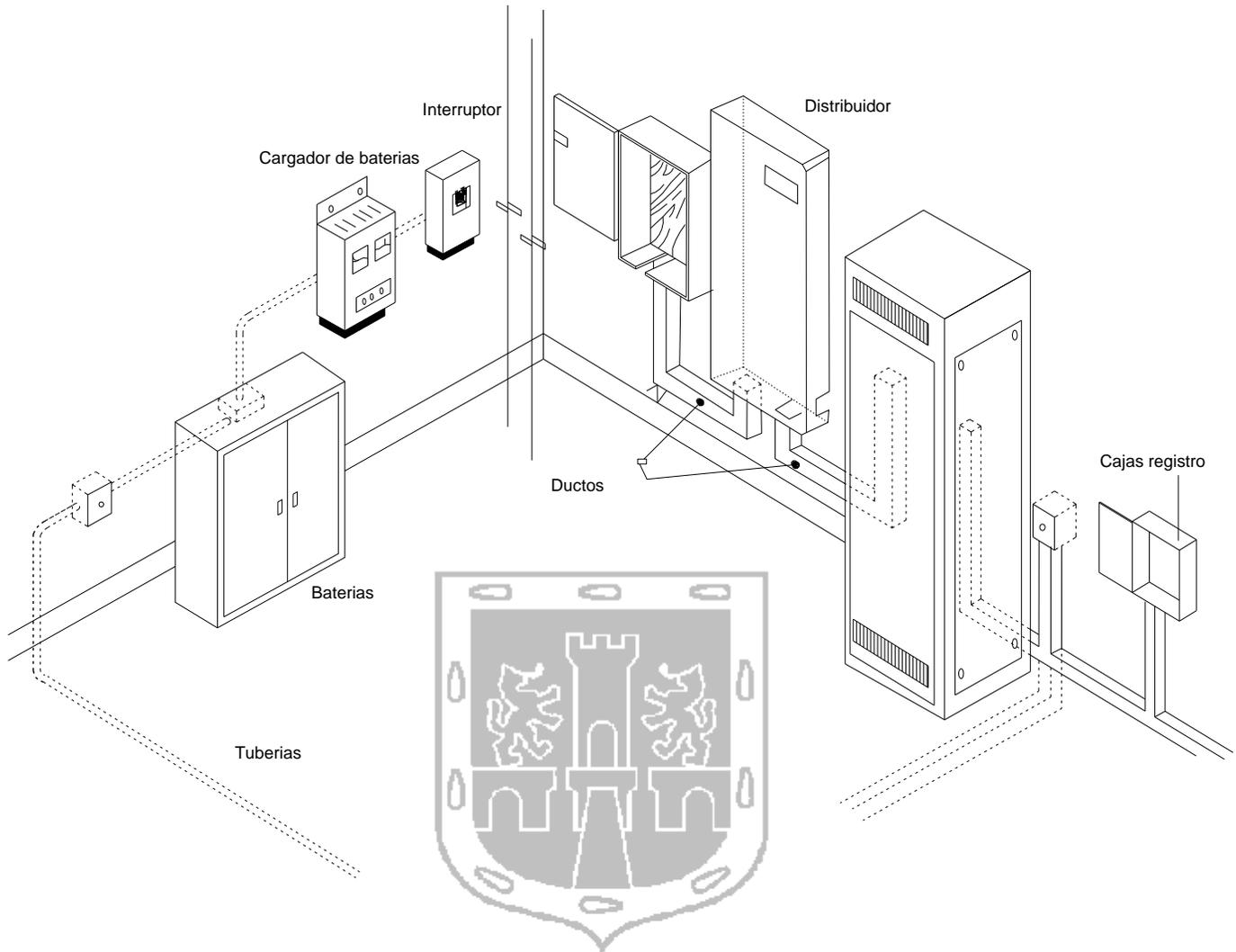


FIGURA 11. Isométrico de central de telefonía privada.

- h. La distribución vertical y horizontal, deberán ser de acero galvanizado pared gruesa (conduit) o material de plástico de cloruro de polivinilo (PVC).
- l. Las curvas que se requieran en los tubos, se ejecutarán con herramienta apropiada y deberán estar de acuerdo con el diámetro de la tubería como se muestra en el cuadro siguiente:

Diámetro de tubo		Radio interior de la curva
(mm)	(pulgadas)	(mm)
13	½"	85
19	¾"	125
25	1"	160
32	1 ¼"	210
38	1 ½"	245
51	2"	315
63	2 ½"	376

- j. Deberá verificarse que la tubería esté seguida con alambre y taponada en sus extremos, para que en el momento de introducir el conductor éste deslice sin dificultad alguna.

En el alambrado se deberá cuidar que el tipo de cable y el número de partes sea el indicado, verificando continuidad y salidas de conmutador a aparatos servidos de línea directa o extensiones.

- k. El local del conmutador telefónico debe instalarse con los siguientes elementos.

- 1.- Tierra física con resistencia máxima de 5 Ohm.
- 2.- Alimentación eléctrica independiente de preferencia de un tablero sub general y emergencia.
- 3.- Contactos de acuerdo al proyecto eléctrico.
- 4.- Extracción en zona de baterías.
- 5.- Acondicionamiento de aire en el local de acuerdo a la zona donde se encuentre la unidad.
- 6.- La instalación de la tubería en la llegada a registro debe colocarse a un lado del mismo, no se debe instalar al centro.

- 7.- La altura de desplante de todo tipo de registros que se utilizan en esta instalación debe ser de 30 cm del nivel de piso terminado.
 - 8.- Las terminales que se van a construir se les debe asignar un número de identificación.
 - 9.- El número que corresponda a cada una de ellas es de acuerdo a su distancia al distribuidor del conmutador; en esta forma la terminal más alejada tendrá el número 1 (uno) y así sucesivamente se numeran, hasta llegar a la más cercana al distribuidor que tendrá el número más alto. Esta enumeración se mantiene aun cuando se realicen ampliaciones.
 - 10.-El diámetro mínimo de la tubería para líneas radiales de distribución será de 19 mm
 - 11.-Por ningún motivo las líneas telefónicas (radiales o principales) deben compartir los ductos de las instalaciones eléctricas.
 - 12.-En canalización exterior, el diámetro mínimo de las tuberías de asbesto cemento debe ser de 100 mm de diámetro y debe tener una pendiente mínima del 5% hacia la calle a fin de evitar escurrimientos y acumulación de agua en registros de alimentación.
 - 13.-La fijación de la roseta de cada uno de los aparatos debe ser a la misma altura de la salida telefónica, desplazada 10 cm. Hacia la derecha o hacia la izquierda indistintamente, según sea el caso.
- l.- El conmutador telefónico debe estar constituido por los siguientes elementos:
- 1.- Conmutador o central telefónica.
 - 2.- Distribuidor
 - 3.- Mesa de operadora
 - 4.- Rectificador
 - 5.- Banco de batería
 - 6.- Protector de líneas.
- m.- Se autoriza instalar los tipos de conmutadores siguientes:
- 1.- Conmutador electromecánico, el cual será integrado por:

- 1.1.- Placas de control de paso
- 1.2. Placa de control y conexión de cordones.
- 1.3. Placa de control auxiliar
- 1.4. Placas de troncal
- 1.5. Placas de mesa de operadora (señalización y conversación)
- 1.6. Placa de categorización de extensiones.
- 1.7. Placa de tonos y señales.
- 1.8. Placa de restrictor de larga distancia.

2.- Conmutador electromecánico de platinas el cual será integrado por:

- 2.1. Platinas de control común.
- 2.2. Platinas de arranque.
- 2.3. Platinas de timbre y tono.
- 2.4. Circuito común de operadora
- 2.5. Circuito de consulta.
- 2.6. Circuito de troncal
- 2.7. Restrictor uno
- 2.8. Restrictor dos.
- 2.9. Circuito de control común.
- 2.10. Circuito de control individual
- 2.11. Circuito de cordón.
- 2.12. Multi selectores.

3.- Conmutador electrónico. El cual se realizara a base de las siguientes tarjetas programadas y circuitos integrados:

- 3.1. Unidad de control de cinta.
- 3.2. Casete (grabación de las facilidades del sistema).
- 3.3. Tarjeta de mantenimiento
- 3.4. Tarjeta de memoria suplementaria.
- 3.5. Tarjeta de control de periféricos.
- 3.6. Tarjeta de generadora de tonos.

- 3.7. Tarjeta de control de cinta.
- 3.8. Tarjeta de operadora.
- 3.9. Tarjeta de control de sistemas.
- 3.10. Tarjeta de conexión interna.
- 3.11. Tarjeta circuito de extensión.
- 3.12. Tarjeta para red interna.
- 3.13. Tarjeta de línea urbana.
- 3.14. Tarjeta de interfase para voceo.
- 3.15. Tarjeta receptor multi frecuencial
- 3.16. Panel de alarmas.
- 3.17. Unidad de alimentación de corriente.

- n.- Todo el cableado que compone la red telefónica y acometida que se conecta al distribuidor, debe ser cocido con hilo de cáñamo a una longitud de 1,5 metros a partir de la tablilla de conexión.
- ñ.- El gabinete metálico distribuidor debe estar fijo al piso, en el caso de distribuidores de pared estos deben estar sujetos al muro sólido, con taquetes y tornillos en cada una de las esquinas.
- o. Los sistemas de intercomunicación y sonorización, se deberán verificar y localizar en proyecto, las áreas que deberán sonorizarse y las restringidas según las necesidades del servicio que comprenderá: voceo local, voceo general y música ambiental, que se utilizan en forma paralela en servicio de voceo general.
- p. La colocación de las baffles con altavoz, de aproximadamente 20 cm de diámetro con transformador de línea 70 VCA, empotrados en plafón y a una altura de 2,40 metros mínimo sobre el nivel del piso terminado o a nivel de las lámparas de alumbrado, cubriendo áreas de 3 a 4 metros de radio.

En áreas donde es imposible cubrir este requerimiento, se colocarán baffles de sobreponer en muros o columnas, no se deberán instalar bocinas en pasillo ni en salas de juntas, Figura 12.

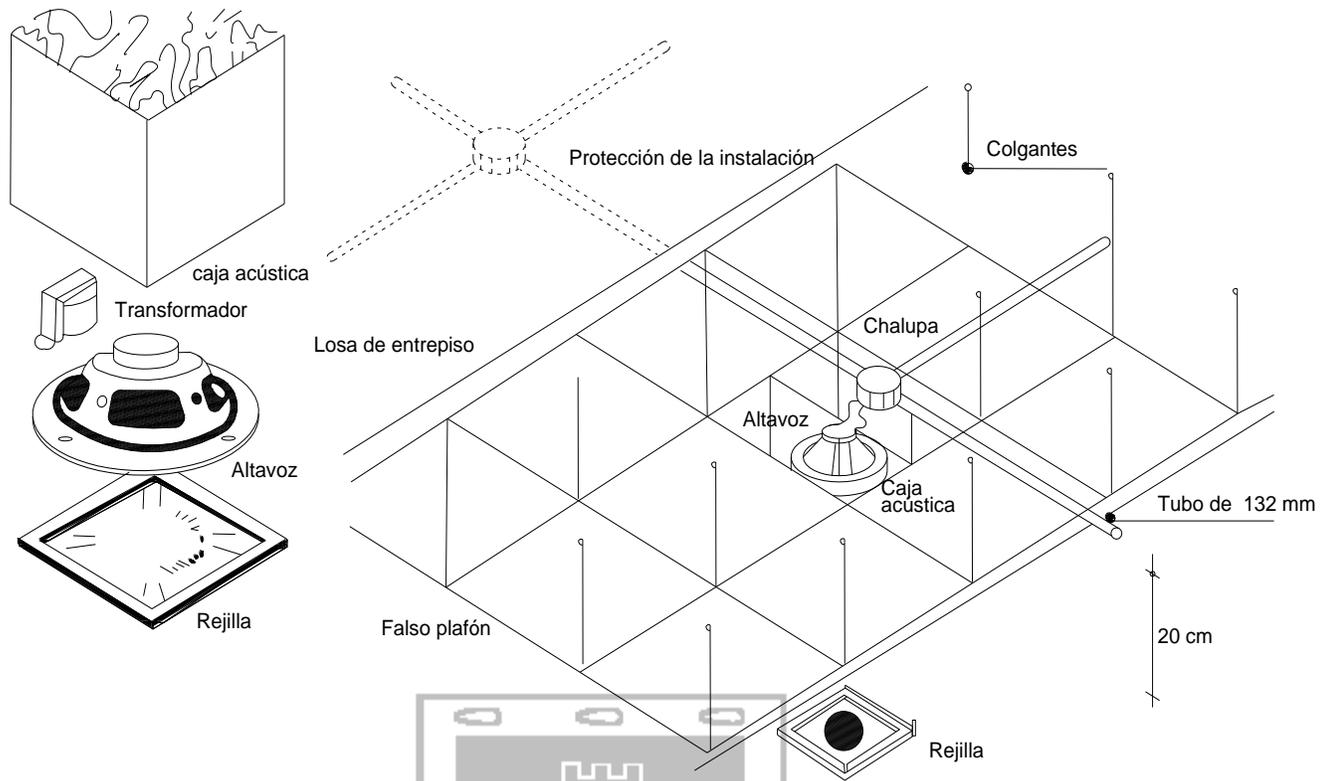


FIGURA 12. Detalle de salida para bafle en plafón.

Se deberán instalar bocinas o bafles, de acuerdo al estudio previo de sonorización, así mismo, se tendrán la localización exacta de la ubicación de la central control y equipo y la localización de los controles de volumen. Ver Figura 13.

- q. En auditorios además se deberá cablear independientemente cada salida de micrófono.
- r. Los sistemas empleados para proporcionar los servicios en el Gobierno del Distrito Federal, se compondrán de, por lo menos, los siguientes equipos:

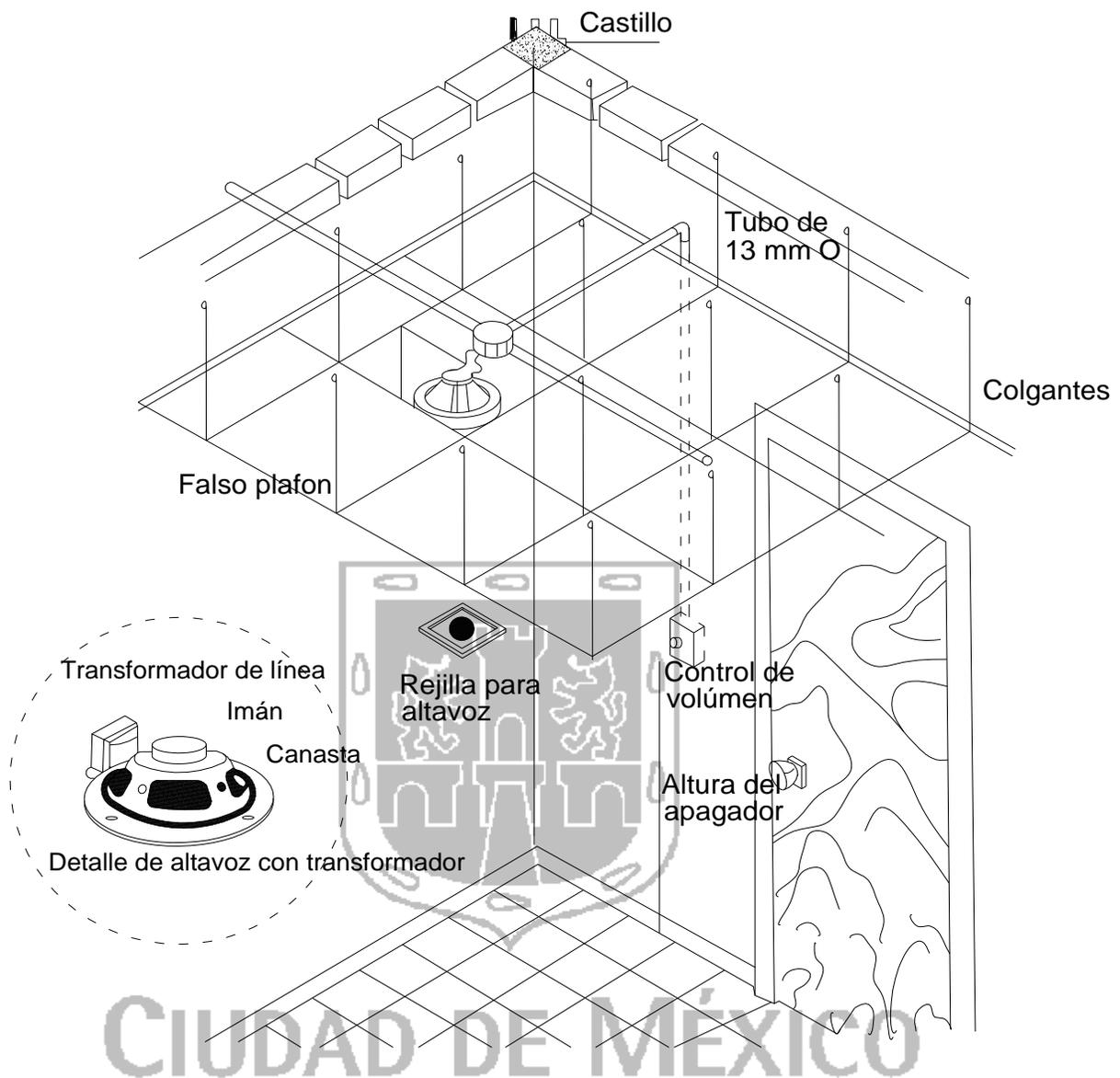


FIGURA 13. Detalle de tubería entre bafle y control de volumen

1. Amplificador
2. Sintonizador
3. Conjunto de altavoces
4. Tornamesa
5. Micrófono

Queda la opción de integrar al sistema: toca-casete, ecualizador, mezclador etc., dependiendo del diseño propio y especificado del área en cuestión.

- s. Los sistemas instalados, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Todos los altavoces provenientes del amplificador, se conectarán a la línea de 70 VCA a través de transformadores acopladores, de acuerdo a especificaciones del proveedor del equipo.

Los equipos de voceo y música ambiental se ubicarán dentro del local del conmutador en el área de operación con la finalidad de tener control del sistema.

- t. En los sistemas radiofónicos, se definirá la frecuencia para la correcta utilización y que comprenderá:

1. Frecuencia a nivel estándar e interestatal de todos los repetidores.
2. Sobre alcance de repetidores.
3. Funcionalidad de acuerdo con las necesidades.

- u. Todo sistema de modulación, intercomunicación, recepción y líneas de transmisión, requerirá por la longitud de la línea de transmisión, del transceptor la antena, debe ser tal, que las pérdidas de energía en la línea sean mínimas y transferencias de energía del transceptor al espacio libre sea máximo.

1. Se recomienda que el sistema de antena se ubique en un sitio cercano al transceptor, sin olvidar que la impedancia y la máxima transferencia de energía depende de la longitud de la línea.
2. En la instalación de la línea de transmisión, se debe cuidar que el equipo y las personas queden debidamente protegidas contra descargas atmosféricas o cruces con líneas de alta tensión.

En la entrada de la unidad, la línea debe quedar debidamente aterrizada o protegida. Deben evitarse los cruces con líneas de potencia de alta tensión, cuando esto sea inevitable deberán emplearse cables con malla o cubierta metálica protectora debidamente protegida. Ver Figura 14.

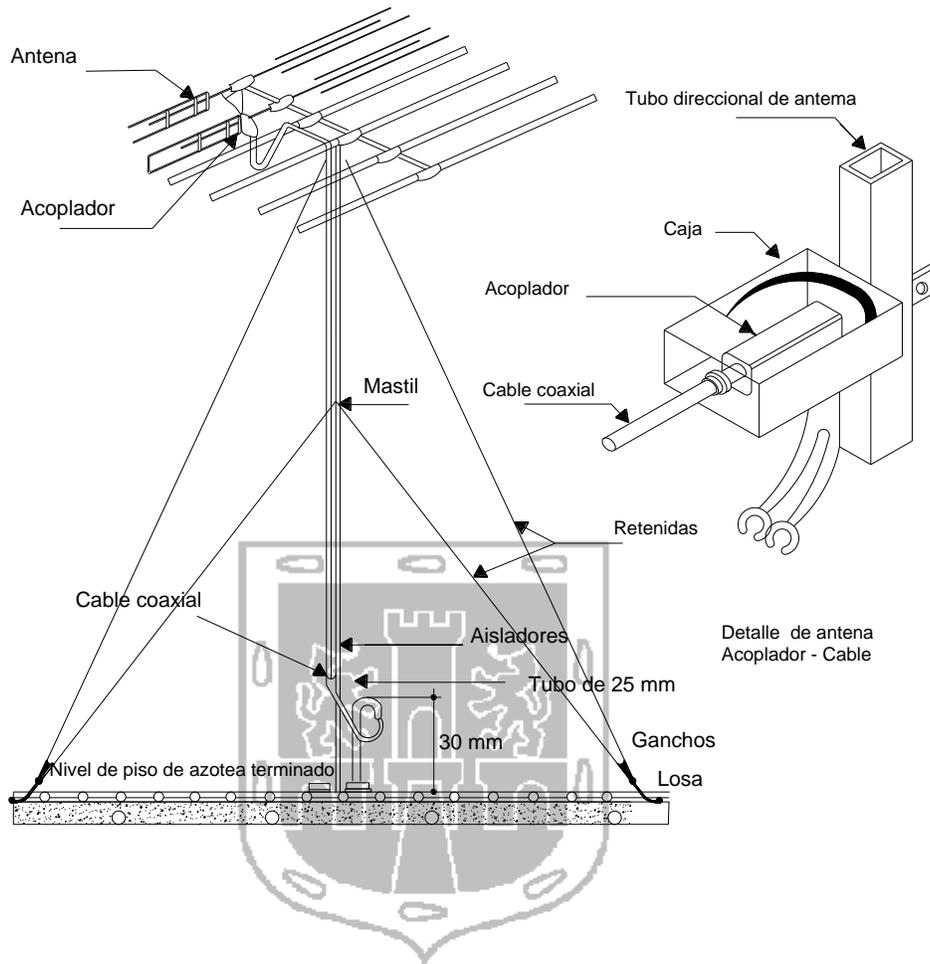
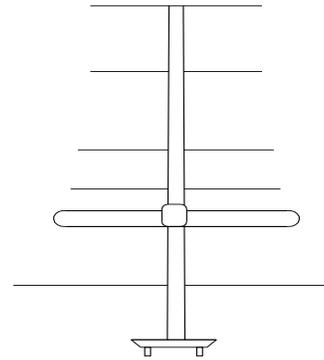
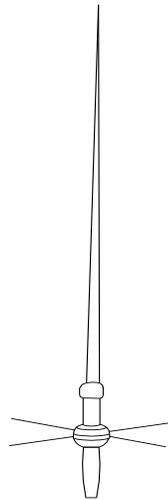
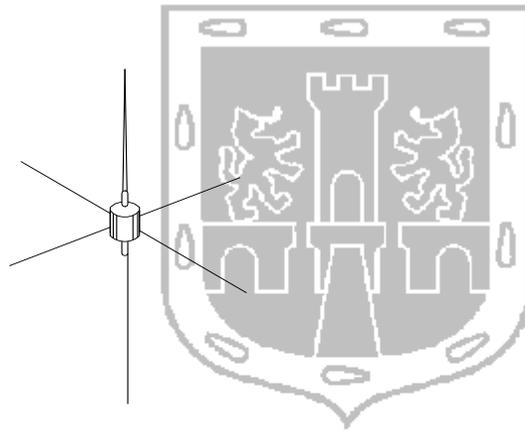


FIGURA 14. Antena aérea para T.V.

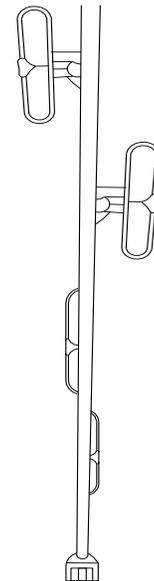
3. Las principales características de la antena, son la ganancia y su direccionalidad. Ambas características de diseño de la antena son muy importantes, por lo tanto, los parámetros están en función de la disponibilidad existentes en el mercado. Ver Figura 15



Antena direccional de banda ancha
12 DBS de ganancia



Antena con plano de tierra
"0" DBS de ganancia



Antena omnidireccional
6 DBS de ganancia

FIGURA 15. Tipo de antena para radio comunicación

Características técnicas de antenas.

Tipo de antena	OMNI	OMNI	OMNI	OMNI	OMNI	Direccional	YAGUI	YAGUI
Características	0 dB	3 dB	0 dB	3 dB	6 dB	9 dB	12 dB	15 dB
Impedancia	50 Ohm							
Ancho de banda	2 MHz	2 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz		
Ganancia	0 dB	3 dB	0 dB	3 dB	6 dB	9 dB	12 dB	15 dB
Polarización	Vertical							
Máxima potencia de red	150 Watts	150 Watts	200 Watts	200 Watts	250 Watts	250 Watts	250 Watts	250 Watts
Ángulo de abertura	360°	360°	360°	360°	360°	90°	45°	40°
Montaje	Móvil	Móvil	Base	Base	Base	Base	Base	Base
Rango de frecuencia	138-174 MHz							
Patrón de radiación	Omni	Omni	Omni	Omni	Direccional	Direccional	Direccional	

4. El sistema de antena está constituido por la estructura o torre de antena, la torre permite colocar la antena a la altura que se requiere, de acuerdo al proyecto de la estación. La comunicación en la banda VHF y UHF se realiza por onda directa y, por lo tanto, para que pueda realizarse la comunicación debe haber líneas de vista entre las antenas de las estaciones que habrán de comunicarse.
5. El sistema de antena debe contar con los requisitos de protección de navegación aérea establecidos por la SCT. En general, las torres de 80 metros o más deben contar con un sistema de luces de obstrucción, excepto cuando se localicen cerca de un aeropuerto o bajo la trayectoria de aterrizaje y despegue, en cuyo caso la SCT puede requerir luces de obstrucción en torres de menor altura.
6. Todas las torres deben contar con pintura reglamentaria, la cual, además de servir de protección a la navegación aérea, protegerá contra la corrosión a la estructura.
7. El sistema eléctrico de luces de obstrucción está constituido por las lámparas, la línea de alimentación y una fotocelda que permita que el sistema funcione automáticamente.

Las lámparas deben conectarse en paralelo a la línea de alimentación, además deberá tener un interruptor debidamente identificado que permita desenergizar el circuito para su mantenimiento, y además un interruptor manual para el control en forma provisional en caso de falla del sistema y conectado también al sistema eléctrico de emergencia de la unidad.

8. En la instalación de las antenas, se deberá indicar su montaje, de acuerdo a sus características de diseño.

Se requiere que la onda libre todos los obstáculos en la trayectoria a una distancia igual al radio de la primera zona de fresnel, por tal motivo, se requiere que ésta esté montada sobre una estructura llamada torre, en la tabla No. 9, se indican los materiales que constituyen estas torres para diferentes alturas.

9. La estructura de la torre puede ser tipo escalera o diagonal, pero en ambos casos, deberá cubrir los siguientes requisitos:

Soportar las cargas representadas por las antenas y sus accesorios, la presión del viento, la lluvia y el peso de una persona (para mantenimiento y colocación de accesorios de la misma).

10. Existen dos casos de instalación de torres de antena, sobre azotea de edificios y a nivel de piso:

- a. Cuando la instalación se realiza sobre azotea del edificio, la sustentación de la estructura de antena debe ser parte integral del diseño de la estructura del edificio y debe cubrir todos los aspectos técnicos y de seguridad relativos.
- b. Cuando se disponga del terreno apropiado, la instalación puede realizarse sobre el terreno directamente, en este caso, la cimentación de la torre y las retenidas deben diseñarse tomando en cuenta la resistencia mecánica del suelo. Figuras 16, 17 y 18. Se observan los elementos de una torre con retenida, la superficie mínima necesaria para instalación y el detalle de retenida para las torres (tabla 10).

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9. Cuantificación de materiales para torres.

Elementos de la torre	Unidad	Altura de la torre en metros						
		9	12	18	24	30	45	80
Estructurales								
Ancho de la cara	mm	300	300	300	350	350	450	450
Tramo normal	pza	2	3	5	7	9	14	19
Tramo de la punta	pza	1	1	1	1	1	1	1
Tipo de la estructura		Ligera	Ligera	Ligera	Mediana	Mediana	pesada	pesada
Diámetro del tubo	mm	22	22	22	32	32	32	32
Calibre		18	18	18	18	16	14	14
Base de la torre	pza	1	1	1	1		1	1
Tornillo central de sujeción	pza	1	1	1	1	1	1	1
Tornillo de sujeción de tramos	Pza	18	24	24	48	80	90	120
Referidas								
Número de vientos	Pza	3	6	9	9	12	15	18
Anclas (piso o muro)	Pza	3	3	3	3	3	3	6
Cable de retenida	m	4	4	4	6	6	6	6
Calibre	mm	4	4	4	6	6	6	6
Brida	pza	1	2	3	3	4	5	6
Rosadera	Pza	8	12	18	18	24	30	36
Nudos o perros	Pza	12	24	36	36	48	60	72
Eléctricos								
Cable coaxial RG/BU	m	24	27	33	39			
Cable foam heliax 12	m					45	50	75
Conector PL 258	Pza	1	1	1	1			
Conector PL 259	Pza	1	1	1	1			
Conector L 44 P	Pza					1	1	1
Conector L 44 U	Pza					1	1	1
Juego de luces de obstrucción	Pza					1	2	3
Fotocelda	pza					1	1	1

TABLA 10. Características técnicas para torres de soportes.

Características de la torre				De referida					Accesorios de instalación							
Estructura	Altura m		Calibre	Ancho de la caña cm	Número de viento	Calibre pulg	Long m	Protección m	Roza-deras	Per-nos	I	Base	Anclas		Luces de obstrucción	
													Calibre	Cant.	jgo	Foto-celda
Ligera	9	7/8	18	30	3	3/15	36	5,4	6	12	1	1	½	3		
Ligera	12	7/8	18	30	6	3/16	81	6	12	24	2	1	½	3		
Ligera	15	7/8	18	30	6	3/16	87	7,5	12	24	2	1	½	3		
Ligera	19	7/8	18	30	9	3/16	165	10	18	36	3	1	½	3		
Mediana	21	1 ¼	16	35	9	3/16	198	13	18	36	3	1	5/8	3	1	1
Mediana	24	1 ¼	16	35	9	¼	225	14	18	36	3	1	5/8	3	1	1
Mediana	27	1 ¼	16	35	12	¼	350	14	24	48	4	1	5/8	3	1	1
Mediana	30	1 ¼	16	35	12	¼	366	18	24	48	4	1	5/8	3	1	1
Pesada	45	1 ¼	14	45	15	¼	710	30	50	60	5	1	5/8	3	2	1
Pesada	50	1 ¼	14	45	13	¼	1000	48,24	36	72	6	1	5/8	6	3	1

TABLA 11. Área mínima necesaria.

Altura de torre	A	B	C	Superficie m ²
9	5,4	11,3	10,1	114,1
15	9	17,6	15,5	272,8
21	12,6	23,8	20,9	497,2
30	18	33,2	29	962,8
45	27	48,8	42,5	2 074
60	36	64	56	3 584

Donde:

A = Distancia del centro de la torre al anclaje de la misma.

B, C = Dimensiones del terreno para la instalación de torres según fórmulas:

$$B = (1,2 H \text{ sen } 60^\circ + 2)$$

$$C = 0,9 H + 2$$

H = Altura en metros

TABLA 12. Equivalencia para retenidas.

Altura de la torre en metros	Distancia del ancla al centro de la base		Altura para la colocación de las retenidas en alzado sobre la torre en metros					
	A	D	a	b	c	d	e	f
9	5,4		7,5					
12	6		6	12				
18	10,8		6	12	18			
24	14		6	12	18	24		
30	18		7,5	15	23	30		
45	34		9	18	27	36	45	
60	48	24	10	20	30	40	50	60

Fórmula para calcular la longitud de cada retenida

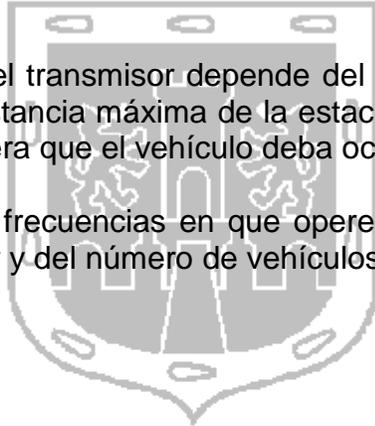
$$L = \sqrt{n^2 + A^2} + 2$$

Donde:

n = a, b, c, d, e o f

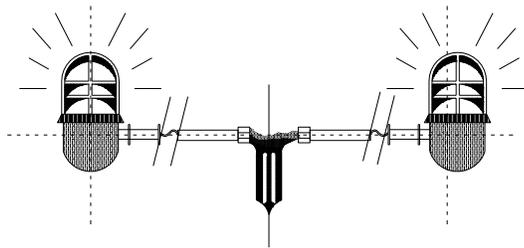
A = Distancia de base de tierra a base de ancla.

11. El sistema de antena y el resto de la estación, debe quedar protegida contra descargas atmosféricas o electrostáticas por medio de un sistema de tierras adecuadas. En ningún caso deberá permitirse una instalación de antena sin este sistema, ya que se pone en peligro vidas y patrimonio, al no contarse con las protecciones adecuadas.
- v. Se debe verificar que el sistema de tierra presente una resistencia no mayor de 10 Ohm. En casos excepcionales se deberá utilizar un sistema de tierra con resistencia no mayor de 20 Ohm, en las figuras No. 19, 20 y 21, se presentan tres tipos de sistemas de tierra que pueden utilizarse. En caso de requerirse un sistema de tierra artificial, en las figuras 22 y 23, se muestra un sistema de tierra con protección catódica.
- x. El equipo de radio-comunicación, deberá operar a todas las frecuencias de la estación base y los repetidores, en la circunscripción a que esté asignado el vehículo y con las cuáles debe establecer comunicación en dichas frecuencias.
 1. La potencia del transmisor depende del área de servicios del vehículo, es decir, la distancia máxima de la estación base y/o repetidores, hasta donde se espera que el vehículo deba ocurrir.
 2. El número de frecuencias en que opere el sistema móvil depende del área por cubrir y del número de vehículos.

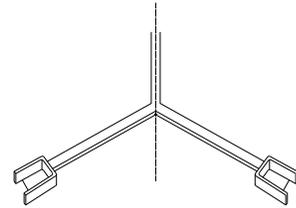


CIUDAD DE MÉXICO

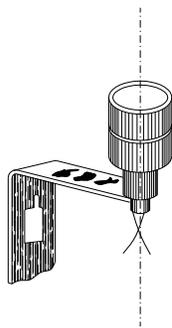




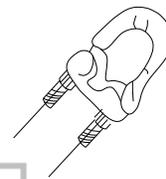
JUEGO DE DOS LUCES
 Ensambladas con globo rojo, rejilla
 focos y abrazaderas para montajes.



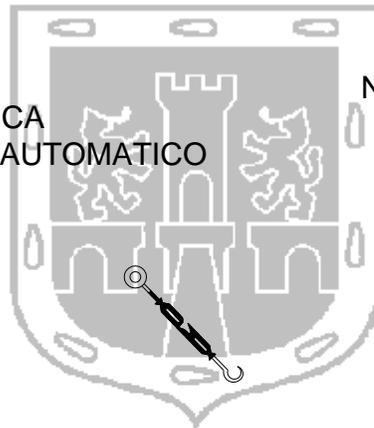
BRIDA PARA RETENIDAS



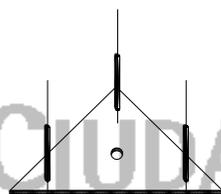
CELDA FOTOELECTRICA
 ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO



NUDOS (PERNOS)



TENSOR



BASE DE TORRE



CONECTORES

FIGURA 16.- Elementos de una torre con retenidas.

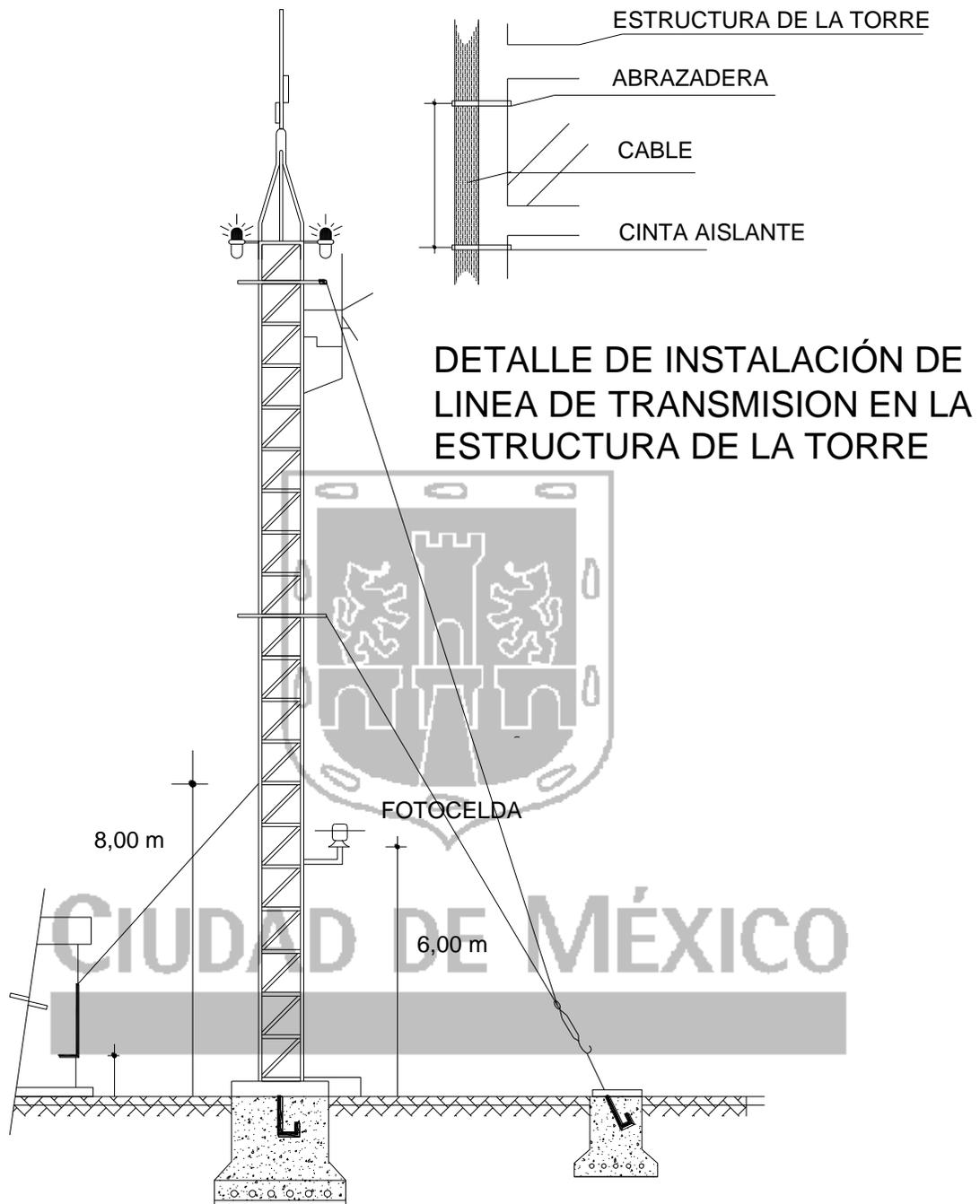


FIGURA 16.- Elementos de una torre con retenidas.

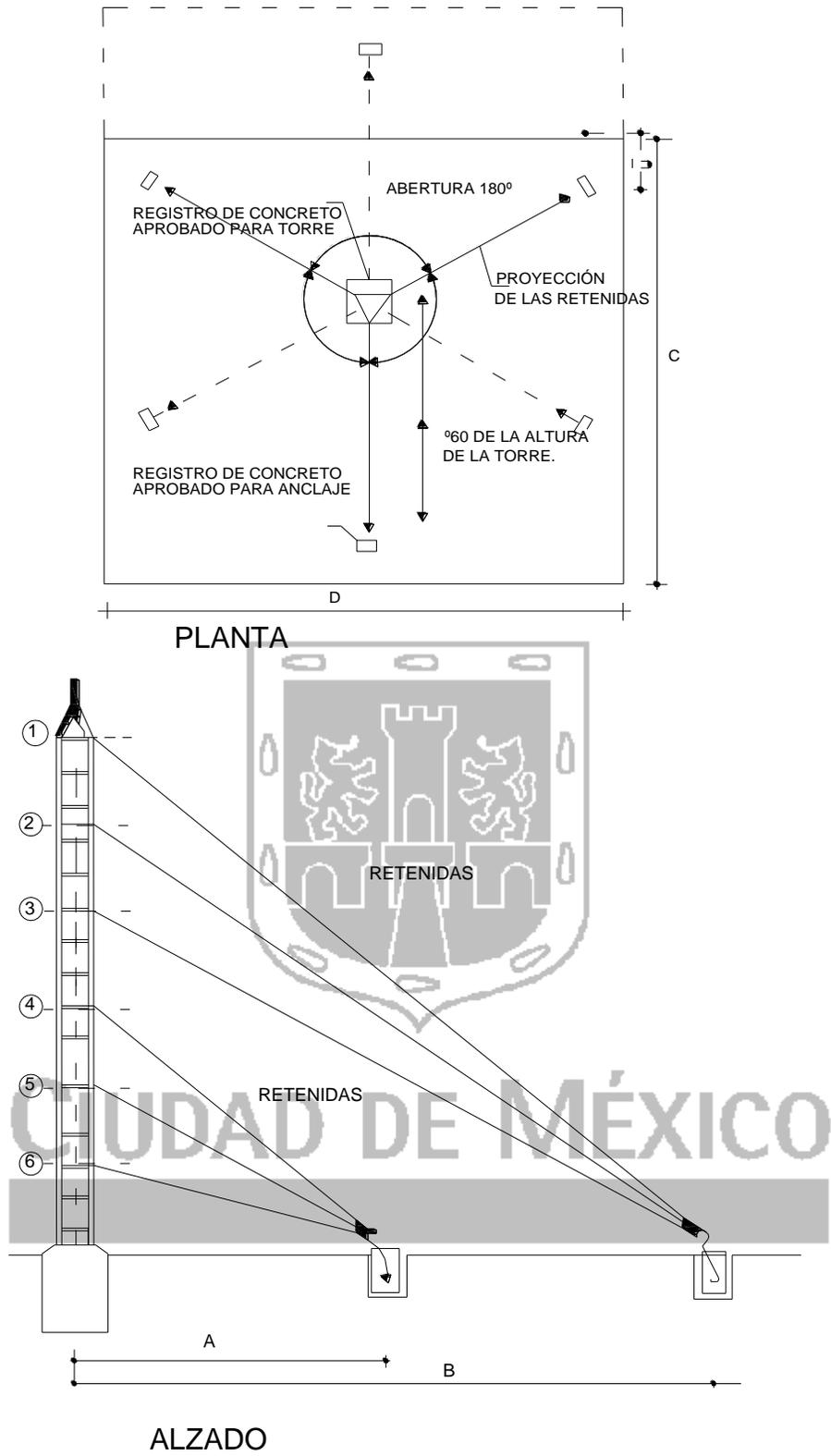


FIGURA 17. Superficie mínima necesaria para instalación de torre de acuerdo con su altura.

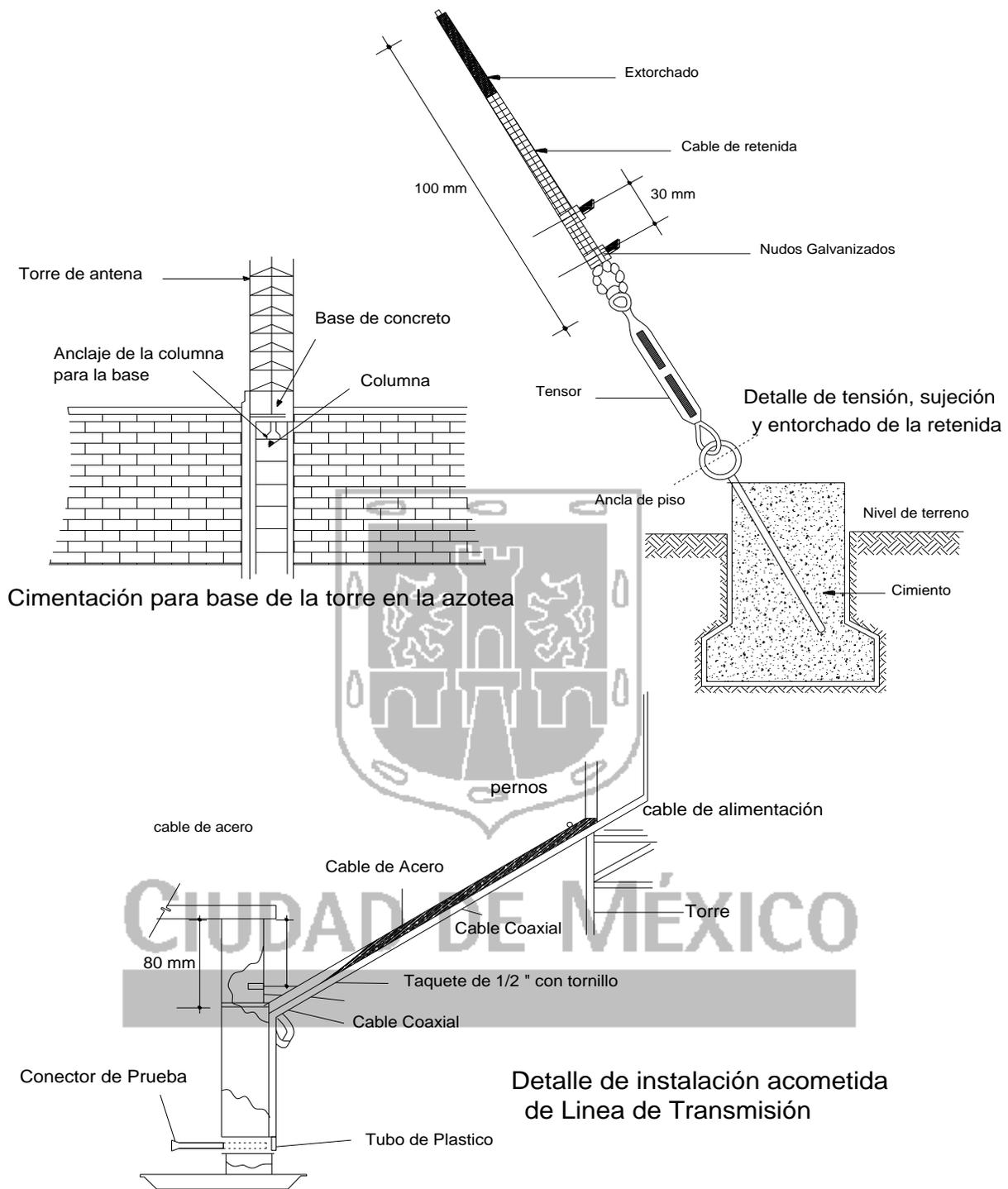
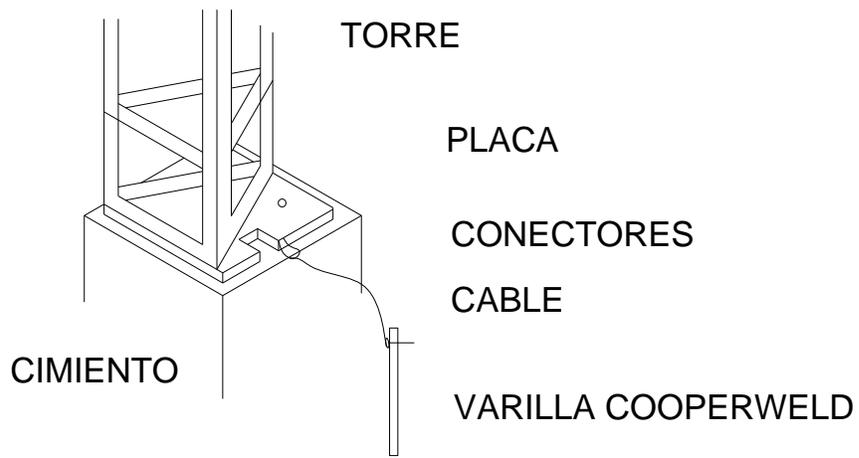


FIGURA 18.- Detalles de retenidas para torres.



DETALLE DE SUJECIÓN A LA BASE

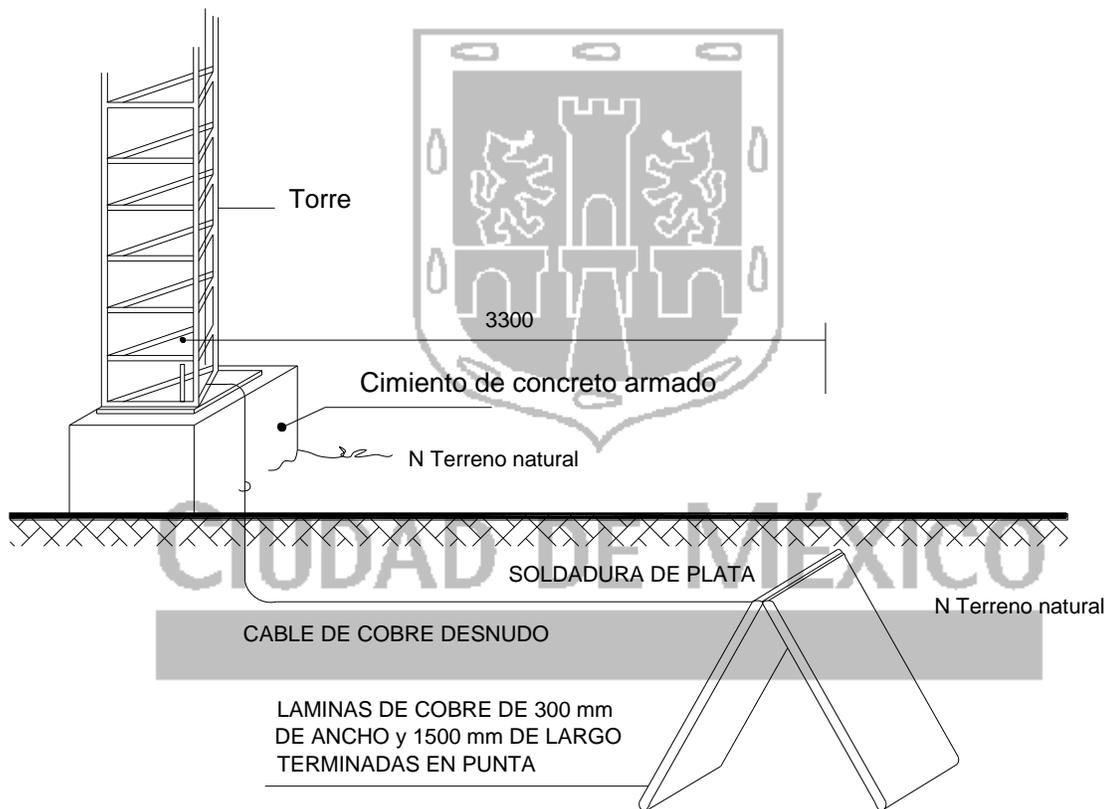
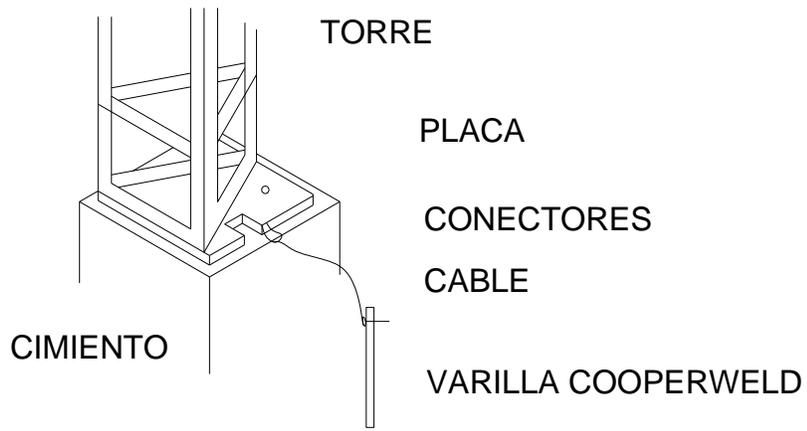


FIGURA 19.- Sistemas de tierra tipo "V" invertida.



DETALLE DE SUJECIÓN A LA BASE

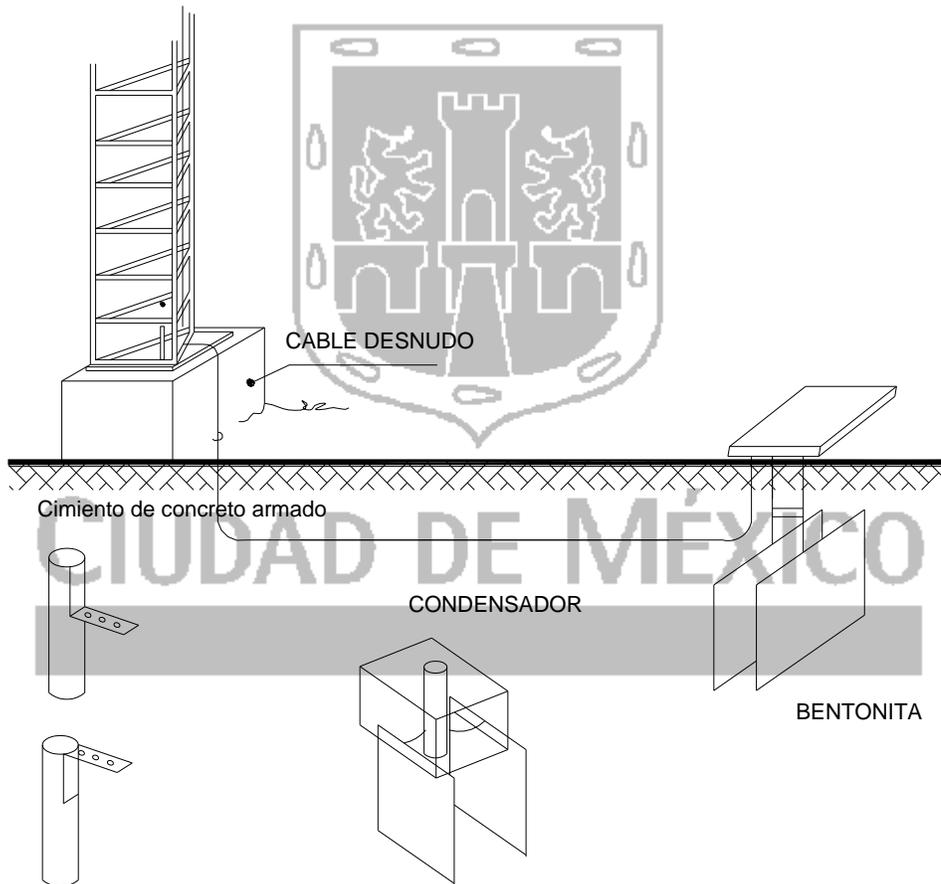
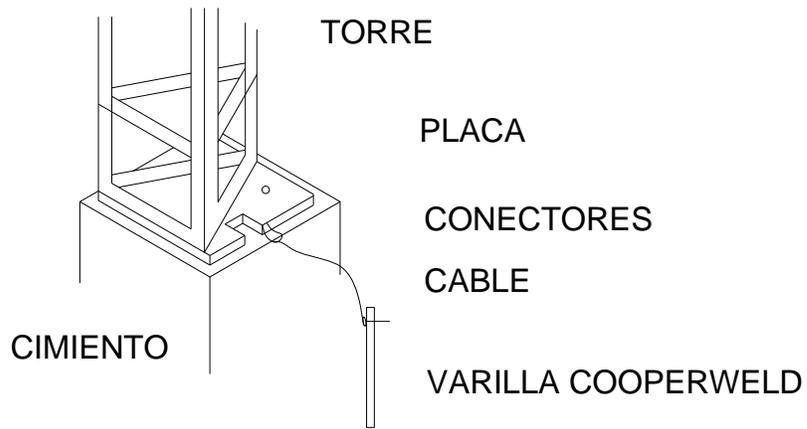


FIGURA 20.- Sistema de tierra para cero potencial y descargas atmosféricas tipo condensador.



DETALLE DE SUJECIÓN A LA BASE

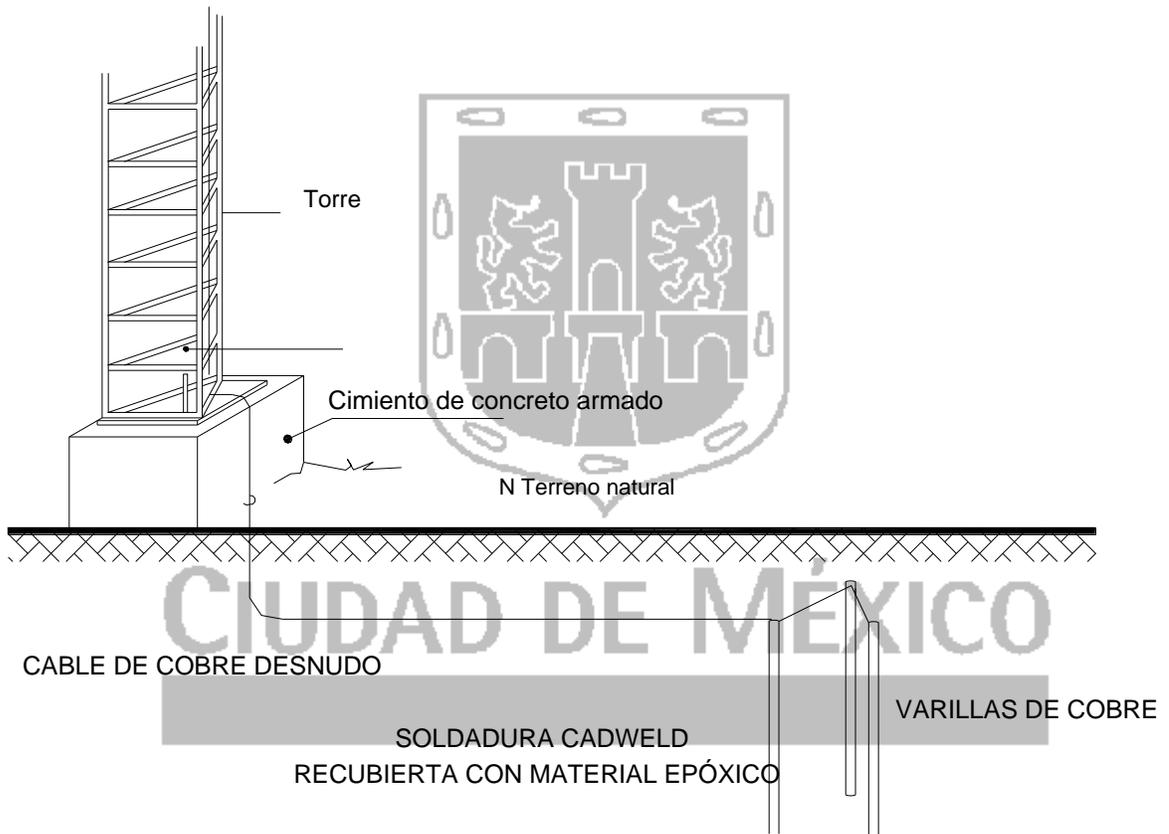


FIGURA 21.- Sistemas de tierra con varillas de cobre.

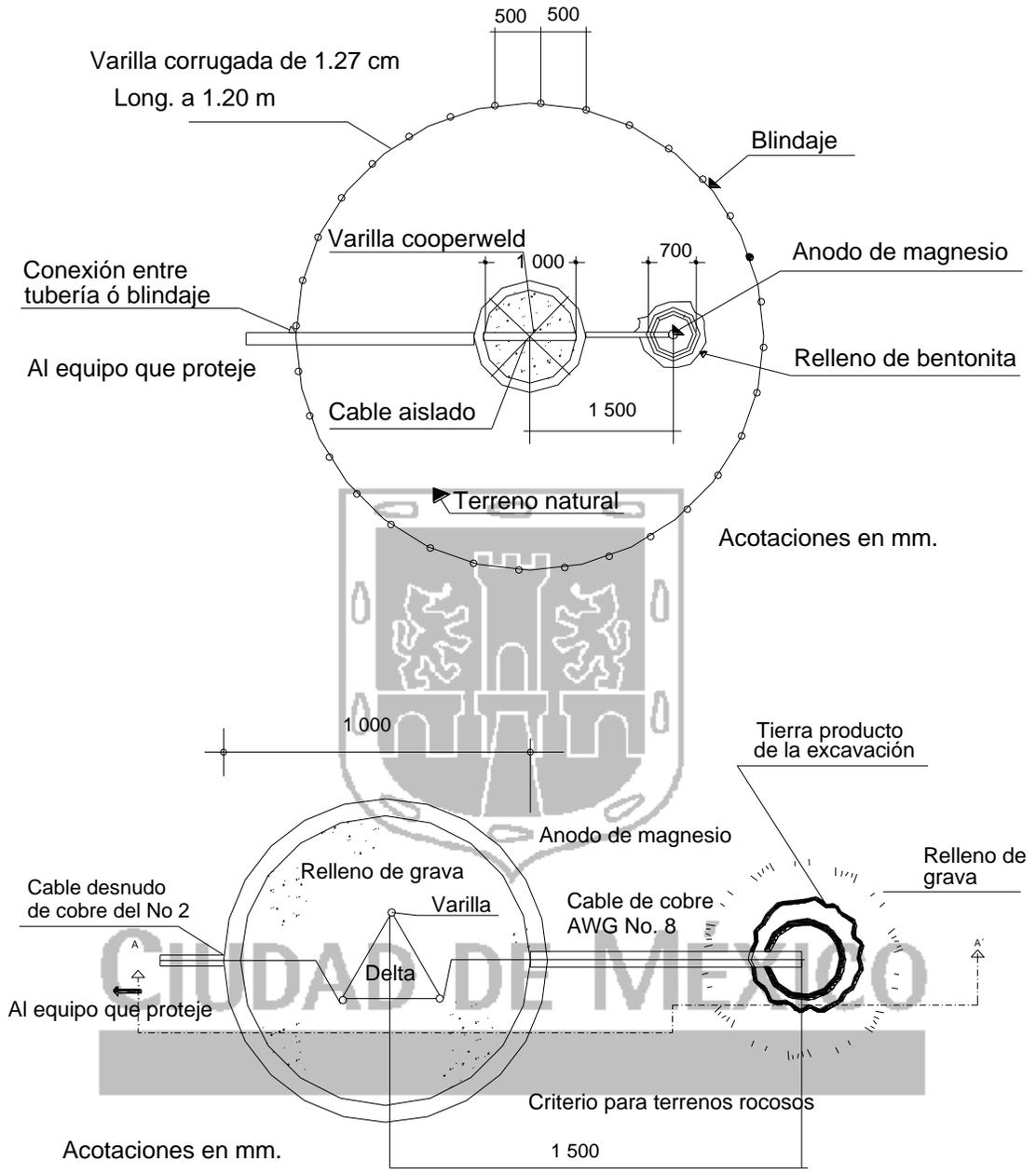


FIGURA 22.- Plantas del sistema de tierra de potencial cero absoluto, protección catódica y blindaje.

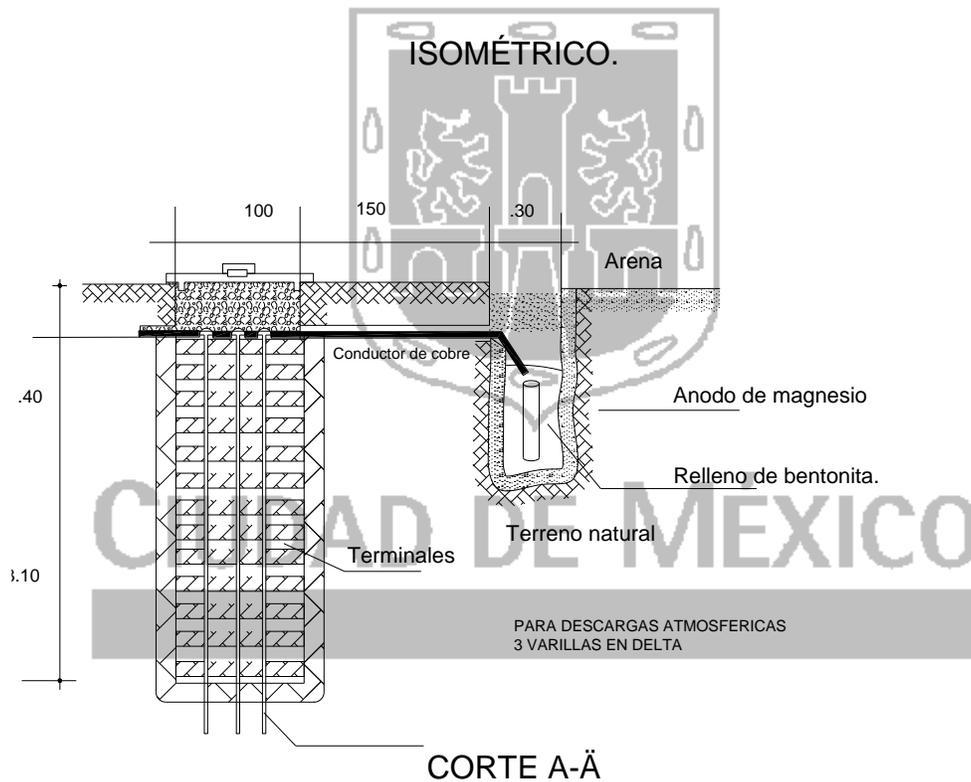
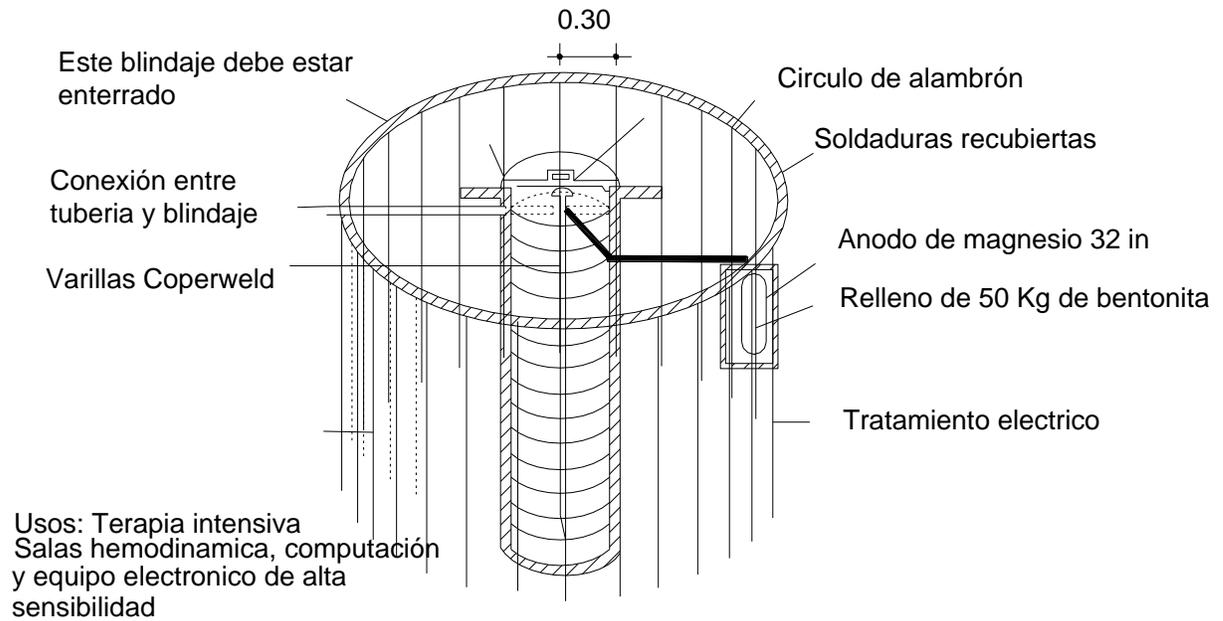


FIGURA 23.- Detalle de sistema de tierra de potencial cero absoluto, protección catódica y blindaje.

Nota.-Para terrenos rocosos se recomienda construir como mínimo una delta de 3x3x3 (3 deltas) unidas entre sí mediante cable de cobre desnudo del N° 2 para observar si es necesario aumentar el sistema para bajar la resistencia.

3. Los equipos portátiles para radiocomunicación (walkie-talkie), no requieren previsiones especiales para su operación.
- y. Los equipos y partes componentes del sistema de intercomunicación y sonido, deberán tener los cuidados necesarios para su identificación. Estos datos pueden ser entre otros:
1. Marca.
 2. Modelo.
 3. Capacidad en Watts.
 4. Corriente máxima.
 5. Potencia en Watts.
 6. Capacidad en el número de extensiones a servir.
 7. Rango de frecuencia.
 8. Número de bocinas o salidas máximas.
 9. Impedancia.
 10. Número de identificación o serie.
 11. La leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.
- z El muestreo de los equipos y partes integradas del sistema de comunicación y sonido, deberá acordarse entre Proveedor y Gobierno del Distrito Federal recomendándose el uso y norma NMX-Z-12 partes 1, 2 y 3 las pruebas se realizarán de acuerdo a lo indicado en las Normas de la Cláusula "B" de Referencias, pero además se observará lo siguiente:
1. El conmutador deberá funcionar de manera ininterrumpida durante el tiempo de prueba que indique el inspector representante del Gobierno del Distrito Federal, de tal forma, que se cumpla con toda la capacidad requerida por la demanda del servicio.
 2. Deberá comprobarse que el conmutador está diseñado para un incremento del número de extensiones, de acuerdo a lo especificado en el proyecto.
 3. El conmutador deberá contar con los dispositivos de seguridad contra variaciones en la tensión corriente.

4. Cuando se trate de sonorización de áreas definidas, deberá preverse que el equipo no funcione con interferencias estáticas ó de cualquier otro tipo, y que cuando funcione de manera paralela la intercomunicación por medio de micrófono, el sonido de ambientación sonora, pueda ser variado su volumen de manera agradable al oído.
5. Las bocinas deberán contener y sujetar de manera apropiada a los conos observando que éstas no estén rotas o fisurados y que la bobina se desplace libremente de manera perpendicular al plano del fondo del imán.
6. La inspección de rutina incluye además de lo indicado en esta cláusula, lo siguiente:
 - 6.1. Deberán revisarse todas las instalaciones verificando que las conexiones del cableado están debidamente protegidas, que no existan cables ó conexiones desnudas y que los dispositivos de control de variaciones de tensión y corriente, funcionen apropiadamente.
 - 6.2. Durante la prueba de frecuencia del equipo radiofónico, sonido intercomunicación se mantenga esta en el rango especificado por el Gobierno del Distrito Federal.
 - 6.3. Cuando se trate de la instalación de la línea de transmisión, deberá verificarse mediante prueba determinada por el inspector representante del Gobierno del Distrito Federal que el sistema de tierra funcione de acuerdo con los datos del proyecto.
 - 6.4. La prueba para la verificación de la calidad de las antenas, determinará si mantiene los rayos de impedancia, ancho de banda, ganancia, su polarización, su máxima potencia de radiación y el ángulo de abertura, su rango de frecuencia y su patrón de radiación.
 - 6.5. Deberá verificarse que las antenas están debidamente apoyados o cimentados y sujetas con "vientos" de acuerdo a lo estipulado en el proyecto, que la tensión de dichos "vientos" sea adecuada y que la torre ó antena tenga los señalamientos de protección y navegación correspondientes, observando su correcto funcionamiento.

C.09. Las características de calidad de los sistemas de alarma, están en función de las especificaciones de diseño y tipo de aparato, que el Gobierno del Distrito Federal requiera y para lo que se deberá proporcionar, proyecto y especificaciones, la que se integra con los componentes mínimos señalados.

- a. Caja de control, la que contendrá los circuitos y lámparas piloto, así como la señalización centralizada, y los controles requeridos.

- b. Conductores eléctricos.- En calibre y conductores, requeridos por el fabricante del equipo y que integran la red, conectando a los sensores o aparatos emisores de señalización.
 - c. Aparatos de señalización.- Los equipos que se requieren y que podrán ser desde un timbre, bocina, señales de radio, señales luminosas o acústica luminosa, centelladores y aspersores entre otras.
1. La caja que alojará los circuitos deberá ser en forma rectangular de lámina calibre 22 con tapa frontal en la que se visualizará una sección de botones en color verde que indicará desconexión y rojo que indicará actividad, además el sistema de claves con dígitos para su operación.
 - 1.1. Los espesores mínimos requeridos para gabinetes de lámina de acero, deberán ser los indicados en la tabla 13, pero no menores a 0,90 mm de espesor en los puntos donde se conecta un conduit rígido.
 - 1.2 Deberá alojar además de los circuitos integrados de una pila seca (tensión de acuerdo a la requerida por el sistema) entrada estándar en la parte superior o lateral para conector de salida de 13 mm de diámetro.

TABLA 13. Espesor para gabinetes de lámina metálica.

Ancho máximo * en mm	Calibre mínimo de láminas roladas en frío, sin marco de soporte o refuerzo equivalente	Cable mínimo, acero al bajo carbón, con marco de soporte o refuerzo equivalente.
	Espesor nominal en mm	Espesor nominal en mm
130	0,607	0,607
180	0,759	0,607
250	0,012	0,759
360	1,214	0,912
500	1,159	1,214
710	1,897	1,519
1000	2,66	1,519
1420	3,42	1,519

* El ancho es la dimensión más pequeña de una lámina metálica rectangular que sea parte de un gabinete.

2. Los calibres de conductores, deberán ser de calidad y características específicas que permitan la operación y prueba del sistema sin calentamiento 296 K (23 °C) y 276 K (3 °C).
3. Los aparatos de señalización, timbre o bocina, deberá ser audibles a una distancia mínima de 10 m.
 - 3.1. Las señales de radio, dependerán de las potencias de las estaciones receptoras y transmisoras.
 - 3.2. Las luminosas deberán tener una intensidad que puedan observarse como mínimo a 1 000 m.
4. Los aparatos deberán estar diseñados y contruidos de tal forma que en uso normal, funcione con seguridad sin provocar daños a personas o al área que lo rodea.
 - 4.1. Bajo ninguna circunstancia deberá emplearse material que contenga asbesto en su construcción.
 - 4.2. El cumplimiento de los requisitos de calidad de los sistemas de alarma, se verificará efectuando todas las pruebas descritas en la cláusula de Muestreo y Pruebas.
 - 4.3. El cuerpo o caja de los circuitos activadores bloqueadores de zonas, re establecedores y toma de corriente, deberán ser de material no inflamable y auto extinguiible.
5. Todos los diagramas, circuitos, aparatos y las conexiones, así como los cables alimentadores que integran el sistema deberán ajustarse en sus características propias de diseño, a la norma oficial mexicana correspondiente.
 - 5.1. El intervalo más sensitivo del sistema, no deberá exceder de uno.
 - 5.2. Los puntos de calibración básica a una frecuencia senoidal de 50 a 60 Hz deberán ser: 0,25 MA, 0,5 MA y 0,75 HA.
 - 5.3. El circuito deberá estar protegido contra sobrecorriente, el método seleccionado no deberá afectar sus características.

Los aparatos de señalización deberán ser contruidos de tal forma que funcionen en todas sus posiciones o que difieran de la posición normal de uso de un ángulo que no exceda de 5°.

Las conexiones en cubiertas o tapas, deberán estar instaladas de tal forma que el daño mecánico no pueda ocurrir a los conductores como el resultado del movimiento de puertas.

El equipo deberá estar protegido si éste es instalado en lugares donde existan vibraciones fuertes (áreas de dragas o grúas operación de plataformas, equipos de izaje y locomotoras).

8.1. Todas sus conexiones, terminales y conductores deberán estar mecánicamente aseguradas.

8.2. Solamente se aceptará un conductor conectado a una terminal.

- d. Los equipos y partes componentes del sistema de alarmas deberá contener en una placa fija, los datos necesarios para una identificación. Estos datos pueden ser entre otros:
1. Marca.
 2. Modelo.
 3. Capacidad.
 4. Frecuencia de operación.
 5. Tensión.
 6. Corriente.
 7. Condiciones de servicio.
 8. Número de identificación o serie.
 9. La leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.
- e. El muestreo para verificar la calidad del sistema de alarmas, se hará de común acuerdo entre proveedor y Gobierno del Distrito Federal, reconociéndose la norma NOM-Z-12 partes 1, 2 y 3. Las pruebas para verificar la calidad podrán ser entre otras las indicaciones a continuación.
- f. El sistema de alarmas deberá verificarse mediante pruebas de rutina, en las que se observará el funcionamiento de los dispositivos que realizan las emisiones sonoras, (cuando este sea el caso) en las que se deberán medir en decibeles la intensidad del sonido, en la que el inspector representante del Gobierno del Distrito Federal, podrá interrumpir el circuito que provoca la sonoridad y volver a conectar las veces que considera necesarios, hasta comprobar la eficiencia en el sistema completo.

- g. Cuando se trate de alarma mediante señales luminosas, se procederá de manera semejante a lo indicado para alarmas sonoras, cuidando que la intensidad lumínica sea observada a la distancia indicada en este capítulo.

En ambos casos, deberán verificarse todas las conexiones eléctricas, desde la toma de fuerza hasta el interruptor de la emisión de alarma, cuidando de que no existan partes conductoras de energía eléctrica desnudas que las protecciones del sistema funcionen correctamente y que los tiempos de sonorización no sean interrumpidos por variaciones en la tensión eléctrica, previendo para este caso, generadores o conservadores de energía que aseguren el funcionamiento continuo del sistema.

- h. Deberán revisarse los circuitos de protección mediante una inspección que garantice que los medidores de seguridad indicados, de conexión y desconexión se han cumplido. En particular deberá revisarse el contacto ó toma de corriente comprobando que sea el apropiado así como la verificación de las conexiones de cualquier tipo estén realizadas de manera correcta para lo cual se recomienda efectuar las revisiones y pruebas a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal para comprobar su funcionamiento.
- i. La revisión para fines de prueba del sistema eléctrico del sistema de alarmas, deberá observarse que la onda de energía conserve su forma senoidal de una manera constante y que la frecuencia se mantenga en un rango de 45 a 65 Hz.
- j. Como requisito indispensable para su buen funcionamiento, todos los señalizadores, independientemente del tipo de sistema de alarma que sea, deberán conectarse a sus terminales.
- k. La prueba de tensión y corriente se considerará aceptada si no existe perforación en el aislamiento o flameo en cualquiera de los conductores, además de cumplir de manera satisfactoria con la especificación del proyecto del sistema.
- l. Cuando se trate de sistemas de aspersores, deberá observarse lo indicado anteriormente en esta cláusula, pero además:
 - 1. Se comprobará que la aspersion se realice a la temperatura indicada en el proyecto y que su diseño funciones de manera eficiente, satisfaciendo la demanda del servicio.
 - 2. Que los dispositivos protectores del sistema funcionen de manera apropiada para que mantengan la seguridad del buen funcionamiento del sistema.

3. Que los aspersores funcionen de manera homogénea en todas las áreas de demanda del servicio, cubriendo la parte proporcional cada uno de los aspersores.

C10. Además de lo descrito en los incisos C.01 a C.06 de este capítulo, los sistemas de pararrayos y tierra, deberán tener las siguientes características:

- a. Los apartarrayos, deberán estar constituidos con los siguientes componentes:
 1. Explosores de arqueo
 2. Sistema de extinción de arco
 3. Resistencia no lineal limitadora de corriente.
 4. Resistencia en derivación no lineal.
- b. Se debe conocer los rangos de sobretensiones presentadas durante las cargas atmosféricas, para que el apartarrayos limite su magnitud y que éstas no sean perjudiciales para las máquinas del sistema.
- c. Las ondas de los apartarrayos deberán soportar, para no dañar el sistema, de:
 1. Onda (americana) de 1,5 x 40 microsegundos.
 2. Onda (europea) de 1,0 x 40 microsegundos

La función del apartarrayos es modificar la onda tal como se muestra en la Figura 24.

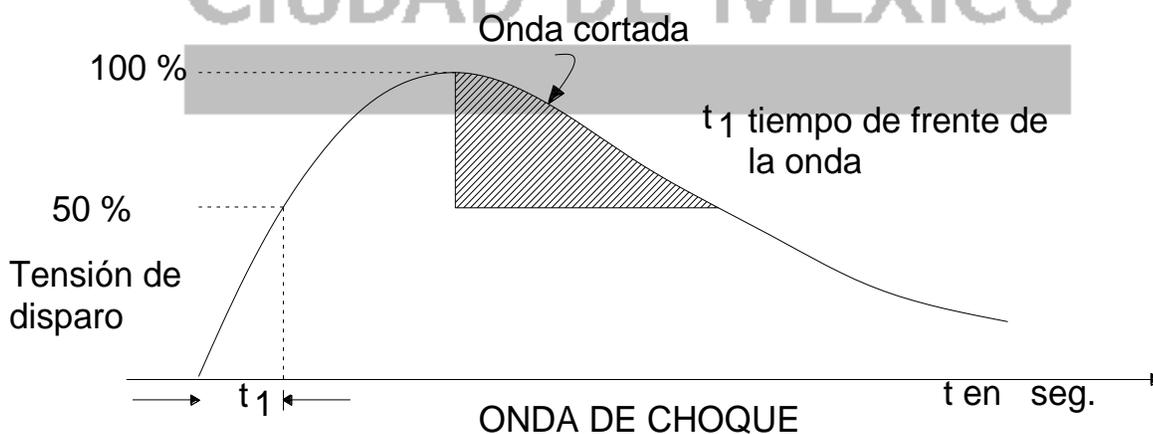


FIGURA 24

- d. Los hilos de guarda y las bayonetas, deberán proteger a las instalaciones contra descargas directas. A la tensión que operan se conocen como tensión de cebado del apartarrayos.
- e. En la selección del apartarrayos de distribución, se deberá considerar la potencia máxima, la línea a tierra y la tensión nominal, como se muestra en la Tabla 14.

TABLA 14. Selección de apartarrayos

Línea a tierra tensión nominal	Máxima descarga frente onda norma ANSI		Máxima Descarga onda 1,2/50 us	Máxima descarga onda 250/250 us	Mínima descarga a 60 Hz	Tensión máxima de descarga para una corriente de descarga 8/20 us					
	C92.1 1971	C62,1 1074	kV cresta	kV cresta	kV cresta	1,50 kA	5,00 kA	10,00 kA	15,00 kA	20,00 kA	40,00 kA
KV (ms)											
3	11	11	10	8,25	4,5	5	6,4	7,3	7,8	8,3	10,5
4,5	16,5	16,5	15	12,4	6,8	7,4	9,5	10,8	11,6	12,3	15,3
6	19	19	16	15,5	9	9,8	12,0	14,3	15,3	16,3	19,4
7,5	24	24	20	19,5	11,3	12,2	15,7	17,7	19	20,3	24,5
9	28,5	28,5	24	23,5	13,5	14,6	18,8	21,2	22,7	24,3	29,5
	37	37	32	31	18	19,4	24,9	28,1	30,2	32,1	39,3
15	46,5	46,5	40	39	22,5	24,2	31	35	37,5	40	48,1
18	55,5	55,5	48	46,5	27	28,9	37,1	41,8	44,8	47,8	58,5
21	65	65	56	55,5	31,5	33,7	43,2	48,7	52,3	55,5	68,0
24	74	74	64	62	36	38,4	49,2	55,5	59,9	63,5	78,3
27	83	83	72	70	40,5	43,1	55,3	62,5	67	71,2	87
30	92	92	80	78	45	47,8	61,5	69,5	74,5	79	95,5

- f. En la instalación de distribución es suficiente en la coordinación de los aislamientos para descargas atmosféricas (frente de onda y tensión residual).

1. El valor de la cresta (kVc) y el tiempo (Tc), están en función de los explosores (1).

1.1 El valor de $I_2 z_2$ depende de la resistencia no lineal (3).

1.2 El tiempo final (t_r) de operación de apartarrayos, está en función de la extinción del arco.

2. Las tolerancias permitidas en el apartarrayos de distribución son:

2.1 Descarga de impulso

T_i
+ 0,15%

Descarga de corriente

T_D
+0,20%

2.2 La relación de protección es:

$$Ci = \frac{BIL}{kVi (1+0,66Ti)} = \frac{BIL}{1,1 kVi}$$

$$CD = \frac{BIL}{kVD (1+0,66TD)} = \frac{BIL}{1,1 KVD}$$

$$1,2 \leq Ci \leq 1,4$$

$$1,2 \leq CD \leq 1,4$$

BIL = Nivel básico de impulso que deberá soportar el equipo a proteger.

kVi = Tensión de descarga al impulso de onda 1.2/50 μ s, del apartarrayos.

kVD = Tensión de descarga del apartarrayos para onda de corriente de 8/20 μ s.

g. Los apartarrayos que cumplan con esta norma deben operar satisfactoriamente a la intemperie bajo las siguientes condiciones normales de servicio:

1. Temperatura ambiente entre 233 K (-40°C) y 313 K (+ 40 °C).
2. Altitud no mayor de 1 000 m.s.n.m.
3. Frecuencia del sistema de corriente alterna, no menor que 58 Hz y no mayor que 62 Hz.
4. La tensión a frecuencia de línea aplicada entre la línea y las terminales de tierra del apartarrayos, no exceda su tensión nominal.

h. Los apartarrayos destinados a aplicaciones diferentes de las normales, pueden requerir consideración especial en fabricación o aplicación y cada caso debe ser discutido con el fabricante. Las siguientes se consideran condiciones típicas especiales de servicio.

1. Temperatura en exceso de 313 K (+40 °C) o más baja de 233 K (-40 °C).
2. Aplicación en alturas mayores de 1 000 m.s.n.m.
3. Humo o vapores que puedan causar daños a superficies aislantes o herrajes de montaje.

4. Contaminación excesiva por suciedad, ataque salitroso u otros materiales conductores.
5. Exposición excesiva a la humedad, goteo de agua o vapor.
6. Mezclas explosivas de polvo, gases o humos.
7. Vibraciones anormales o golpes mecánicos.
8. Transportación y almacenamiento anormales.
9. Cualquier condición especial del sistema, tales como frecuencia y/o tensiones a tierra arriba de la nominal (falla de la conexión a tierra, resonancia, inestabilidad, etc.).

i.- El montaje normalizado debe prever:

- 1.- Los apartarrayos de 100 kV nominales o menos, no deben requerir tirantes. Apartarrayos con más de <100 kV nominales, pueden requerir tirantes.
- 2.- Los apartarrayos deben tener medios para sujetarse con tornillos a una superficie plana.
- 3.- Cuando se requiera, los apartarrayos deben tener medios para montaje de suspensión.
- 4.- Los apartarrayos de 5 000 A, serie B deben ser diseñados de tal manera que puedan montarse en herrajes con los descritos en la Norma NMX-J-144.
- 5.- Los apartarrayos de 1 500 A, deben estar provistos con soportes de suspensión o de montaje.
- 6.- Las partes de hierro y acero expuestas a la intemperie, excepto partes con rosca de 6 mm o menos, deben estar recubiertas con zinc o con un material equivalente que las proteja contra la corrosión atmosférica. Si el recubrimiento se efectúa por un método de galvanizado por inmersión en caliente, debe estar de acuerdo con la Norma NMX-J-151

j.- Las terminales de conexión deben ajustarse a lo siguiente:

- 1.- Apartarrayos de 10 000 A y 5 000 A, serie A.-Estos apartarrayos deben estar provistos con terminales de línea y de tierra que tengan conectores tipo compresión, sin soldadura. Estas terminales deben ser capaces de sujetar con seguridad conductores con diámetro de 6 a 20 mm.
- 2.- Las terminales de línea deben estar provistas para entrada horizontal o vertical del conductor, y las terminales de tierra para entrada horizontal del conductor únicamente.

- 3.- Las terminales y las placas terminales para apartarrayos de 10 000 A, excepto aquellas con cachucha de porcelana, deben tener dos, tres o cuatro agujeros espaciados a 45 mm entre centros, y dispuestos en línea, a 90° o en cuadro, para dos, tres o cuatro agujeros, respectivamente.
 - 4.- Los apartarrayos de 5 000 A, serie B deben estar provistos ya sea con conductores flexibles aislados, o con conectores de presión sin soldadura para las conexiones de línea y/o de tierra. Cuando se proporcione los conductores de línea y/o tierra, deben tener una longitud de 450 mm y una sección no menor de cable de 13,30 mm².
Cuando se proporcionen conectores terminales, estos deben ser capaces de sujetar con efectividad conductores de secciones desde alambre de 13,30 mm² hasta cable de 33,6 mm².
 - 5.- Los apartarrayos de 1 500 A deben estar provistos ya sea con conductores flexibles aislados, o con conectores terminales para las conexiones de línea y/o de tierra. Cuando se proporcionen conductores de línea y/o de tierra, deben tener una longitud de 450 mm y una sección no menor de cable de 2,08 mm².
 - 6.- Cuando se proporcionen conectores terminales, estos deben ser capaces de sujetar con efectividad conductores de secciones desde alambre de 2,08 mm hasta cable de 13,30 mm².
- k. Datos de placa.- El tipo y el número de identificación sobre la placa debe definir el diseño o la construcción del apartarrayos completo. Cualquier cambio en las características de operación, diseño o construcción que pueda afectar la aplicación o función del apartarrayos, debe estar acompañado por un cambio en la identificación.

La siguiente información mínima se debe fijar firmemente a cada apartarrayos, o bien formar parte de ellos.

- 1.- Nombre del aparato cuando esto sea posible.
- 2.- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- 3.- Tipo y/o número de identificación asignado por el fabricante.
- 4.- Tensión nominal del apartarrayos.
- 5.- Frecuencia nominal si ésta difiere de 60 Hz.
- 6.- Corriente nominal de descarga, es decir:
 - 6.1.- 10 000 A
 - 6.2.- 5 000 A (serie A)
 - 6.3. 5 000 A (serie B)
 - 6.4. 1 500 A.

- 7.- Clase de descarga de larga duración para apartarrayos de A.
 - 8.- Clase de alivio de presión (para apartarrayos armados con válvula de alivio de presión).
 - 9.- Ajuste de la distancia exterior de arqueo en serie, si se utiliza.
 - 10.-El año de fabricación
 - 11.-Símbolo de autorización para la fabricación venta y uso NMX y/o NOM.
 - 12.-Leyenda “Hecho en México”.
- I. Muestreo y pruebas de pararrayos.- Cuando la inspección se realice por muestreo estadístico, deberá ser de acuerdo entre fabricante y consumidor y en base a la Norma Mexicana NMX-Z-12.
1. Excepto cuando se especifique otra cosa, las pruebas deberán hacerse sobre apartarrayos, secciones proporcionales o unidades de los mismos. Además, deberán ser nuevos y completamente ensamblados e instalados similar a las condiciones de servicio, provistos de anillos de control o difusores, si se usan.
 2. El equipo de medición deberá cumplir con los requisitos de la Norma NMX-J-271.
 3. El soporte de montaje del apartarrayos, deberá estar conectado a tierra.
 4. Si el diseño del apartarrayos especifica rizo, en la terminal de la línea, éste deberá tener un radio aproximado de 40 mm, y no deberá colgar más de 40 mm por abajo del punto donde se conecta el cuerpo del apartarrayos.
 5. Las tolerancias de forma de onda para la prueba de impulso, deberían ser las especificadas en la Tabla 24.

TABLA 24. Tolerancias de forma de onda para la prueba de impulso.

Cantidad medida	Onda de 1,2/50 (%)	Todas las ondas exponenciales (%)
Valor de la cresta	± 3	± 10
Tiempo virtual de frente de onda	± 30	±10
Tiempo virtual de cola de onda	±20	±10
Relación de incremento nominal de frente de onda	---	±10

6. Las pruebas de diseño y otras especificaciones señaladas por el Gobierno del Distrito Federal, deberán sujetarse a la Norma Mexicana NMX-J-321

C.11. Los sistemas de tierra constituidos por:

- a. La corriente de tierra I.- Correspondiente al valor máximo de corriente en amperes que deberá ser dispersada a tierra.
- b. La tensión de tierra V.- La diferencia máxima de potencial en volts, existente entre el sistema de dispersión y un punto en el infinito.
- c. La resistencia de tierra R en Ohm, es la relación entre la tensión y la corriente de tierra,

$$R = \frac{V}{I}$$

- d. El gradiente de tierra E expresado en volts/m, es la diferencia de potencial entre dos puntos del terreno cuya distancia del dispensor varía en un metro.
- e. La resistencia del terreno, que indica en ohm/metro el valor de la resistividad del terreno.
- f. Los valores de las corrientes de tierra para sistemas trifásicos en neutro, con neutro aislado están dadas:

Para líneas aéreas $I = 0,003 \text{ kVL}$

Para cables $I = 0,001 \text{ VL}$

Donde:

V = Tensión concatenada de la red en kV.

L = Longitud en kilómetros de todas las líneas de la misma tensión que están unidas metálicamente entre sí.

1. (En las redes grandes, por ejemplo, se registran valores que pueden alcanzar los 1,500 A).

Para que las redes que están funcionando con el centro de la estrella conectado directamente a tierra, los valores de la corriente de tierra quedan definidos por las características particulares del sistema; como orientación se puede decir que en los sistemas grandes a 150 kV se pueden alcanzar los valores de 1 500 A, a 200 kV de 5 000 A, y en sistemas de 750 kV hasta 20 kA.

- g. Se deberán considerar las siguientes características, con la finalidad de protección al personal del peligro de la corriente eléctrica.
 1. La tensión de contacto.- El paso de la corriente a tierra entre las masas metálicas conectadas a tierra.
 2. La tensión de paso.- Manifestada por el paso de la corriente a tierra entre dos puntos del terreno (1m).

Nota: La normatividad existente toma en cuenta los valores para interior y exterior de la tensión de contacto del orden de 125 V, elevándose ese valor a 250 V cuando se asegure una interrupción de la corriente de falla de 0,3 segundos.

- h. Resistencia de tierra.- Valor que deberá ser el más bajo posible y que depende la resistividad del terreno, de sus características particulares (forma geométrica, extensión, tipo de dispersor usado etc.).

La resistividad de los terrenos, deberá ser la especificada en la Tabla 25

- i. Para los dispersores constituidos por conductores enterrados horizontalmente a un metro de profundidad, la resistencia es dada aproximada por la relación entre el doble de la resistividad del terreno y su longitud.

- j. En la instalación de los dispersores, se deberá tener un buen contacto de la superficie metálica con el terreno circunvecino con el empleo de tierra vegetal.

TABLA 25.- Diferentes tipos de resistencia de suelos.

1 Tipo de tierra	Resistividad Ohm/m
Arcilla, marga, fósil, mantillo húmedo	10
Arcilla, marga, fósil, mantillo seco	10 ²
Arena húmeda	10 ²
Arena fina y yeso seco	10 ³
Basaltos	10 ⁴
Roca compacta	10 ⁵

- k. Si se opta por la colocación de una malla de conductores, ésta deberá estar entre 5 y 20 m a una profundidad de 0,5 m y 1,0 m.
 - 1. Características de los materiales empleados en la construcción de los sistemas de dispersor y forma de conexión.
 - 1. El cobre es el metal más adecuado, sin embargo se pueden utilizar metales ferrosos protegidos con un baño de zinc.
 - 2. Los perfiles, las varillas y los conductores que se usen como dispersores deben tener un diámetro no inferior a 8 mm; los platillos y las planchas un espesor no menor de 3 mm; los tubos un diámetro exterior de cuando menos 40 mm (25 mm para las tierras de las descargas) y un espesor no inferior a 2,5 mm; los perfiles, un espesor no menor de 5 mm y las otras dimensiones transversales como mínimo 50 mm (respectivamente 4 mm y 35 mm para las tierras de las descargas). El diámetro de los hilos elementales de los conductores no debe ser inferior a 1,8 mm: el diámetro de los hilos correspondientes de la red debe ser de 3 mm o más.
 - 3. En caso de que se utilicen materiales ferrosos no protegidos con zinc, los espesores mínimos arriba indicados deberán ser aumentados en un 50%. Las uniones entre un dispersor y el conductor de tierra deben ser suficientemente robustas y fuertes para soportar las fuerzas mecánicas debidas a movimientos eventuales o asentamientos del terreno. Se harán con soldadura resistente o con dispositivos vigorosos

(abrazados), con superficies de contacto de cuando menos 200 mm, o por contacto entre superficies igual también a cuando menos 200 mm.

4. Para las uniones de dispersores a las partes de líneas eléctricas hay que usar sólo tornillos de un diámetro mínimo de 16 mm.

De cualquier modo, se debe poner a prueba mucha atención en los puntos de unión entre conductores y dispersores, para evitar la posibilidad de alteraciones de los materiales por la presencia de corrientes electrolíticas.

Las conexiones de forma deberán ser accesibles y abiertas, de modo que se pueda controlar la resistencia de los dispersores separados del resto de l sistema.

5. En la Figura 25 se muestra la gráfica de la densidad de corriente admisible en la superficie de un dispersor en función de la resistividad del terreno y el tiempo.



CIUDAD DE MÉXICO



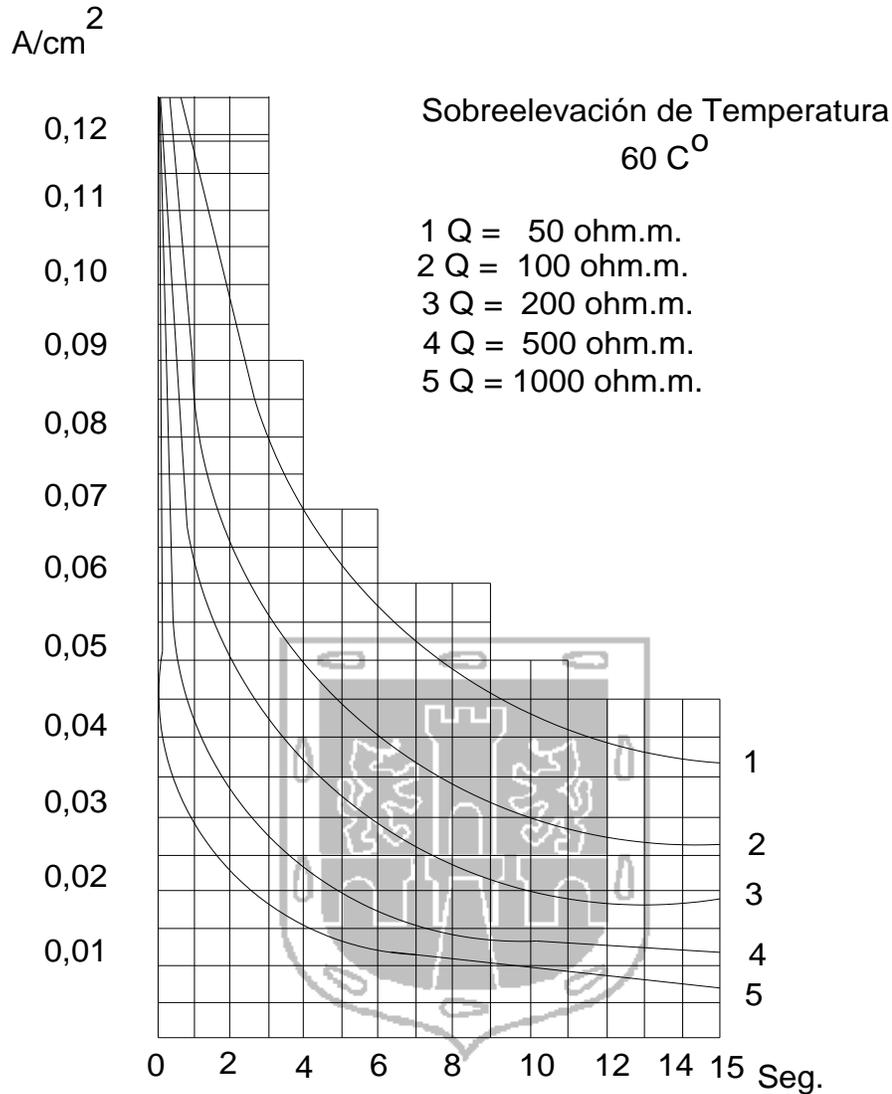


FIGURA 25.- Densidad de corriente admisible en la superficie de un dispersor, en función de la resistividad del terreno y del tiempo.

- i. Marcado.- Todos los apartarrayos deberán estar de una placa, la que especifique el tipo y el número de acuerdo al proyecto o la construcción del apartarrayos completo.
- m. La siguiente información se deberá fijar firmemente a cada apartarrayos o bien, formar parte de él.
 1. Nombre del apartarrayos.
 2. Fabricante.
 3. Tipo.

4. Tensión nominal del apartarrayos.
5. Frecuencia nominal si ésta difiere de 60 Hz.
6. Corriente nominal de carga.
 - 6.1. 10 000 A
 - 6.2. 5 000 A (Serie A).
 - 6.3. 5 000 A (Serie B).
7. Clases de descarga de larga duración para apartarrayos de 10,000.
8. Clase de alivio de presión.
9. Ajuste de la distancia exterior de arqueo en serie, si se utiliza.
10. Año de fabricación.
11. Símbolo de autorización para la fabricación, venta y uso NOM.
12. Leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.



CIUDAD DE MÉXICO