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

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 TOMO II

CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA OBRA CIVIL. MATERIALES COMPUESTOS

CIUDAD DE MÉXICO

INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA SEGUNDA EDICIÓN (1991)

La expedición de estas Normas de Construcción se fundamenta en observancia a lo indicado en los Artículos 44 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 29 inciso II del Capítulo IV de la Ley de Obras Públicas.

La presentación de estas Normas se ajusta a lo señalado en las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas y de Servicios relacionados con las mismas para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal en su Sección 4 que versa sobre las Reglas para la Formulación e Integración de Normas y Especificaciones de las Obras Públicas, impresas y difundidas en el Diario Oficial de la Federación el viernes 8 de enero de 1982.

CIUDAD DE MEXICO

NOTAS

1.- Estas Normas de Construcción están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse modificaciones en cuanto sea necesario; se recomienda al posesionarlo de estas 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.- Segunda edición 1991

CIUDAD DE MÉXICO

3.- Reimpresión vigente a partir de 1° de mayo de 2008

4.- Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a ésta, corresponde a un capítulo nuevo o alguno que tuvo modificación.

ÍNDICE

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS

TOMO II

Capítulo 001 Mezclas asfálticas

Capítulo 002 Mezclas, pastas y lechadas

Capítulo 003 Concreto hidráulico

Capítulo 004 Aditivos para concreto hidráulico

Capítulo 005 Materiales para curado de concreto hidráulico

Capítulo 006 Placas de hule sintético (neopreno)

Capítulo 007 Productos de fibro-cemento

Capítulo 000 Lámparas de vapor

Capítulo 009 Lámparas fluorescentes

Capítulo 010 Lámparas incandescentes

Capítulo 011 Tubos y piezas especiales de concreto simple

Capítulo 012 Tubos y accesorios de concreto reforzado

Capítulo 013 Tubos y piezas especiales de concreto presforzado

Capítulo 014 Tubos de cobre, conexiones y válvulas

Capítulo 015 Tubos y accesorios de acero

Capítulo 016 Válvulas, piezas especiales y accesorios de acero para tuberías

Capítulo 017 Tubos y conexiones conduit metálicas para instalaciones eléctricas

Capítulo 018 Caja y gabinete para usos eléctricos

Capítulo 019 Apagadores, contactos y portalámparas

Capítulo 020 Tablero eléctrico

Capítulo 021 Interruptores y estaciones de botón

Capítulo 022 Sistemas de tierra y pararrayos

Capítulo 023 Conductor eléctrico

Nota: Los capítulos 001 al 023 integran este tomo II del Libro 4.
Los capítulos 024 al 052 se incluyen en el Tomo III del Libro 4.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 001 MEZCLAS ASFÁLTICAS.

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Mezcla asfáltica. Producto obtenido por la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en un pétreo.

A.02. Por el procedimiento de mezclado, las mezclas asfálticas se clasifican en:

a. Mezcla asfáltica en caliente. Elaborada con cemento asfáltico y agregados pétreos, en una planta mezcladora, provista de un equipo calentador de los componentes de la mezcla. A su vez, esta mezcla asfáltica en caliente se clasifica en:

1. Mezcla asfáltica de granulometría densa. Elaborada en caliente con cemento asfáltico y agregados pétreos graduados, cuyo tamaño nominal varía entre 37,5 mm y 9,5 mm y que cumpla con lo señalado en la Norma de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”

2. Mezcla asfáltica de granulometría abierta. Elaborada en caliente en forma uniforme, homogénea, con un alto porcentaje de vacíos, con cemento asfáltico y materiales pétreos de granulometría uniforme, con tamaño nominal que varía entre 12,5 mm y 6,3 mm y que cumpla además con lo establecido en la Norma de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”

b. Mezclas asfálticas en frío. Elaboradas en frío, mediante emulsiones asfálticas y agregados pétreos en una planta mezcladora. A su vez, esta mezcla asfáltica se clasifica en:

1. Mezcla asfáltica de granulometría densa. Mezcla elaborada en frío en forma uniforme y homogénea, mediante emulsión asfáltica y materiales pétreos, cuyo tamaño nominal varía entre 37,5 mm y 9,5 mm y que cumpla además con lo establecido en la Norma de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”

CIUDAD DE MÉXICO

2. Mortero asfáltico. Mezcla asfáltica de granulometría densa, elaborada en frío en forma uniforme y homogénea, mediante emulsión asfáltica, agua y arena, con tamaño máximo de 2,36 mm y que cumpla además con lo establecido en la Norma de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta mezcla asfáltica y riego de sello”

c. Mezcla asfáltica por el sistema de riegos. Elaborada mediante la aplicación de uno o dos riegos de material asfáltico, intercalados con una, dos o tres capas de material pétreo triturado, de tamaños decrecientes, que de acuerdo a su denominación, satisfagan lo establecido en la Norma de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”

d. Mezcla asfáltica templada. Es la elaborada con cemento asfáltico, agregado pétreo y un aditivo tensoactivo y termorregulador; capaz de reducir la temperatura de producción en un rango entre 303 K y 313 K (30°C y 40 °C), por debajo de las convencionalmente empleadas en la elaboración de mezclas asfálticas calientes; lo cual la hace potencialmente más ecoeficiente.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los parámetros mínimos de calidad de las mezclas asfálticas que serán empleadas en las obras e instalaciones a cargo de la Administración Pública de la Ciudad de México.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

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

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos.	NMX-C-093-1975	ONNCCE
Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos.	NMX-C-183-1974	ONNCCE
Cementos asfálticos	NMX-C-197-1978	ONNCCE
Métodos de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción	NMX-C-203-1973	ONNCCE
Calidad de mezclas asfálticas para carreteras	N.CMT.4.05.003/02	S.C.T.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Construcción y Control de Calidad de Pavimentos. XIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Mazatlán, Sinaloa. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. A.C. 1986	Volumen 1	Dr. Raúl Vicente Orozco Santoyo
Calidad de los materiales básicos. Generalidades	4.01.01.001	CDMX
Materiales pétreos para carpetas mezclas asfálticas y riegos de sello	4.01.01.007	CDMX
Materiales asfálticos	4.01.01.008	CDMX
Agua para mezclas	4.01.01.018	CDMX

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. De acuerdo a las condiciones y características del uso a que se destinan las carpetas elaboradas con mezclas asfálticas, los materiales asfálticos que entren en su composición serán los señalados en la Tabla 1

TABLA 1 Materiales asfálticos y su utilización en los proyectos de vialidades:

Material asfáltico	Para caminos con tránsito diario en ambos sentidos con vehículos pesados	Para patios y plataformas, camiones con peso total de 8,2 toneladas*.
Cemento asfáltico	Más de 1000	Más de 20
Emulsión asfáltica con o sin aditivos	1000 máximo	20 máximo

Notas de la Tabla 1

1.- Se consideran vehículos pesados todos los tipos de camiones y los autobuses.

2.- Cuando se emplee emulsión asfáltica para que proporcione textura lisa, debe limitarse su uso, en condiciones climáticas de lluvia. No debe elaborarse con material pétreo de graduación fina.

*Cuando se rebasa 8,2 toneladas, el proyecto de vialidad no corresponde a patios

y plataformas, sino a caminos con tránsito diario con vehículos pesados como se indica en la columna central de la Tabla 1.

C.02. Las características de la mezcla asfáltica de granulometría densa, elaborada con cemento asfáltico, determinada con el método de prueba Hveem debe tener los valores indicados en la Tabla 2:

TABLA 2 Características de la mezcla asfáltica de granulometría densa, determinada con el método de prueba Hveem

Características	Tránsito diario en ambos sentidos Vehículos pesados	
	De 1000 a 2000	Más de 2000
Valor mínimo de estabilidad (R) .	35	37
Expansión máxima en mm.	0,76	0,76
Mínimo porcentaje de vacíos en la mezcla, respecto al volumen del espécimen.	4	4

C.03. Las mezclas elaboradas con emulsiones asfálticas deben cumplir con las características señaladas en la Tabla 3

TABLA 3 Características de las mezclas elaboradas con emulsiones asfálticas

Características		Tránsito diario en ambos sentidos de vehículos pesados	
		Menos de 500	De 500 a 1000
Resistencia mínima en MPa (kg/cm^2)		24,49 (250)	39,18 (400)
Porciento de vacíos mínimos en la mezcla respecto al volumen del espécimen	Con material de graduación fina a gruesa	7	7
	Con material de graduación intermedia.	4	4

NOTA de la Tabla 3

Este tipo de mezclas no debe usarse para más de 1 000 vehículos pesados, de tránsito diario en ambos sentidos.

C.04. Las mezclas elaboradas con emulsiones asfálticas deben cumplir con el porcentaje de vacíos indicado en la Tabla 3 del inciso C.03 de este capítulo.

CIUDAD DE MEXICO

C.05. Los morteros asfálticos se fabricarán con emulsiones asfálticas de rompimiento lento y deben cumplir con el proporcionamiento emulsión-agua señalado en la Tabla 4

TABLA 4 Proporcionamiento de materiales para elaboración de mortero asfáltico

Componente	Relación del peso del componente respecto al peso del material pétreo seco en %
Emulsión asfáltica de rompimiento lento	18-25
Agua para mezclado y dar consistencia a la mezcla	10-25

C.06. En el diseño de las mezclas asfálticas densas deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

a. La densidad teórica máxima, debe ser 2,306 ton/m^3 como mínimo.

b. La estabilidad Marshall debe ser de 800 kg mínimo (las muestras deben compactarse con 75 golpes por cada lado o su equivalente en compactación giratoria).

c. La fluencia Marshall debe ser de 4 mm máxima.

d. El porcentaje de vacíos de aire en la mezcla puede variar de 3 a 5%.

e. Los vacíos ocupados con asfalto puede variar de 70 a 80%

f. Las mezclas asfálticas densas deben contener 6,5% ± 0,5% de asfalto y puede variar el contenido óptimo en un diseño específico.

g. En cualquier otro caso de granulometría, diferente tipo de cemento asfáltico al AC-20 o incorporación de aditivos, el porcentaje óptimo de asfalto se debe determinar de acuerdo con los resultados del diseño Marshall de cada proyecto.

CIUDAD DE MEXICO

C.07. La mezcla asfáltica densa debe tener una granulometría como se indica a continuación en la Tabla 5

C.08. El ligante asfáltico residual para mezclas asfálticas elaboradas con emulsiones o asfaltos modificados, puede ser determinado por el método de inmersión – compresión y debe estar entre 5 y 9,5% en peso.

C.09. La mezcla asfáltica elaborada con emulsiones, debe diseñarse de acuerdo al método de inmersión-compresión y cumplir con las características indicadas en la Tabla 6.

TABLA 5 Granulometría para mezcla asfáltica

Granulometría.	
Malla	% que pasa
¾”	100
½”	100 – 75
⅜”	100 – 65
¼"	80 - 53
No. 4	70 – 47
No. 10	48 – 32
No. 20	33 – 22
No. 40	25 – 16
No. 60	20 – 12
No. 100	15 – 9
No. 200	10 - 5

TABLA 6 Características de la mezcla asfáltica elaborada con emulsiones

a. Para capas de rodamiento	
1. Estabilidad	700 kg mínimo
2. Estabilidad conservada	85 % mínimo.
b. Para bacheo y renivelación	
1. Estabilidad	700 kg mínimo
2. Estabilidad conservada	85 % mínimo.

c. Para mezclas elaboradas con productos reciclados	
1. Estabilidad	700 kg mínimo
2. Estabilidad conservada	70 % mínimo.

C.10. Las mezclas asfálticas usadas para carpetas deben tener un valor de permeabilidad menor que 5%. Si se usan para bases y sub-bases, el proyecto debe definir el valor de la permeabilidad, mediante el método del cono y el anillo.

C.11. Para determinar los contenidos mínimo y óptimo de los materiales asfálticos en las mezclas, se debe realizar según el método de diseño empleado, pudiendo ser Marshall, Hveem o Superpave

CIUDAD DE MÉXICO

C.12. La mezcla asfáltica se debe elaborar en planta estacionaria.

a. La planta estacionaria de tipo continuo debe componerse básicamente de los siguientes elementos:

1.- Un secador para material pétreo, con un pirógrafo a la salida, para registrar las temperaturas.

2.- Cribas para clasificar el material pétreo y tolvas para conservarlo debidamente protegido de la lluvia y el polvo.

3.- Dispositivos para dosificar el material pétreo, por peso.

4.- Equipo para calcular en forma controlada el cemento asfáltico y dispositivos para dosificarlo con aproximación de ± 2%.

5.- Mezcladora, con dispositivo para controlar el tiempo de mezclado.

6.- Recolector de polvo y dispositivo para agregar finos.

7.-Equipos de control de emisiones atmosféricas ambientales, con las normas ambientales correspondientes

8.-Equipos y sistemas de mitigación de ruido y vibraciones, de conformidad con las normas ambientales correspondientes

C.13. El mortero asfáltico puede fabricarse en planta móvil; pero debe contar con lo siguiente:

a. Tolva para materiales pétreos, tanque para emulsión, tanque para el agua y dispositivos para lograr una correcta dosificación de estos componentes.

b. Mezclador, con componentes de descarga.

c. Barra rociadora para humedecer la superficie por tratar.

d. Distribuidor que asegure el flujo contínuo de la mezcla y su extendido uniforme en todo el ancho de aplicación.

CIUDAD DE MÉXICO

C.14. Las temperaturas de elaboración, tendido y compactación de las mezclas asfálticas elaboradas con cemento asfáltico AC-20, son las señaladas en la Tabla 7.

TABLA 7 Rangos de temperaturas de mezclas asfálticas elaboradas con cemento asfáltico AC-20

Temperatura de:	Rango K (°C)
Elaboración	423 - 433 (120 – 145)
Tendido	413.-.428 (120 – 155)
Compactación	403.-.438 (130 – 165)

C.15. Las temperaturas de mezclado con el uso de los cementos asfálticos AC-5, AC-10, AC-30, para mezclas asfálticas en caliente, se presentan en la Tabla 8.

TABLA 8 Temperaturas de mezclado para mezclas en caliente con el uso de diversos tipos de cementos asfálticos

Clasificación del asfalto	Temperaturas de mezclado K (°C)
AC – 5	393 – 418 (120 – 145)
AC.-. 10	393 – 428 (120 – 155)
AC.-. 30	403 – 438 (130 – 165)

C.16. La mezcla asfáltica templada debe elaborarse sólo con cemento asfáltico, material pétreo y un aditivo tensoactivo-termorregulador que permita reducir la tensión interfacial entre el pétreo y el asfalto, además de incrementar la adherencia entre el pétreo y el asfalto. La concentración del aditivo estará en función de las características propias del material y debe ser proporcionada por el fabricante del mismo y validado en laboratorio de control de calidad.

C.17 Para conocer la calidad de la mezcla asfáltica caliente, fría o templada, se obtiene el Módulo Marshall mediante la siguiente expresión:

$M = E/(F \cdot e)$ en kg/cm^2

Donde:

M = Módulo Marshall
E = Estabilidad de la mezcla en kg
F = Flujo de la mezcla asfáltica (resistencia a la deformación) en cm
e = espesor de la carpeta en cm

C.18. El valor del Módulo Marshall debe ser de 800 kg/cm^2 máximo, y no menor que 350 kg/cm^2

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. La obtención de muestras y el número de éstas, debe efectuarse de acuerdo a los siguientes lineamientos:

a En plantas estacionarias.

1.- Con producción continua.- Debe interceptarse en la descarga la corriente de mezcla, para tomar fracciones de muestra en una charola, a intervalos regulares entre 45 y 60 minutos las muestras obtenidas, se mezclan y cuartean para homogeneizar y obtener una muestra representativa de la producción en tal periodo.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Cuando se muestree en almacenamientos de mezcla.- Debe eliminarse la costra intemperizada y haciendo un canal en el talud se extrae una muestra por cada 30 m^3, que después de cuarteada debe tener un peso no menor a 3 kg. Se puede formar una sola muestra representativa de una zona del almacenamiento, combinando hasta cinco muestras o bien analizar individualmente cada una de ellas.

c. En carpetas construidas. El muestreo debe ejecutarse con máquina extractora o muestreadora, cortando todo el espesor de la carpeta y extrayendo una muestra cilíndrica (espécimen) o un prisma de sección cuadrada, eliminando el material de base que se encuentre adherido. La frecuencia del muestreo y la elección de los lugares de extracción debe indicarlo el proyecto o el representante del Gobierno de la Ciudad de México.

E.02. Para determinar las características de las mezclas asfálticas, se llevan a cabo las pruebas que procedan en cada caso, de las enumeradas a continuación:

a. .Determinación de los valores de estabilidad y flujo, por el procedimiento de prueba Marshall.

b. .Determinación de los valores de estabilidad, cohesión y expansión, por el procedimiento de prueba Hveem.

c. .Determinación del porcentaje de vacíos.

d. Determinar el grado de compactación que puede variar entre 95% y 98%

e. .Determinación del contenido asfáltico en mezclas y carpetas construidas.

f. .Prueba de permeabilidad en carpetas construidas.

g.- Determinación del Módulo Marshall

CIUDAD DE MÉXICO

F. BASES DE ACEPTACIÒN

F.01. Las tolerancias para mezclas asfálticas con contenido de cemento asfáltico y humedad para el tendido y compactación, son las señaladas en la Tabla 9

TABLA 9 Tolerancias para mezclas asfálticas para tendido y compactación

Material asfáltico empleado en la elaboración de la mezcla		Tolerancia del contenido de material asfáltico con respecto al porciento especificado en proyecto.	Contenido de agua libre permitido respecto al peso de la mezcla.	Relación de aditivos a cemento asfáltico, en peso.
Cemento asfáltico.		± 0,5 %	1%	0
Emulsión asfáltica	Con aditivos	± 1,0%	____	0,05 a 0,08
	Sin aditivos	± 1,0 %	------	0

F.02. La calidad de la mezcla asfáltica caliente, fría o templada, mediante la obtención del Módulo Marshall, para ser aceptada debe estar en el rango 450-700 kg/cm^2

F.03. En la determinación de la calidad de la mezcla asfáltica caliente, fría o templada, mediante la obtención del Módulo Marshall (compactada en obra), se aceptan los siguientes valores de corrección:

a. Corrección inferior 350-450 kg/cm^2
b. Corrección superior 700- 800 kg/cm^2

F.04. La temperatura de tendido de la mezcla asfáltica templada, debe ser la de llegada a la obra, pero la temperatura de compactación no puede ser menor que 363 K (90 °C).

F.05. Cuando la Administración Pública de la Ciudad de México adquiera a particulares mezclas asfálticas, el proveedor de éstas debe permitir el acceso a sus instalaciones para que el personal designado del Sector Obras verifique las pruebas, sus resultados y la calidad de dicho producto, de acuerdo con lo establecido en el contrato correspondiente y en el texto de este capítulo

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	002	MEZCLAS, PASTAS Y LECHADAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01.a. Mezcla.- Producto compuesto por un agregado pétreo fino, generalmente arena y uno o varios aglutinantes como son: cemento pórtland, mortero (cemento para albañilería) o cal hidratada, los cuales al mezclarse con agua forman un material plástico con propiedad ligante, que al secarse adquiere una dureza y una característica de resistencia determinada, según la proporción en que se mezclaron.

b. Pasta.- Producto compuesto por agregados pétreos como polvo de mármol granito y cemento blanco como aglutinante, los cuales al mezclarse con agua forman un material plástico con propiedad ligante, que al secarse endurece adquiriendo características de consistencia previamente establecida.

c. Lechada.- Producto compuesto a base de cementantes, tales como el cemento pórtland gris o blanco y agua para formar un líquido, el cual al secar sobre la superficie en que se aplicó, forma una película con propiedad ligante y puede trabajar como sello.

A.02. Las mezclas, pastas y lechadas, se clasifican en función del procedimiento, tipo de sus agregados, aglutinantes, resistencia y ciertas variantes en:

a. Mezclas

1. Según los materiales básicos usados en su elaboración, empleo y lugares de colocación.

1.1. Elaboradas con cemento pórtland gris y arena.- Para realizar recubrimientos, aplanados en muros y junteo de elementos para mamposterías.

1.2. Elaboradas con cemento pórtland gris, calhidra y arena.- Para asentar las piezas de muros, en aplanados y construcción de mamposterías.

1.3. Elaboradas con mortero y arena.- En colocación de tabiques y bloques para muros.

1.4. Elaboradas con calhidra y arena.- Se utilizan solamente en muros divisorios debido a su baja resistencia a la compresión.

CIUDAD DE MÉXICO

1.5. Elaboradas con cemento pórtland y arcilla.- Con características especiales de resistencia al calor, la abrasión u otras.

1.6. Elaboradas con cemento pórtland gris, arena y químicos adhesivos. Para pegar losetas vitrificadas con o sin esmalte en pisos o muros, en substratos adecuadamente preparados.

2. Según la resistencia, las mezclas se clasifican en:

2.1. De alta resistencia, cuyas briquetas soportan más de 4,9 N/mm2 (50 kgf/cm2) a la compresión a los 28 días.

2.2. De baja resistencia, cuyas briquetas soportan igual o menos de 4,9 N/mm2 (50 kgf/cm2) a la compresión a los 28 días.

b. Pastas.

1. Según los materiales básicos empleados en su elaboración, uso y lugares de colocación:

1.1. Pasta de calhidra y grano de mármol fino.- En aplanado de fachadas que no requieren de buen acabado.

1.2. Pasta de calhidra, cemento blanco y grano de mármol fino.- En recubrimientos donde debe tener una buena resistencia a la acción del intemperismo.

1.3. Pasta de cemento y grano de mármol fino.- En aplanados sobre fachadas o elementos donde la acción del intemperismo sea muy marcada, tales como aplanados exteriores que estén en contacto con el medio ambiente, tirol y otros usos que requieran de una buena resistencia al intemperismo.

1.4. Pasta de cemento blanco y grano de mármol o granito con granulomelría mayor, puliendo una de sus caras.- Usada principalmente en piezas colocadas en pisos y escaleras en donde requieran de una resistencia excepcional al desgaste y que necesita de una buena apariencia.

1.5 Pasta de cemento, arcilla refractaria y granito.- Empleada en lugares en donde las temperaturas sean elevadas, tales como el interior de los baños de vapor.

1.6. Pasta de cemento gris y polvo de mármol.- En muros que requieran resistencia al intemperismo y pisos sujetos a tránsito intenso.

1.7. Pasta de cemento blanco y polvo de mármol- Usada en plafones en forma de tirol.

CIUDAD DE MÉXICO

1.8. Pasta de cemento blanco, calhidra, polvo de mármol.- Usada en aplanados exteriores en donde se requiere una buena apariencia y resistencia al intemperismo.

c. Lechadas.

1. Según sus materiales básicos, empleo y lugares de colocación.

1.1. Lechada elaborada con cemento blanco y agua.- Utilizada en el junteo de mosaico y lambrines de azulejo.

1.2. Lechada elaborada con cemento gris y agua.- Utilizada en el relleno de ductos en elementos estructurales de concreto presforzado, sello de grietas en elementos de concreto e inyecciones en suelos para impermeabilización.

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Mezclas, Pastas y Lechadas que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Cementos Hidráulicos, Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-C-414	ONNCCE
Especificaciones y métodos de prueba.		
Método de prueba para determinar tiempo de fraguado en cementantes hidráulico. (Método Gillmore).	NMX-C-58	SECOFI
Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (Método de Vicat).	NMX-C-59	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Agregados. Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis de cemento por medio de barras de mortero.	NMX-C-180	SECOFI
Morteros de Cemento Pórtland. Determinación de su expansión potencial debido a la acción de los sulfatos.	NMX-C-185	SECOFI
Determinación de la actividad puzolánica.	NMX-C-273	SECOFI
Métodos de prueba para determinar la resistencia a la tensión de cementantes hidráulicos.	NMX-C-60	SECOFI
Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos.	NMX-C-61	SECOFI
Cementantes hidráulicos. Determinación de la expansión en autoclave de cementantes hidráulicos.	NMX-C-62	ONNCCE
Método de mezclado mecánico de pasta y morteros de cementantes hidráulicos.	NMX-C-85	SECOFI
Método de prueba para la determinación de fraguado falso del cemento Pórtland por el método de pasta.	NMX-C-132	SECOFI
Requisitos para la determinación de fraguado falso del cemento Pórtland por el método de pasta.	NMX-C-144	SECOFI

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Requisitos para la determinación de fraguado falso del cemento Pórtland por el método de pasta.	NMX-C-144	SECOFI
Determinación del calor de hidratación de cementantes hidráulicos.	NMX.C.151	SECOFI
Método de prueba para la determinación del peso especifico de cementantes hidráulicos.	NMX-C-152	SECOFI
Método de prueba para la determinación del sangrado en pasta de cemento y mortero.	NMX-C-153	SECOFI
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.
Agregados pétreos para concreto y mortero hidráulico.	4.01.01.004	G.D.F.
Cal hidratada.	4.01.01.012	G.D.F.
Cemento hidráulico.	4.01.01.013	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN.

C.01. Físicos.

a. Los componentes de las mezclas, pastas y lechadas deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en las Normas correspondientes que se citan en el cuadro de referencia en la cláusula "B".

b. Los agregados pétreos finos (arenas) que se empleen en la fabricación de mezclas deben cumplir con los requisitos de granulometría asentados en la siguiente Tabla 1.

TABLA 1. Granulometría de agregados pétreos finos para mezclas

Malla	Límites de porcentajes que pasa
4.75 (No. 4)	100
2.36 (No. 8)	95.0 a 100
0.150 (No. 100)	25.0 máximo
0.075 (No. 200)	1.6 a 2.5

Nota: En caso de que se ordene utilizar gravilla en lugar de arena, se debe cumplir con lo establecido en el capítulo de agregados pétreos para concreto y mortero hidráulico, indicado en la cláusula "B" de Referencias.

c. Los agregados finos deberán tener una relación en peso de demanda de agua no mayor al 65%.

d. La resistencia de las mezclas variará en función del proporcionamiento de los aglutinantes y sus agregados, el volumen de los cuales en estado húmedo y suelto no debe ser menor de 2.25 veces ni mayor de 3 veces la suma de los volúmenes de los materiales cementantes empleados en la elaboración del mortero, y las resistencias mínimas a compresión que se deben lograr a los 28 días de edad aprobados según la norma NMX-C-61 serán las siguientes:

1. Mezclas de cal hidratada 1,00 N/mm^2 (10 kgf/cm^2)
2. Mezclas de mortero 2,45 N/mm^2 (25 kgf/cm^2)
3. Mezclas de calhidra-cemento 4,90 N/mm^2 (50 kgf/cm^2)
4. Mezclas de cemento Pórtland 7,35 N/mm^2 (75 kgf/cm^2)

Estas resistencias se obtendrán del promedio de 3 cubos de mezclas formados con una parte del cementante o combinación de ellos y de arena graduada según lo indicado en el subinciso b anterior.

e. Cuando las mezclas sean elaboradas con mortero, los tiempos de fraguado inicial y final no deben exceder los valores que se indican a continuación.

Tiempo de fraguado (método Gillmore)

Fraguado inicial mínimo.	2 horas.
Fraguado final máximo	24 horas

f. Las mezclas usadas para juntear elementos para formar muros deben tener resistencias a la compresión a los 28 días mayores a 6,86 N/mm^2 (70 kgf/cm^2) si se emplean para tabicones, 4,9 N/mm2 (50 kgf/cm^2) para bloques de concreto y 3,9 N/mm^2 (40 k/cm^2) para tabiques de barro recocido.

g. Otras características que deben cumplir las mezclas se indican en la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Características de las mezclas.

Características	Parámetro
Finura, residuo criba 0.106 mm (No. 140)	25% máximo
Sanidad (prueba en autoclave)	1 % expansión máxima
Tiempo de fraguado (Vicat) inicial	No menor de 90 minutos
Final	No mayor de 18 horas
Contenido de aire	22% máximo del volumen
Retención de agua, fluidez después de succión con respecto a la fluidez original	70% mínimo

h. Mezclado.- El mezclado puede ser:

1. A mano.- Sólo se hará cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe el Gobierno del Distrito Federal, en cuyo caso debe mezclarse en seco la arena, el mortero-cemento y/o calhidra, hasta lograr una mezcla homogénea, la que se califica por la uniformidad del color; después se agrega el agua hasta lograr la consistencia deseada. Esta mezcla debe elaborarse sobre una tarima de madera o plataforma estanca de concreto, para evitar la contaminación de los materiales con el terreno natural, u otros medios.

2.- Con máquina.- En general estas mezclas deben lograrse con máquina para lo cual se introducirán en el equipo los componentes en seco revolviéndolos hasta tener una mezcla homogénea, añadiendo luego el agua y continuar el mezclado durante un minuto más.

En mezclas de mortero y cal puede añadirse agua al terminar su elaboración, si la mezcla empieza a endurecer muy rápido. En las de cemento, no se adicionará más agua una vez que se haya agregado la indicada según el proporcionamiento.

i. Fraguado.- Las mezclas no deben presentar fraguado falso durante su manejo y colocación a no ser que se mezcle por un tiempo mayor que el usual durante su transporte o bien cuando se remezcle antes de su colocación. El fraguado falso debe determinarse según se indica en la norma mexicana NMX-C-132.

j. Pastas y lechadas.- Deben cumplir con lo indicado en el proyecto y/o lo ordenado por el Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Fabricación.

a. Los proporcionamientos y colorantes que se agreguen a los morteros, pastas y lechadas serán los que señale el proyecto y/o lo que ordene el Gobierno del Distrito Federal.

b. La lechada de cemento y agua, en sus diferentes relaciones, se debe fabricar de manera que se obtenga una fluidez apta para cada uno de los trabajos en especial.

c. En la fabricación de las mezclas y pastas se debe emplear revolvedora de la capacidad necesaria y apropiada para lograr uniformidad en las mezclas.

C.03. Manejo y almacenamiento.- Debe tenerse el suficiente cuidado en el manejo y almacenamiento de los colorantes, calhidra, cemento blanco y otros aglutinantes empleados en la elaboración de los morteros, pastas y lechadas, ya que son materiales que reaccionan con la humedad; deben estar en lugares cubiertos y libres de materias que puedan contaminarlos e hidratarlos previamente a su empleo.

D. MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01. Para la prueba de composición de mezclas, se muestreará el material para formar un mínimo de dos briquetas de forma cúbica de 5 cm por lado por cada 150 m^2 o menos, de superficie cubierta por la mezcla; la misma frecuencia debe usarse para las pruebas que determinan las características señaladas en la Tabla 2. La frecuencia puede variarse sin previo aviso, así como la ubicación y el elemento del que se tomen las muestras, cuestión que se hará a juicio del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

D.02. El muestreo, tamaño de la muestra y pruebas a las que deban someterse las pastas y lechadas, serán las indicadas en el proyecto y/o por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Las mezclas, pastas y lechadas deben ser colocadas en un tiempo igual o menor que 60 minutos después de haber sido fabricadas. Deben rechazarse si exceden dicho lapso.

E.02. Las tolerancias y bases de aceptación en las pruebas de pastas y lechadas deben ser fijadas en el proyecto y/o por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

E.03. Si las pruebas de resistencia a la compresión indicadas en el subinciso C.01.d. de este capítulo o en el proyecto, dan valores menores en un 10% de la resistencia mínima especificada, debe rechazarse la mezcla.

E.04. En granulometría puede aceptarse hasta un 5% en volumen de material mayor a la malla 4.750 (No. 4).

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	003	CONCRETO HIDRÁULICO

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Es una mezcla integrada por cemento pórtland, agregados pétreos (grueso y fino) seleccionados, agua y aditivos en su caso, con una dosificación apropiada, misma que al fraguar adquiere las características de resistencia, módulo de elasticidad, efectos de contracción, comportamiento integral y durabilidad previamente fijados.

A.02. El concreto hidráulico se clasifica de acuerdo a:

a. El cemento con que se fabrica en:

.1. Concreto elaborado con cemento pórtland tipo CPO, es empleado generalmente en todo tipo de construcción, siempre y cuando los elementos a formar con él no requieran de las características proporcionadas por los otros tipos de cemento.

En este caso, la resistencia nominal se adquiere a los 28 días de edad.

2. Concreto elaborado con cemento pórtland tipo CPP, es utilizado en construcciones que deben ser resistentes a la acción moderada de los sulfatos con generación moderada de calor de hidratación. La resistencia nominal la adquiere ese concreto a los 28 días de edad.

3. Concreto elaborado con cemento pórtland tipo CPO 30R o CPO 40R es empleado cuando es necesario que adquiera su resistencia nominal a relativa edad temprana (entre 7 y 14 días).

4. Concreto elaborado con cemento pórtland tipo CPO BCH es utilizado en estructuras que requieran bajo calor de hidratación. La resistencia nominal la adquiere este concreto a los 28 días de edad.

5. Concreto elaborado con cemento pórtland de característica especial tipo RS con la particularidad de tener una alta resistencia a los sulfatos. Dicha resistencia nominal la adquiere este concreto a los 28 días de edad.

6. Concreto elaborado con cemento blanco, como base neutra para aplicar algún color, tipo B.

CIUDAD DE MÉXICO

7. Concreto elaborado con cemento proveniente de la escoria de alto horno tipos CPEG o CGE, es utilizado para resistir la agresividad salina.

8. Concreto elaborado con cemento pórtland compuesto tipo CPC, es utilizado para lograr reducido calor de hidratación y alta resistencia al ataque de los sulfatos.

b. Al grado estructural en:

1.- Concreto hidráulico clase 1
2.- Concreto hidráulico clase 2

c. El agregado grueso con que se fabrican, para fines estructurales:

1. Concreto clase 1, con agregado grueso con peso especifico superior a 2,6 t/m^3 y del tipo:

   1.1 Calizo
   1.2. Basáltico.

2. Concreto clase 2, con agregado grueso, con peso especifico mayor a 2,3 t/m^3 y del tipo andesítico.

d. Otras características:

1. Concreto de muy alta resistencia a la compresión, que alcanza resistencias mayores a 39,2 MPa (400 kgf / cm2) y se aplica en estructuras en donde se desean elementos esbeltos y livianos.

2. Concreto de baja contracción, que tiene contracciones inferiores a las de los concretos convencionales, tendientes a reducir la contracción inicial y con ello la deformación diferida ante cargas constantes, induciendo a deformaciones previsibles, controladas y garantizadas.

3. Concreto de elevada resistencia a la compresión a edad temprana, el que a diferencia del mencionado en el párrafo A.02.a.3, la resistencia puede ser del orden del 80% respecto de la de proyecto, a las 24 ó 72 horas de edad.

4. Concreto ligero, que tiene la característica de ser un concreto de baja densidad y resistencia moderada a la compresión, se usa como aislante termoacústico y resistente al fuego.

5. Concreto de alta fluidez, constituido en un mortero de baja densidad controlada, más ligero que los de peso normal, creado para sustituir los espacios ocupados por materiales granulados.

CIUDAD DE MÉXICO

6. Concreto resistente a la flexión, para uso especial en pavimentos con tránsito pesado, con un módulo de ruptura diseñado para el caso.

NOTA: 1 Los concretos de la clasificación del subinciso A.02.d son comúnmente llamados concretos de alto comportamiento y sus características y especificaciones son estudiadas y establecidas en el capitulo 4.01.02.049 de estas Normas.

NOTA: 2 Para los efectos de los concretos de la clasificación de los subinciso A.02. C.1 y A.02.C.2, se dan en este capitulo sus características, requisitos de elaboración muestreo, pruebas y bases de aceptación.

A.03. El objeto de elaborar el presente capítulo de norma es el de establecer especificaciones y métodos de prueba a los que se le debe someter al concreto hidráulico y tener el control de la calidad especificada en el proyecto.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01. Pueden existir algunos conceptos vinculados con el concepto Concreto Hidráulico tratado en este capitulo, que se desarrolla en otros capítulos de estas Normas, de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales, Regionales o Internacionales, los cuales deben sujetarse en lo que corresponda a lo señalado en las cláusulas correspondientes sobre Requisitos de Elaboración, Muestreo y Pruebas. En la tabla siguiente se refieren los conceptos más importantes que se encuentran en otros documentos y se vinculan al presente, el capitulo de referencia y la norma de la dependencia, entidad, organismo o asociación respectiva

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.		G.D.F.
Concreto. Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.	NMX-C-083	ONNCCE
Concreto. Agregados, Especificaciones.	NMX-C-111	SECOFI
Agua para concreto.	NMX-C-122	SECOFI

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Concreto sometido a compresión. Determinación del módulo de elasticidad estática y relación de Poisson.	NMX-C-128	ONNCCE
Concreto hidráulico. Especificaciones	NMX-C-155	SECOFI
Determinación del revenimiento en el concreto fresco.	NMX-C-156	ONNCCE
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.	NMX-C-157	SECOFI
Elaboración y curado de especímenes de concreto, en el laboratorio.	NMX-C-159	SECOFI.
Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.	NMX-C-160	SECOFI
Concreto fresco. Muestreo	NMX-C-161	ONNCCE
Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico.	NMX-C-162	SECOFI
Prueba de resistencia al cortante en concreto endurecido.	NMX-C-243	SECOFI
Agua para concreto. Análisis.	NMX-C-283	SECOFI
Concreto hidráulico para uso estructural	NMX-C-403	ONNCCE
Cemento hidráulico. Especificaciones y método de prueba.	NMX-C-414	ONNCCE
Cuantificaciones de impurezas orgánicas en arena.	1.1.3.3.e.	S.A.R.H.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Agregados pétreos para concreto y mortero hidráulicos.	4.01.01.004	G.D.F.
Cemento hidráulico	4.01.01.013	G.D.F.
Agua para mezclas.	4.01.01.018	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Insumos.

a. Agregados: Los agregados deben cumplir con la granulometría especificada para cada caso en el proyecto o por el Gobierno del Distrito Federal. En virtud de que la arena extraída de banco puede resultar de granulometría muy variada, deben realizarse pruebas de laboratorio para confirmar la granulometría propuesta y ésta será puesta en conocimiento del representante del Gobierno del Distrito Federal, para su aceptación o rechazo:

1. El tamaño máximo permisible de un agregado debe cumplir las siguientes limitaciones:

   1.1. No exceder la quinta parte de la dimensión más angosta que exista entre los lados de las formas de los elementos por colar.

   1.2. No exceder la tercera parte del espesor del elemento del concreto cuando se trate de losas.

   No exceder de las tres cuartas partes del espacio libre máximo que exista entre varillas individuales de refuerzo o paquetes de varilla.

   Cuando el concreto deba transportarse con bomba o por medios neumáticos, deben respetarse las instrucciones del fabricante de los equipos, pero en ningún caso el tamaño del agregado máximo permisible puede ser mayor de la tercera parte del diámetro de la tubería de conducción.

2. Los agregados pétreos gruesos empleados para fabricar concreto hidráulico estructural clase 1, deben tener un peso especifico superior a 2,6 (calizo o basalto, entre otros) y el concreto hidráulico estructural clase 2, debe ser fabricado con agregados pétreos gruesos con peso especifico superior a 2,3 (como andesíta); para ambos concretos puede emplearse arena andesítica, u otra de mejores características.

CIUDAD DE MEXICO

b. Cementantes

1. El cemento pórtland que se haya decidido utilizar, debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NMX-C-414, Indicada en la Cláusula B de Referencias.

c. Aditivos.

Si en el proyecto para elaboración del concreto se ha determinado utilizar algún aditivo, éste debe cumplir con lo establecido en el inciso correspondiente del capitulo 4.01.02.004 "Aditivos para concreto hidráulico", indicado en la cláusula B de Referencias.

d. Agua.

El agua a utilizar como elemento integrador de los elementos de la mezcla, debe cumplir con lo señalado en cuanto a calidad, en el capitulo 4.01.01.018 "Agua para mezclas", indicado en la cláusula B de Referencias.

C:02. Proceso de fabricación.

a. Mezcla.

1. Consiste en la reunión de todos los componentes que conforman el concreto, integrándolos y revolviéndolos hasta lograr una masa uniforme y homogénea.

2. El proceso de mezclado debe ser por medios mecánicos (revolvedoras), las que se podrán usar en capacidades variables; las cuales deben determinarse dependiendo del tipo de concreto que se desee fabricar, los volúmenes para el mismo y sobre todo, el elemento estructural que se desea construir con el concreto.

3. Para el caso de concreto hecho en obra por medio de revolvedora, los tiempos previstos podrán ser los que se señalan en la Tabla 1, a menos de que se demuestre por parte de quien va a realizar la mezcla que es conveniente un tiempo diferente

4. Relación agua/cemento (a/c). La resistencia promedio del concreto a la compresión, obtenida para diferentes valores de la relación agua/cemento, se muestra en la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1.- Tiempo mínimo de mezclado (en segundos)

Capacidad nominal de la revolvedora (m3)	Criterio ACI
Menor de 0,75	60
de 0,75 a 1,50	75
de 1,50 a 2,25	90
de 2,25 a 3,00	105
de 3,00 a 3,75	120
de 3,75 a 4,80	135

TABLA 2.- Resistencia a la compresión en MPa (kgf/cm^2)

Relación agua/cemento (a/c) en peso	Concreto con aire incluido	Concreto sin aire incluido
0,40	29,40 (300)	37,24 (380)
0,45	26,95 (275)	33,81 (345)
0,50	24,01 (245)	29,40 (300)
0,55	21,56 (220)	26,46 (270)
0,60	18,62 (190)	23,53 (240)
0,65	16,66 (170)	20,58 (210)
0,70	15,19 (155)	18,62 (190)

Estas relaciones agua/cemento (a/c), son únicamente indicativas y pueden servir de punto de referencia en la dosificación del concreto; los requerimientos finales que se refieren a producto terminado serán los obligatorios de cumplir, por lo que en cada caso deben ser éstos los que verifiquen como definitivos mediante pruebas de laboratorio.

CIUDAD DE MÉXICO

Los valores que pueden servir de referencia según el elemenio estructural y tipo de cemento en cuanto a lo que es la relación agua/cemento, son los que se indican en la Tabla 3.

C.03. Producto terminado.

a.- Temperatura.- En el siguiente cuadro se expresa la temperatura mínima que debe tener el concreto en el momento de su colocación, para temperaturas ambiente iguales o mayores a 283 K (10°C

Secciones delgadas (losa de entrepisos)	Secciones gruesas (concreto masivo)
299 K (16 ºC)	283 K (10 °C)

b.- Consistencia

Las mezclas de concreto en términos generales deben diseñarse con el revenimiento más bajo que pueda usarse, de acuerdo con el tipo de elemento en que vaya a utilizarse dentro de la estructura edificada que se tenga en el proyecto. Las especificaciones del proyecto en particular, deben indicar para cada obra, los revenimientos para cada elemento de la misma. En general, los revenimientos que se especifiquen, no deben exceder los señalados a continuación en la Tabla 4:

TABLA 3.-Relación agua/cemento máxima permisible, según condiciones de exposición y servicio.

Clase de elementos estructurales y tipo de cemento.	Exposición al ataque de sulfatos.	Impermeabilidad como requisito básico.	Condiciones frecuentes de humedecimiento -secado.
1. Concreto en elementos con espesor máximo 20 cm o en donde el recubrimiento del acero sea menor de 3 cm.			
1.1. Con cemento tipo CPO o CPO, 3OR, CPO 40R.	*	0,45	0,50
1.2. Con cemento tipo CPP	0,45	0,45	0,50
1.3. Con cemento tipo RS	0,45	0,45	0,50
2. Concreto en elementos con espesores superiores a 20 cm y con recubrimiento del acero mayor de 3 cm.			
2.1. Con cementos tipo CPO o CPO30R, CPO40R.	•	0,50	0,55
2.2. Con cemento tipo CPP	0,50	0,50	0,55
2.3. Con cemento tipo RS	0,55	0,50	0,55

* No deben usarse cementos CPO en estas condiciones

TABLA 4.- Revenimiento en elementos estructurales.

Elementos	Revenimiento máximo en centímetros.
Zapata y muro de cimentación reforzado	10
Muros de subestructura, cajones y zapatas simples	8
Vigas y muros reforzados	10
Columnas reforzadas en edificios	10
Pavimentos y losas reforzadas	8

Para el caso en que se vayan a realizar colados bajo la superficie del agua, deben efectuarse ensayos previos con los materiales disponibles, a fin de definir cual es el revenimiento más bajo, de manera que la mezcla de concreto pueda fluir y acomodarse en las condiciones de trabajo.

Durante la construcción puede permitirse que los revenimientos obtenidos varíen en más o en menos, respecto de los especificados, pero sin salirse de los siguientes intervalos de tolerancias indicadas en la Tabla 5:

TABLA 5.- Tolerancias en los revenimientos del concreto.

Revenimiento especificado* (cm)	Intervalo de tolerancia (cm)
de 5 a 6 de 7a 8 de 6 a 10 mayor a 10	±1,5 ±2,0 ±2,0 ±3,0

En caso de colados de mezcla de concreto sumergidos bajo la superficie del agua, el revenimiento especificado debe definirse, sumando 3 cm del revenimiento más bajo con el que la mezcla de concreto pueda fluir y acomodarse correctamente de acuerdo con ensayos previos realizados con los materiales disponibles.

Los revenimientos máximos en concreto que se compacten por medio de vibración, deben ser 10 cm y los compactados por otros medios deben ser de 12 cm.

c. Aire incluido.

El Gobierno del Distrito Federal ordenará las pruebas que considere necesarias para determinar el contenido de aire en el concreto, tanto de rutina como extraordinarias, con el propósito de controlar durante la construcción, por lo menos aquellas muestras en que se obtengan cilindros de concreto, con un mínimo de tres determinaciones por día de trabajo.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, según el tamaño máximo nominal del agregado pueden aceptarse como máximo las siguientes cantidades de contenido de aire total indicados en la Tabla 6, con una tolerancia de +2%.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6.-.Contenido máximo de aire en un concreto hidráulico para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo según tamaño del agregado pétreo.

Tamaño máximo agregado pétreo	Cantidad máxima
40	4,5
25	5,0
20	6,0
13	7,0
10	8,0

d. Masa unitaria.

La masa unitaria del concreto fresco debe determinarse de acuerdo con lo establecido en la norma mexicana NMX-C152; en el concreto estructural clase 1, debe ser superior a 2,2 ton/ m^3 y en la de los concretos clase 2, comprendida entre 1,9 y 2,2 ton/ m^3 La masa unitaria del concreto ligero debe ser menor a 1900 kg/m^3.

e Módulo de elasticidad, contracción por secado y coeficiente de deformación diferida del concreto hidráulico estructural.

Estos valores dependen del tipo de concreto que se pretenda fabricar y se debe respetar lo indicado en la Tabla 7:

A juicio del corresponsable en seguridad estructural o del Director Responsable de Obra, en lugar de la verificación de estos requisitos podrá admitirse la garantia escrita del fabricante del concreto de que este material cumple con los requisitos antes mencionados, adicionalmente al certificado de calidad que emita el organismo verificador de que se ha hablado en el capitulo 4.01.01.001 “Generalidades”, indicada en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 7.-Módulo de elasticidad, contracción por secado y coeficiente de deformación diferida, del concreto hidráulico estructural.

Conceptos de calidad	Agregado grueso	Clase 1		Clase 2	
		MPa	kg_f/cm^2	MPa	kg_f/cm^2
Módulo de elasticidad a los 28 días mínimo	Caliza	44 300	14 000	---------	---------
	Basalto	34 800	11 000	---------	---------
	Andesita	---------	---------	25 300	8 000
Contracción por secado final (ECf)	0,001			0,002	
Coeficiente de deformación axial diferida final (Cf)	2,40			5,00	

f. Resistencia.

La resistencia a la compresión expresada en MPa (kg_f/cm^2), debe ser la señalada en el proyecto o la solicitada por el representante del Gobierno del Distrito Federal, verificada de acuerdo con los métodos de prueba indicados en la cláusula B de Referencias. Las pruebas deben ejecutarse en un laboratorio acreditado por un organismo certificador, de preferencia registrado en la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

g. El concreto hidráulico empleado para fines estructurales clase 1, debe tener una resistencia especificada igual o mayor que 25 MPa (250 kg_f/cm^2). La resistencia a la compresión especificada del concreto clase 2, debe ser inferior a 25 Mpa (250 kg_f/cm^2), pero no menor que 20 Mpa (200 kg_f/cm^2).

h. Todo concreto hidráulico estructural debe mezclarse por medios mecánicos. El concreto hidráulico estructural clase 1, debe proporcionarse por volumen.

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. Para observar esta cláusula se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. La frecuencia del muestreo del concreto en general debe ser de acuerdo con lo señalado en la norma mexicana NMX-C-161 "Concreto fresco.

CIUDAD DE MÉXICO

Muestreo" citada en la cláusula B de Referencias; o si se considera conveniente, podrá aumentarse la frecuencia de acuerdo al elemento de que se trate y al volumen y tipo de concreto.

Para verificar la resistencia a la compresión en el caso de concretos para edificación, se debe tomar como mínimo una muestra por día de colado, pero no menos de una por cada 40 m^3, formando una pareja de cilindros de cada muestra para ensayar.

Las características del coeficiente volumétrico de la grava y del material que pasa la malla 0,075 (No. 200) en la arena y las propiedades plásticas de los finos de los agregados, se deben verificar una vez por mes.

Las características del revenimiento y masa unitaria del concreto, deben verificarse una vez por cada cinco revolturas y una vez por cada día de colado respectivamente si el concreto se hace en obra; y si es elaborado en planta industrial, una vez por cada entrega y una vez por cada día de colado; pero no menor de una por cada metro cúbico de concreto colado.

b. Para verificar los requisitos que debe cumplir el concreto hidráulico así como sus materiales, deben emplearse los métodos de prueba señalados en la cláusula B de Referencias.

c. El equipo necesario para las pruebas y muestreo a que se somete el concreto hidráulico, así como sus elementos componentes se indican en las cláusula B de Referencias.

F BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Salvo que el representante del Gobierno del Distrito Federal autorice requerimientos diferentes a los indicados en esta Norma, todos los elementos utilizados en el concreto hidráulico estructural deben cumplir adicionalmente con los siguientes requisitos y tolerancias.

a. Para el caso del concreto clase 1, se admitirá que la resistencia a la compresión cumple con la de proyecto, si ninguna muestra de cilindros tiene una resistencia a la compresión media inferior a:

$$f'c - 3{,}43 \text{ MPa } (f'c - 35 \text{ kg}_f/\text{cm}^2)$$

y además los promedios de resistencia a la compresión de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo dia de colado, no son menores que la de proyecto.

b. Para el concreto clase 2, se admitirá que la resistencia a la compresión cumple con la de proyecto, si ninguna muestra de cilindros tiene una resistencia a la compresión media inferior a:

$$f'c - 4{,}9 \text{ MPa } (f'c - 50 \text{ kg}_f/\text{cm}^2)$$

y además si los promedios de resistencia a la compresión de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado no son menores que:

$$f'c - 1{,}67 \text{ MPa } (f'c - 17 \text{ kg}_f/\text{cm}^2)$$

a. Si sólo se cuenta con dos muestras, el promedio de la resistencias a la compresión de ambos, no debe ser inferior a:

$$f'c - 1{,}27 \text{ MPa } (f'c - 13 \text{ kg}_f/\text{cm}^2) \text{ para concreto clase 1; ni a}$$

$$f'c - 2{,}74 \text{ MPa } (f'c - 28 \text{ kg}_f/\text{cm}^2) \text{ para concreto clase 2}$$

además de cumplir con el requisito concerniente a las muestras tomadas una por una.

F.02. Respecto del grado de contaminación de los agregados a usar, las tolerancias aceptables como son los contenidos de los materiales perjudiciales para el concreto, contando entre ellos las arcillas, limos y polvo producto de la misma trituración, se indica en la Tabla 8.

F.03. Por ningún motivo deben ser aceptados los concretos elaborados con cementos que no cumplen con lo establecido en la cláusula F "Bases de Aceptación" del capítulo 4.01.01.013 "Cemento hidráulico" del Libro 4, indicado en la cláusula B de Referencias

CIUDAD DE MÉXICO

F.04. La masa unitaria debe ser mayor de 2,2 y menor de 1,9 ton/m^3, cuando se especifiquen concretos clase 1 o clase 2, respectivamente.

TABLA 8. Especificaciones mecánicas y fisicas de los agregados pétreos.

Especificación	Concreto hidráulico expuesto a la abrasión.	Concreto hidráulico estructural no expuesto a la abrasión.	
		Concreto clase 1	Concreto clase 2
Agregados que pasan la malla 0,075 (No. 200) (% máximo.) con Arena natural Arena triturada Grava natural Grava triturada	10 12 2 3	12 15 3 4	12 15 3 4
Contracción lineal de los finos de los agregados (arena + grava) que pasa la malla 0,425 (No. 40) a partir del límite líquido (% máximo).	2	2	3
Coeficiente volumétrico de la grava (mínimo)	_	0,20	--

F.05. No se deben aceptar concretos con revenimientos y resistencias a la compresión diferentes a los establecidos.

CIUDAD DE MÉXICO

F.06. La temperatura máxima del concreto hidráulico en el momento de producción no debe ser mayor de 305 K (32 ºC) ni menor a 283 K (10 ºC).

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 004 ADITIVOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Materiales o sustancias químicas diferentes al agua, a los agregados pétreos y al cemento pórtland, que se usan como ingredientes, añadidos a la revoltura de concreto hidráulico o del mortero, inmediatamente antes o durante la mezcla, empleados para modificar las propiedades del concreto y hacerlo más apropiado para el trabajo en que se pretenda emplear.

A.02. Los aditivos para el concreto hidráulico, se clasifican:

a. Tipo A. Aditivo reductor de agua. Disminuye la cantidad de agua requerida en la mezcla, para producir un concreto de una consistencia dada.

b. Tipo B. Aditivo retardante de fraguado. Prolonga el tiempo de fraguado del concreto.

c. Tipo C. Aditivo acelerante del fraguado. Es aquél que acorta el tiempo de fraguado del concreto.

d. Tipo C2**.** Aditivo acelerante de resistencia. Acelera la resistencia mecánica del concreto a edades tempranas.

e. Tipo D. Aditivo reductor de agua y retardante. Disminuye la cantidad de agua de la mezcla, entre 5% y 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar el tiempo de fraguado del concreto.

f. Tipo E. Aditivo reductor de agua y acelerante. Disminuye la cantidad de agua de la mezcla, entre 5% y 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de acortar el tiempo de fraguado del concreto.

g. Tipo F. Aditivo reductor de agua de alto rango. Disminuye en 12% o más, el agua de la mezcla, referida a un concreto testigo.

h. Tipo G. Aditivo reductor de agua de alto rango y retardante. Disminuye en 12% o más, el agua requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar el tiempo de fraguado del concreto.

CIUDAD DE MÉXICO

i. Tipo F2. Aditivo superplastificante. Incrementa el revenimiento del concreto en 90 mm como mínimo, con respecto al testigo, para producir un concreto que fluye con revenimiento mayor que 190 mm, sin presentar segregación ni sangrado.

j. Tipo G2. Aditivo superplastificante y retardante. Incrementa el revenimiento del concreto en 90 mm como mínimo para producir un concreto que fluye, con revenimiento mayor que 190 mm, sin que pierda su cohesión y retardando su tiempo de fraguado.

k. Tipo AA. Aditivo inclusor de aire. Desarrolla un sistema disperso de burbujas microscópicas de aire, que mejoran la trabajabilidad de las mezclas, e incrementan su resistencia al congelamiento y deshielo.

NOTA: Los siguientes aditivos que no tienen la clasificación anterior, se identifican:

l. Aditivo impermeabilizante integral. Producto que adicionado al concreto, reduce la permeabilidad capilar y la absorción de agua.

m. Estabilizador de volumen. Producto que en presencia de agua, aumenta su volumen dentro de la masa de concreto para contrarrestar las contracciones propias del mismo.

n. Inhibidor de la reacción de los agregados con los álcalis. Producto que disminuye la expansión producida por la reacción entre ciertos constituyentes silíceos de los agregados y los álcalis del cemento.

o. Colorantes. Producto usado para obtener un color deseado en el concreto.

p. Fungicida, germicida o insecticida. Producto que se usa con el fin de impedir la formación y desarrollo de hongos, bacterias y/o gérmenes, en el concreto.

q. Bentoníticos. Aditivo para lechadas.

r. Adherente. Producto a base de emulsiones acuosas, reemulsificables o no, usados para aumentar la adherencia entre el mortero del concreto, el agregado grueso y el acero de refuerzo y entre concretos de diferentes edades.

s. Inhibidores de la corrosión. Productos usados con la finalidad de reducir la corrosión del acero de refuerzo del concreto hidráulico.

t. Minerales pulverizados. Productos químicamente activos o no, usados para mejorar las propiedades físicas de la pasta y disminuir los efectos de las reacciones químicas perjudiciales y pueden ser:

1. Cementantes como las cales hidráulicas y los cementos de escoria.
2. Puzolanas
3. Materiales puzolánicos y cementantes, como cenizas volcánicas producidas por la combustión de carbón sub bituminoso o lignita.

CIUDAD DE MÉXICO

4. Otros relativamente inertes como arena de cuarzo y polvo fino de piedra caliza, de sílice o de granito.

u. Floculantes. Productos que disminuyen la cantidad de sangrado e incrementan la cohesión y la resistencia temprana.

v. Concreto de referencia o concreto testigo. Es aquél que se toma como punto de comparación y que no contiene el aditivo bajo prueba.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos de calidad que deben cumplir los aditivos para el concreto hidráulico y lograr la condición de servicio proyectado.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

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

CONCEPTOS	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Productos preenvasados. Contenido neto, tolerancias y métodos de verificación	NOM-002-SCFI	SECOFIN
Información comercial. Declara ción de cantidad en la etiqueta	NOM-030-SCFI	SECOFIN
Información comercial. Disposiciones generales para Productos	NOM-050-SCFI	SECOFIN
Aditivos estabilizadores de volumen del concreto	NMX-C-117	SECOFIN
Aditivo expansor del concreto	NMX-C-140	SECOFIN
Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto con cemento pórtland. Especificaciones	NMX-C-146	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTOS	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Ceniza volante o puzolana natural para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento Pórtland. Muestreo y prueba	NMX-C-179	SECOFIN
Aditivos para concreto y materiales complementarios.- Terminología y clasificación	NMX-C-199	SECOFIN
Aditivos inclusores de aire para concreto	NMX-C-200	SECOFIN
Aditivos para concreto.- Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica	NMX-C-240	SECOFIN
Aditivos químicos para concreto. Especificaciones, muestreo y métodos de prueba.	NMX-C-255	ONNCCE
Aditivos minerales.- Determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción álcalis-agregados	NMX-C-298	SECOFIN
Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto	NMX-C-304	SECOFIN
Determinación del factor de reflectancia de membrana de color blanco para el curado del concreto	NMX-C-309	SECOFIN
Aditivos para concreto. Cloruro de calcio	NMX-C-356	SECOFIN
Aditivos para concreto	4.137.05	PEMEX
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los aditivos para concreto hidráulico deben cumplir con los requerimientos establecidos en el proyecto ejecutivo y en cuanto a la calidad de éstos, con las especificaciones de este capítulo.

C.02. La calidad esperada en los especímenes de concreto hidráulico a los que se les haya agregado el aditivo respectivo, debe cumplir con lo señalado en la Tabla 1

C.03. La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba, a cualquier edad, debe ser mayor del 90% de la resistencia obtenida en otra prueba realizada a una edad anterior.

C.04 El aditivo expansor que se adicione al concreto, debe producir efectos en el mismo, de acuerdo a los requisitos que se establecen a continuación:

a. Tiempo de fraguado (Ver Nota 2).

Inicial	No más de una hora antes No más de dos horas después
Final	No más de cuatro horas después

b. Resistencia a la compresión, mínima en porciento con relación al concreto de referencias (Ver Nota 2).

7 días	80
28 días	80

c. Contracción máxima por secado, en porciento (Ver Notas 1 y 2).- Cuando esta característica sea decisiva en la calificación de los efectos de un aditivo expansor en una obra determinada, la contracción por secado en el mortero de prueba que contiene el aditivo debe ser igual o menor que la contracción experimentada en las mismas condiciones por el mortero de referencia.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Desempeño de los aditivos químicos para concreto

CONCEPTO	UNIDAD	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo C2	Tipo D	Tipo E	Tipo F	Tipo G	Tipo F2	Tipo G2	Tipo AA
		Reductor de agua	Retardante de fraguado	Acelerante del fraguado	Acelerante de resistencia	Reductor de agua y retardante	Reductor de agua y acelerante	Reductor de agua, de alto rango	Reductor de agua de alto rango, y retardante	Superplas-tificante	Superplas-tificante y retardante	Inclusor de aire
Requerimiento básico de desempeño												
Reducción de agua, mínimo. Respecto a la mezcla testigo Ver las normas NMX-C-156 y 162	%	5	0	0	8	5	5	12	12	-	-	-
Tiempos de fraguado (efecto esperado) respecto a la mezcla testigo, (100%) Ver Norma NMX-C-177												
Inicial: al menos	hora minuto h : min.	-	1:00 más tarde	1:00 más temprano	-	1:00 más tarde	1:00 más temprano	-	1:00 más tarde	-	1:00 más tarde	-
Inicial: no más de:	h : min.	1:00 más temprano	3:30 más tarde	3:30 más temprano	3:00 más tarde	3:30 mas tarde	3:30 más temprano	1:00 más temprano	3:30 más tarde	1:00 más temprano	3:30 más tarde	1:15 más temprano
	h : min.	1:30 más tarde	-	-	-	-	-	1:30 más tarde	-	1:30 más tarde	-	1:15 más tarde
Final: al menos:	h : min.	-	-	1:00 más temprano	-	-	1:00 más temprano	-	-	-	-	-
Final: no más de:	h : min.	1:00 más temprano	3:30 más tarde	-	3:00 más temprano	3:30 más tarde	-	1:00 más temprano	3:30 más tarde	1:00 más temprano	3:30 más tarde	1:15 más temprano
	h : min.	1:30 más tarde	-	-	-	-	-	1:30 más tarde	-	1:30 más tarde	-	1:15 más tarde
Resistencia a la compresión mínima, respecto a la mezcla testigo,(100%) Ver Norma NMX-C-083												
1 día	%	-	-	-	110	-	-	140	125	-	-	90
3 días	%	110	90	125	125	110	125	125	125	90	90	90
7 días	%	110	90	100	120	110	110	115	115	90	90	90
28 días	%	110	90	100	110	110	110	110	110	90	90	90
180 días (6 meses)	%	100	90	90	100	100	100	100	100	90	90	-
365 días	%	100	90	90	100	100	100	100	100	90	90	-
Incremento de revenimiento, con respecto a la mezcla testigo, valor mínimo. Ver Norma NMX-C-156	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	90	90	-

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Desempeño de los aditivos químicos para concreto

CONCEPTO	*UNIDAD*	*Tipo A*	*Tipo B*	*Tipo C*	*Tipo C2*	*Tipo D*	*Tipo E*	*Tipo F*	*Tipo G*	*Tipo F2*	*Tipo G2*	*Tipo AA*
		Reductor de agua	*Retardante de fraguado*	*Acelerante del fraguado*	*Acelerante de resistencia*	*Reductor de agua y retardante*	*Reductor de agua y acelerante*	*Reductor de agua, de alto rango*	*Reductor de agua de alto rango, y retardante*	*Superplas-tificante*	*Superplas-tificante y retardante*	*Inclusor de aire*
Requerimientos para casos especiales de desempeño												
Resistencia a la flexión Respecto a la mezcla testigo, valor mínimo, (100%) Ver Norma NMX-C-191												
3 días	%	100	90	110	110	110	110	110	110	90	90	90
7 días	%	100	90	100	100	100	100	100	100	90	90	90
28 días	%	100	90	90	100	100	100	100	100	90	90	90
Cambio de longitud Ver Norma NMX-C-173												
Contracción máxima en porciento, respecto de la mezcla testigo	%	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	120
Incremento sobre la mezcla testigo	%	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,006
Resistencia al congelamiento y deshielo de la mezcla testigo, valor mínimo. Ver Norma NMX-C-205	_	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Durabilidad del concreto	Se debe considerar lo establecido en el Apéndice Normativo de la Norma NMX-C-403-ONNCCE											

Concluye

CIUDAD DE MÉXICO

Nota 1.- Se considera como contracción por secado de un espécimen la diferencia entre la altura medida a las 24 horas de edad y la misma medición efectuada a los 28 días de edad.

Nota 2.- En el mortero de prueba, el aditivo debe dosificarse en una proporción tal, que produzca una expansión por lo menos igual a la necesaria para compensar la contracción por fraguado de dicho mortero, y que no exceda de esta expansión del uno por ciento a las 24 horas de edad.

d. Expansión uniforme y controlable.- La expansión producida por los aditivos debe ser uniforme y controlable en el mortero de prueba antes del fraguado final, la expansión individual a las 24 horas de edad de cada uno de los especímenes de prueba, no debe diferir en más del 10 por ciento del valor de la expansión promedio total de los especímenes probados.

e. El gas que genere el aditivo expansor no debe reaccionar desfavorablemente ni debe ser corrosivo con la lechada, mortero, concreto o con el acero de refuerzo.

C.05 Los concretos a los que se les agreguen aditivos puzolánicos, deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Finura:

1. Área superficial mínima, 12 000 cm2/cm3
2. Cantidad máxima retenida en la malla 0,045 (No. 325), 34%

b. Efecto de actividad puzolánica (*)

1. Con cemento pórtland a 28 días, 75% mínimo, con respecto al espécimen patrón.
2. Con cal a 7 días, 56 kg/cm2 mínimo

c. Agua requerida, 115 % máxima respecto al espécimen patrón.

d. Incremento en la contracción por secado de barras de mortero, a 28 días, 0,03% máximo.

e. Sanidad (**).- Expansión o contracción en autoclave 0,05% máximo

f. Aire incluido en el concreto (***), 2% máximo con respecto al espécimen patrón.

g. Requisitos de homogeneidad.- La superficie específica y la densidad de muestras individuales no deben variar del promedio establecido por las 10 muestras anteriores o por todas ellas si no son menos de 10, en más de :

CIUDAD DE MÉXICO

1. Para la superficie específica, la variación respecto al promedio no debe ser mayor que el 15%.

2. Para la densidad, la variación respecto al promedio, no debe ser mayor que el 5%.

3. Cuando se especifique concreto con aire incluido, la cantidad de agente inclusor requerido para producir un contenido de aire del 18% del volumen de mortero, no debe variar en más del 20% del promedio establecido por los diez ensayes precedentes, o por todos si son menos de diez.

h. Reactividad con álcalis del cemento.- La reducción de la expansión del mortero a los 14 días será como máximo del 0,20%.

Notas:
* Ninguno de los índices de actividad puzolánica debe considerarse como medida de la resistencia a la compresión del concreto que contenga puzolana. El índice con cemento pórtland se debe determinar en una prueba acelerada y su objeto es valuar la contribución que se espera de la puzolana en el desarrollo de una mayor resistencia del concreto.

**El espécimen debe permanecer compacto y duro y no mostrar distorsión, agrietamiento, porosidades o desintegración, cuando se someta a la prueba de expansión en autoclave.

***Aplicable sólo si se indica concreto con aire incluido. El contenido de aire recomendado es adecuado para el concreto que queda sujeto a congelación y deshielo.

C.06 Los concretos a los que se adicionen aditivos bentoníticos deben cumplir con los siguientes requisitos:

CIUDAD DE MÉXICO

Ensaye	R e q u i s i t o s
Cribado seco	El 10% debe pasar por la malla 0,425 (No. 40)
Cribado húmedo	Como máximo debe retenerse el 25% en malla 0,075 (No. 200)
Contenido de humedad	10% máximo
Lectura de viscosímetro	Mínimo 22, a 600 rpm*
Punto de fluencia, en libras por 100 pies cuadrados	3 veces la viscosidad plástica, máxima*
Propiedad de filtrado	15,00 ml máximo
pH	0,5 máximo

*Basado en 22,5 g de bentonita en 350 ml de agua destilada.

C.07 Los requisitos químicos que deben cumplir los diferentes tipos de aditivos que existen para el concreto, deben ser para cada uno, los indicados en las normas mexicanas respectivas.

C.08 Los aditivos cuya presentación natural sea en forma líquida deben entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes, de volumen conocido. Si el producto es corrosivo, el representante del Gobierno del Distrito Federal no debe aceptar envases de metal, debiendo ser de plástico rígido. Cualquier precaución que se requiera tomar para el manejo, preparación y dosificación del aditivo, debe señalarse claramente en el exterior de cada envase; en particular deben ponerse marcas visibles cuando el contacto con el producto, o la inhalación de sus vapores representen algún peligro para la salud personal o bien cuando se trate de sustancias inflamables.

C.09. Para los aditivos cuya presentación natural sea en forma sólida (en polvo o en escamas) y manifiesten propiedades higroscópicas, puede permitirse el uso de envases que no sean rígidos, pero deben suministrar protección adecuada contra la humedad. Para los polvos minerales no higroscópicos como la puzolana, bentonita y otros, se requieren las mismas condiciones de envase establecidas para el cemento en el capítulo 4.01.01.013 Cemento Hidráulico del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

C.10 Solamente deben emplearse aditivos que en su forma de presentación natural permanezcan en condiciones estables de calidad por un lapso no mayor de 6 meses, que permanezcan en un ambiente de temperatura y humedad controladas para su conservación y que tengan los envases apropiados.

C.11. Los aditivos para concreto hidráulico deben tener en sus envases los datos claros y legibles, entre otros, los siguientes:

a. Nombre o marca registrada de producto
b. Tipo de aditivo (líquido, polvo, crema o pasta)
c. Función que va desarrollar en la mezcla de concreto o mortero
d. Contenido en litros, gramos, etc.
e. Instrucciones de uso
f. Precauciones de manejo y almacenamiento
g. Fecha de fabricación
h. Caducidad
i. País de origen, o la leyenda de “Hecho en México”

CIUDAD DE MÉXICO

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El muestreo de aditivos para concreto hidráulico puede hacerse para la verificación del cumplimiento de las especificaciones, por lo que la cantidad de muestras y número de elementos dentro de cada lote, será la que proporcione un nivel de confianza del 90% y permita inferir a través de ésta, la calidad del lote que se prueba.

E.02. La forma de elegir la o las muestras y sus elementos debe ser al azar y con el procedimiento estadístico recomendable, ya sea mediante lo establecido en el capítulo 4.01.01.001 Generalidades, del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, o lo señalado en la Norma NMX-Z- 12 SECOFI, Partes 1,2 ó 3 Muestreo para la Inspección por Atributos, según la conformación del lote.

E.03. Los métodos, procedimiento y equipos de prueba deben ser de acuerdo con lo indicado en las Normas de referencia de la cláusula B, o lo señalado a continuación:

a. Para aditivos líquidos:

1. Los aditivos deben agitarse vigorosamente o recircularse antes del muestreo para garantizar su uniformidad.

2. Cuando los aditivos se entregan a granel, el muestreo debe hacerse utilizando el tubo de purga de la bomba de descarga.

   Las muestras individuales deben tomarse cuando menos en número de tres, a intervalos iguales de tiempo y de un volumen tal, que proporcione una muestra compuesta suficiente para efectuar las pruebas correspondientes.

3. Los aditivos líquidos cuando están envasados en recipientes de más de 200 litros de capacidad, no considerado a granel, se deben agitar vigorosamente mediante propelas o equipo similar, para homogeneizarlos; las muestras individuales se deben tomar en las partes medias del tercio inferior y del superior del recipiente. Operación que se hace con un dispositivo muestreador que permita tomar el aditivo de las partes seleccionadas sin contaminación.

CIUDAD DE MÉXICO

4. Para el caso de envases con capacidad igual o menor que 200 litros, las muestras individuales se deben obtener de diferentes recipientes, escogidos al azar. El número de envases seleccionados del mismo lote, debe ser igual o mayor que la raíz cuadrada del número total de envases. Cuando el lote de entrega sea inferior a cien unidades, la muestra debe ser la décima parte del número de unidades de entrega.

b. Para aditivos en polvo:

Las muestras de los aditivos en polvo, en su envase comercial, se deben tomar con tubo muestreador, como el descrito en la Norma Mexicana NMX-C-130 “Muestreo de Cementantes Hidráulicos”. El número de envases por muestrear debe estar de acuerdo con lo indicado en los párrafos E.03.a.3 y E.03.a.4, de este capítulo.

c. Aditivos de consistencia cremosa o pastosa:

1. Antes del muestreo de la crema o pasta del aditivo, se debe homogeneizar; las muestras se deben tomar de diferentes recipientes escogidos al azar, para representar la totalidad de un lote de fabricación. El número de envases por muestrear debe estar de acuerdo con lo indicado en los párrafos E.03.a.3 y E.03.a.4, de este capítulo.

E.04. Para determinar la calidad de los aditivos para concreto hidráulico según el desempeño especificado en el proyecto ejecutivo, se deben realizar las pruebas señaladas en la Tabla 5

TABLA 5 Métodos de prueba, según las Normas Mexicanas

Prueba	Norma Mexicana
Determinación de contenido de agua e incremento de revenimiento	NMX-C-156
Determinación de contenido de aire	NMX-C-157
Determinación de la masa unitaria y contenido de aire	NMX-C-162
Determinación de tiempos de fraguado de mezclas de concreto	NMX-C-177
Determinación de resistencia a la compresión	NMX-C-083
Determinación de resistencia a la flexión	NMX-C-191
Determinación de cambio de longitud	NMX-C-173
Determinación de la resistencia al congelamiento y deshielo	NMX-C-205

CIUDAD DE MÉXICO

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Los diferentes aditivos especificados en este capítulo serán objeto de rechazo si no cumplen con los requisitos indicados en las Normas respectivas citadas en la cláusula B, y con los siguientes requisitos adicionales:

a. Cloruro de calcio.

1. No debe estar aglutinado o pegajoso dentro de los envases.

2. No tener más de seis meses desde su fecha de fabricación (en este caso puede aceptarse si al volverlo a ensayar cumple con los requisitos especificados).

3. El peso o volumen promedio de 50 envases seleccionados al azar no debe ser menor que el indicado por el fabricante. (Si el lote consta de menos de 50 envases, deben considerarse todos)

b. Inclusores de aire.- Un aditivo inclusor de aire propuesto será rechazado si:

1. Han transcurrido más de seis meses desde la fecha de fabricación (en este caso puede aceptarse si al ensayarlo nuevamente cumple con los requisitos especificados).

2. El peso o volumen promedio de 50 envases seleccionados al azar resulta menos que el indicado por el fabricante (si el lote consta de menos de 50 envases, deben considerarse todos).

3. El aditivo inclusor de aire produce un incremento mayor de 2% en el contenido de aire del concreto. (Cuando se requiera que el aditivo incluya aire y se produzca un contenido mayor del necesario usando la dosificación propuesta por el fabricante, puede aceptarse si al disminuir la dosificación se obtienen todos los requisitos especificados en su clase).

c. Puzolanas.- Cualquier clase de material puzolánico propuesto para usarse como aditivo de concreto debe ser rechazado si, el peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote, resulta menor que el establecido por el fabricante.

d. Reductores de expansión álcalis-agregado.- Cuando se proponga utilizar un material puzolánico como aditivo de concreto con el propósito especificado de inhibir la reacción de los álcalis de cemento con los agregados, será motivo de rechazo si, el peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote, resulta menor que el establecido por el fabricante.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Estabilizadores de volumen.- Los aditivos que se propongan para estabilizar el volumen de lechadas, morteros o concretos, se rechazarán si:

   1. Han transcurrido más de seis meses desde su fecha de fabricación. (En este caso pueden aceptarse si al volverlos a ensayar se comprueba que continúan cumpliendo con los requisitos especificados).

   2. El peso promedio de 25 envases seleccionados al azar dentro del lote, resulta menor que el establecido por el fabricante. (Si es lote de menos de 25 envases, deben considerarse todos los que constituyan el lote).

f. Bentonitas.- Cualquier bentonita para usarse como aditivo de lechadas o mortero de inyección debe ser rechazado si el peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote resulta inferior al establecido como nominal por el fabricante. Así mismo, si excede la fecha de caducidad.

CIUDAD DE MÉXICO

. LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 005 MATERIALES PARA CURADO DE CONCRETO HIDRÁULICO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son materiales que aplicados mediante ciertos procedimientos al concreto recién colado, permiten contener en el interior del mismo, la cantidad de agua necesaria para el correcto proceso de su endurecimiento.

A.02. Los materiales para curado pueden ser:

a. Líquidos, aquellos como agua y resinas. Se dividen en emulsiones acuosas, emulsiones no acuosas y líquidos resinosos.

b. Sólidos (laminares), aquellos como papel natural y lámina de polietileno, pudiendo ser:

1. Papel con material bitumunoso (dos plieges) entre los que se ahogan dos hilos de fibra entrecruzados en forma de malla con separación máxima de 3.5 cm.

2. Papel impermeable color blanco al menos por un lado o cara.

3. Lámina de polietileno, que deberá tener un espesor determinado para garantizar su integridad para cuando se maneje.

c. Membranas, elementos formados sobre las superficies descubiertas de concreto, que pueden ser:

1. Claras o traslúcidas, las que deberán tener un colorante temporal que las haga fácilmente visibles sobre el concreto durante las 4 primeras horas después de su aplicación.

2. Con pigmento blanco, la que una vez hecha su aplicación, debe tener una apariencia blanca uniforme y cubrir totalmente la superficie del concreto.

3. Con pigmento gris, la que una vez aplicada debe tener una apariencia gris claro y cubrir totalmente el color de la superficie del concreto

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Materiales para Curado de Concreto Hidráulico y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Aditivo para concreto Muestreo.	NMX-C-45	SECOFIN
Curado. Compuestos líquidos que forman membrana	NMX-C-81	SECOFIN
Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto.	NMX-C-304	SECOFIN
Determinación del factor de reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto.	NMX-C-309	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001.	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Los materiales líquidos empleados para curado de concreto, como agua y resinas, deberán cumplir con lo indicado en las Normas citadas en la cláusula B de Referencias.

C.02. Los componentes para formar membranas de curado cualquiera que sea su tipo, deben cumplir con los siguientes requisitos físicos:

a. Los compuestos transparentes deben ser incoloros.

b. Los coloreados deben contener colorantes que sean distinguibles sobre la superficie del concreto por lo menos 4 horas después de su aplicación, pero deben ser imperceptibles después de 7 días de haberse aplicado.

c. Los componentes blancos deben contener pigmentos blancos pulverizados.

d. Tanto las películas líquidas, como las membranas y láminas de curado señalados en esta Norma deben adherirse a la superficie de la mezcla del concreto húmedo; al secarse, el recubrimiento será continuo, flexible y sin grietas o cavidades y se debe mantener como una película continua por lo menos durante 7 días después de aplicada.

No debe reaccionar en forma dañina a la superficie donde se aplique

e. La consistencia de las membranas de curado de todos los tipos mencionados en esta Norma, debe ser tal, que permita su aplicación por medio de atomizador, brocha o rodillo, a partir de 278 K (5 °C) de temperatura en adelante y cubrir el requisito de formación de película mencionado anteriormente.

f. Cuando se aplique a una superficie húmeda, la membrana de curado secará al tacto, en un lapso no mayor de 4 horas en las siguientes condiciones:
Temperatura: 301 K (23 °C + 1.7 °C)
Humedad relativa: 50% ± 10%
Velocidad del viento mínima: 180 m/min.

g. Retención de humedad.

1. Las membranas de curado deben restringir la pérdida de agua contenida en el espécimen de ensaye, a no más de 0,55 g/cm^3 en 72 horas.

2. La determinación de la retención de agua por medio de membranas de curado de concreto está asentada en la norma mexicana NMX-C-304 citada en la cláusula B de Referencias.

h. Las membranas pigmentadas en color blanco deben reflejar la luz del día cuando menos en un 60% a la correspondiente del óxido de magnesio.

Las pigmentadas en color gris deberán reflejar la luz solar en cuando menos un 50% de la correspondiente del óxido de magnesio.

C.03. Para considerar que la membrana de curado tiene un buen acabado, el líquido aplicado a la superficie de concreto debe tener una capa lo suficientemente gruesa de modo que no le queden huecos por donde pueda evaporarse el agua, se considera que el espesor suficiente para este fin es el que se obtiene con la aplicación de 3.5 a 5 litros de líquido por metro cuadrado.

C.04. Los componentes químicos para las membranas de curado, no están restringidos siempre y cuando ninguno de ellos sea tóxico, inflamable o ataque al concreto.

C.05. El agua como material de curado debe tener temperatura mínima de 284 K (11 °C) y cumplir los requisitos del agua usada para riego.

C.06. La arena para curado deberá estar libre de impurezas.

C.07. Fabricación.

a. La membrana de curado de concreto se elabora a partir de ceras, goma clorada y solventes de alta volatidad a temperatura ambiente. La composición debe ser tal que forme un sello adecuado después de un corto tiempo de haberla aplicado, sin ser perjudicial a la pasta de cemento Pórtland. Se le puede agregar un pigmento blanco o gris para proporcionar la reflexión del sol, también sirve dicho pigmento para propósitos de inspección.

b. La lámina de polietileno estará formada por una hoja simple fabricada con resina natural; en el caso de la lámina de polietileno blanco con trama de fibra de cáñamo, estará hecha de tela impregnada de polietileno blanco opaco por un lado.

C.08. El manejo debe hacerse de una manera cuidadosa, ya que los componentes de las membranas de curado consisten esencialmente de ceras, resinas, gomas cloradas y solventes de alta volatilidad a temperatura ambiente.

CIUDAD DE MÉXICO

C.09. El producto de las membranas de curado de concreto no debe durar almacenado en el lugar de fabricación o en cualquier otro lugar, por un periodo de tiempo mayor al marcado como tiempo de caducidad especificado por el fabricante, el cual no debe ser mayor a tres meses.

C.10. Los empaques deben ser de tal naturaleza que protejan al producto durante su almacenaje, transporte y manejo. Las precauciones que al respecto deban tomarse, estarán señaladas debidamente en dicho empaque; además, los envases deben ser resistentes a la posible acción de los productos que contienen.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de muestras y tamaño de ellas será fijado siguiendo lo indicado en la norma mexicana NMX-C-45 y en el capítulo 4.01.01.001 citado en la cláusula B de Referencias.

D.02. La elección de los elementos de muestra y la conformación de éstos será siguiendo lo indicado en la norma mexicana NMX-C-45, debiendo ser en todos los casos en forma aleatoria y con el método estadístico recomendable, según la conformación del o los lotes de compra.

D.03. Las pruebas para membranas de curado se efectuarán sobre una muestra de concreto recién fraguado de 0.05 x 0.30 x 0.30 m, cubierto con dicha membrana. El procedimiento de prueba será siguiendo lo indicado en las normas mexicanas NMX-C-304 y NMX-C- 309.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los materiales para curado serán aceptados solamente si cumplen los requisitos establecidos en este capítulo o en las Normas citadas en la cláusula B de Referencias o aquellas que fije el representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 006 PLACAS DE HULE SINTÉTICO (NEOPRENO)

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Elementos formados a partir del hule sintético obtenido mediante la polimerización del cloropreno, con las propiedades de dureza necesarias para recibir y transmitir cargas en apoyos de estructuras.

A.02. Las placas de hule sintético serán de una sola calidad, con diferentes grados de dureza nominal "Shore" clasificados en la siguiente manera:

a. Dureza 50 grados
b. Dureza 60 grados
c. Dureza 70 grados

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Placas de Hule Sintético (Neopreno) y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Placas de neopreno. Requisitos	VIII,cap. 14	S.C.T.
Placas de neopreno. Muestreo y pruebas.	IX, cap. 15	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. A menos que el proyecto y/o el representante del Deparatamento especifique otra cosa, las placas de hule sintético deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a. No deberán mostrar rajadura, incrustaciones de material extraño o apariencia de hojaldra, ni tener grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas.

b. El espesor nominal no será menor de 1.3 crn ni mayor de 2.5 cm.

La falta de uniformidad del espesor de cada placa, será como máximo de 10%, calculado con la siguiente expresión:

$$S=\frac{E_{máx} - E_{mín.}}{E_{máx.}} \times 100$$

En donde:

S = Falta de uniformidad, en por ciento
$E_{máx.}$ = Espesor máximo de la placa en mm.
$E_{mín.}$ = Espesor mínimo de la placa en mm.

c. Deberá tener la resistencia suficiente para soportar las cargas actuantes según el proyecto y/o lo que especifique el representante del Departamento.

d. El factor de forma de las placas, definido como la relación entre una superficie de carga y el área lateral deberá ser el especificado en el proyecto.

e. En la prueba de compresibilidad bajo un esfuerzo de 50 km/cm2, se aceptará una deformación unitaria mínima de 15% esta deformación se calculará con la siguiente expresión:

$$D = \frac{E_i - E_d}{E_i} \times 100$$

En donde:

D = Deformación unitaria en por ciento
Ei = Espesor inicial de la placa en milímetros
Ed = Espesor de la placa al aplicar un esfuerzo de 50 kg/cm2, en milímetros.

f. En la prueba de compresión, con el método de deflexión constante, se

CIUDAD DE MÉXICO

aceptará un porcentaje de deformación del 25% expresado como un porcentaje de la deflexión original, y calculado con la siguiente expresión:

$$C=\frac{e_0 - e_f}{e_0 - e_b} x100$$

En donde:

C = Deformación de compresión expresada como porciento de la deflexión original.
e_0 = Espesor original de la probeta, en milímetros
e_f = Espesor final de la probeta, en milímetros.
e_b = Espesor de la barra espaciadora usada, en milímetros.

C.02. Las placas deberán satisfacer los siguientes valores mínimos al ser sometidos a las pruebas que se indican:

Prueba	Características	Valores mínimos.
Tensión	Resistencia Alargamiento a la ruptura	160 kg/cm^2 350 %
Desgarramiento	Resistencia	32 kg/cm^2

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Se deberá seguir lo indicado en las Normas asentadas en la cláusula B de Referencias para la obtención de muestras, la elaboración de especímenes de prueba, los procedimientos de pruebas, la selección de equipos de muestreo y pruebas y la determinación de las propiedades y/o requisitos de las placas.

D.02. Se tomarán los elementos de muestra señalados en la Norma. IX-cap-15 de S.C.T. pero en ningún caso serán menos de dos placas de cada lote, para pruebas destructivas.

D.03. Las pruebas no destructivas como son la inspección visual, la determinación de dimensiones y la prueba de compresibilidad, se harán en la totalidad de las placas que constituyan el lote.

CIUDAD DE MÉXICO

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Las placas deberán cumplir con todos los requisitos enunciados en la cláusula C de este capítulo, en cuyo caso se aceptarán, permitiéndose las tolerancias siguientes:

a. Las dimensiones de los lados de la superficie de carga de las placas tendrán una tolerancia de tres milímetros en más y de un milímetro en menos, con respecto a las dimensiones de proyecto.

b. El espesor de cada uno de las placas tendrá una tolerancía en más o en menos, del cinco por ciento del espesor promedio de las placas que formen un lote.

c. El espesor promedio de las placas que formen un lote, (remesa de placas de iguales dimensiones y de una misma dureza) tendrá una tolerancia de más o en menos del 10% respecto a lo indicado en el proyecto.

d. El grado de dureza de las placas tendrá una tolerancia en más o en menos cinco grados con respecto a la dureza nominal.

E.02. Las placas de neopreno serán rechazadas cuando no cumplan con lo antes indicado y además con lo siguiente:

a. Cuando la deformación unitaria, en la prueba de compresibilidad, sea mayor del 115% o menor del 85%, de la deformación promedio obtenida en el lote de placas.

b. Si después de un envejecimiento acelerado durante 70 horas, a 373 K (100 °C), las placas muestren cambios por deterioro en cantidades mayores que las siguientes:

1.	Resistencia a la tensión	- 15%
2.	Alargamiento a la ruptura	- 40%, pero menos de 300% de alargamiento total.
3.	Grado de dureza "Shore"	+ 10 grados

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPITULO 007 PRODUCTOS DE FIBROCEMENTO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Piezas de diversas formas para usos varios, fabricadas a partir de una mezcla homogénea de fibras de asbesto, cementante hidráulico inorgánico y agua, pudiéndose agregar sílice, pigmentos, rellenos minerales repelentes al agua o agentes de curado, según el caso. Se excluye todo agregado que pueda causar un deterioro posterior al producto en su calidad, sobre todo cuando éste va a quedar en contacto con líquidos que puedan hacer reacción con sus componentes.

A.02. Las piezas así fabricadas pueden clasificarse en:

a. Tubos.- Los que a su vez se dividen en:

1. Para trabajar a presión en líneas de conducción y distribución de agua, con un solo grado de calidad y diferentes diámetros pero capacidades de presión diferentes, con denominaciones (clases) A-5, A-7, A- 10 y A-14, donde el número corresponde a la presión nominal de trabajo en kg/cm^2.

2. Para trabajar sin presión:

   2.1. En alcantarillados, con un sólo grado de calidad y diferentes diámetros, con las siguientes denominaciones (clases) B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5.

   2.2. Para bajadas y ventilación sanitaria, con las denominaciones (clases) C y D respectivamente.

3. Piezas especiales y accesorios para conexión de tubos.

4. Ductos y coples para usos eléctricos de un sólo grado de calidad y con clasificación: Tipo 1 ó ligero y tipo 2 ó pesado.

b. Lámina y sus complementos, que a su vez se dividen en:

1. Acanalada

   1.1. Recta en dos tipos A-1 y A-2 según el número de canales en su ancho.

   1.2. Curva

CIUDAD DE MÉXICO

1.3. Rural

1.4. Estructural

2. Plana lisa

c. Tinacos.

1. Que pueden ser según su forma:

1.1. Trapecial

1.2. Cilíndrico vertical

1.3. Cilíndrico horizontal

1.4. Esférico

1.5. Prismático

1.6. Otras

2. Según su capacidad:

de 200,300,400,500,600,700,800,1000,1100 y 2200 litros

d. Fosas sépticas.

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Productos de Fibro-Cemento y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Tubos para línea de conducción a presión para abastecimiento de agua potable. Especificaciones.	NMX-C-12/1	SECOFIN
Tubos para líneas de distribución a presión para abastecimiento de agua potable. Especificaciones.	NMX-C-12/2	SECOFIN
Láminas acanaladas. Especificaciones.	NMX-C-27	SECOFIN
Tinacos sanitarios.	NMX-C-29	SECOFIN

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Fosas sépticas	NMX-C-31	SECOFIN
Tanques lavadores de asbesto cemento	NMX-C-33	SECOFIN
Tubos para alcantarillado. Especificaciones	NMX-C-39	SECOFIN
Tubos para bajada y ventilación sanitaria	NMX-C-40	SECOFIN
Estanqueidad en tubos de asbesto cemento. Método de prueba.	NMX-C-41	SECOFIN
Método de prueba para determinación de la estanqueidad de juntas montadas de los tubos de asbesto cemento.	NMX-C-42	SECOFIN
Tubos. Determinación de la resistencia a la flexión	NMX-C-43	SECOFIN
Tubos. Determinación de la resistencia al aplastamiento	NMX-C.44	SECOFIN
Muestreo e inspección de productos de asbesto cemento.	NMX-C-51	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna. Tubos de asbesto-cemento.	NMX-C-53	SECOFIN
Método de prueba para la impermeabilidad de las láminas planas y onduladas de asbesto cemento y de fibro-cemento.	NMX-C-54	SECOFIN
Laminas acanaladas. Determinación de la resistencia a la flexión.	NMX-C-118	SECOFIN
Láminas. Determinación de la impermeabilidad.	NMX-C-120	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA.
Determinación de densidades, absorción y porosidad.	NMX-C-121	SECOFIN
Conductos y coples de asbesto cemento para usos eléctricos.	NMX-C-141	SECOFIN
Láminas estructurales. Especificaciones.	NMX-C-201	SECOFIN
Láminas estructurales. Determinación de la resistencia a la flexión.	NMX-C-202	SECOFIN
Guía de muestreo de recepción de productos de asbesto-cemento.	NMX-C-215	SECOFIN
Láminas planas sin comprimir. Resistencia térmica. Método de prueba.	NMX-C-223	SECOFIN
Resistencia a la flexión en laminas planas sin comprimir. Método de prueba.	NMX-C-232	SECOFIN
Laminas planas sin comprimir.	NMX-C-234	SECOFIN
Tubos. Determinación de la resistencia a los sulfatos.	NMX-C-319	SECOFIN
Cemento, asbesto cemento y concreto. Determinación de alcalinidad (Cal libre)	NMX-C-320	SECOFIN
Láminas planas de asbesto cemento.	IX, Cap. 18-1	S.C.T.
Láminas corrugadas de asbesto cemento	IX, Cap. 18-2	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Físicos.

a. Dimensiones.- Tanto los tubos, como láminas y tinacos deberán cumplir con las dimensiones establecidas en el proyecto y/o indicadas por el representante del Departamento.

b. Acabado.

1. Tubos.- Los tubos no deben presentar depresiones ni abolladuras que hagan disminuir el diámetro interior en más de 5 mm con relación al diámetro obtenido en una sección adyacente no afectada. Si llegara a tener alguna en los extremos donde es el acoplamiento, no excederá 2 mm y los extremos lisos de los tubos deberán estar cortados según los planos normales a los ejes.

2. Láminas y tinacos.- El acabado en estas piezas será tal que no presenten protuberancias, adelgazamientos locales, ni agrietamientos o fisuras.

c. Presión hidráulica.)

1. Los tubos deben probarse a una presión de 0,34 MPa (3,5 kg_f/cm^2) durante 5 segundos para verificar la impermeabilidad.

Para efecto de uniones, cada cople, codo, etc., debe probarse a una presión de 3,5 veces la presión nominal de trabajo. Dicha presión se debe mantener durante 5 segundos.

La presión de ruptura de los tubos no será menor a 5 veces la nominal de trabajo en diámetros hasta de 100 mm y de 4 veces en diámetros entre 150 y 900 mm.

2. Las láminas se deben probar con aplicación de agua y altura según se indica en las referencias de la cláusula B.

3. Los tinacos deben soportar una presión hidróstatica de por lo menos 2 veces su altura.

Esta prueba servirá de base para calificar, bajo las presiones indicadas, la impermeabilidad del material.

d. Impermeabilidad.- Los tubos y tinacos probados a la presión hidrostática indicada, no deben mostrar manchas húmedas, exudaciones ni pérdida de agua. Las láminas pueden admitir manchas superficiales sin llegar a formar gotas.

e. Flexión.

CIUDAD DE MÉXICO

1. Los tubos para agua a presión, debe resistir a la flexión, las cargas mínimas indicadas en la norma mexicana NMX-C-43 y en la Tabla 1.

   Para diámetros mayores de 200 mm no es necesario efectuar pruebas sistemáticas ni de ruptura con cargas apoyadas en puntos tercios y centro del claro, dado que el momento resistente de la sección es suficientemente grande.

2. Las láminas planas deben mostrar una resistencia específica K a la flexión mínima de 100 kg_f/cm^2.

3. Los tinacos no se deben someter a este tipo de prueba dada la forma y gran resistencia a ella.

TABLA 1.- Cargas mínimas de ruptura en kg_f. Para tubos apoyados en puntos tercios y claros de 300 mm.

Diámetros	CLASES			
	A-5	A-7	A-10	A-14
50	90	100	130	150
60	130	150	190	210
75	200	230	290	320
100	370	410	500	640
125	590	720	810	1100
150	880	950	1300	1700
200	1700	1800	2600	3450

CIUDAD DE MEXICO

f. Deflexión.- Los tubos deben soportar sin romperse, cargas de 450 kg aplicadas en los tercios del claro.

g. Aplastamiento.- Este requisito sólo es aplicable a tubos para trabajar a presión y sin presión (para uso en alcantarillado), en los que aplicando el método de apoyo de 3 aristas, deben resistir las cargas indicadas en la norma mexicana NMX-C-44, y en las Tablas 2 y 3:

TABLA 2. Resistencia mínima de ruptura al aplastamiento en tuberías a presión (cargas en kg).

Diámetro nominal en mm.	C l a s e s			
	A-5	A-7	A-10	A-14
50	6450	7850	10950	12650
60	5600	7400	9150	12750
75	5050	6800	9050	12850
100	4300	6100	8050	12950
125	3900	5850	7900	13000
150	3600	5800	8050	13400
200	3300	5500	8150	13850
250	3100	5500	10400	16350
300	3200	5950	11300	17550
350	3450	6550	12800	20100
400	3800	7150	13700	22900
450	4200	7750	15050	25900

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3.- Resistencia mínima de ruptura al aplastamiento en tuberías sin presión (cargas en kg).

Diámetro nominal en mm.	C l a s e s			
	B-6	B-7,5	B-9	B-12,5
150	-- --	-- --	1500	1875
200	-- --	1500	1800	2500
250	1500	1875	2250	3125
300	1800	2275	2700	3750
350	2100	2625	3150	4375
400	2400	3000	3600	5000
450	2700	3375	4050	5625
500	3000	3750	4500	6250
600	3600	4500	5400	7500
750	4500	5625	6750	9375
900	5400	6750	8100	11250
1000	6000	7500	9000	12500
1120	6270	8400	10080	14000
1250	7500	9375	11250	15625
1400	8400	10500	12600	17500
1600	9600	12000	14400	20000
1800	10800	13500	15200	22500
2000	12000	15000	18000	25000

CIUDAD DE MÉXICO

h. Absorción.- En láminas, la absorción de agua no excederá del 25% y en tubos y tinacos del 2,8% respecto del peso seco del material.

i. Valor aislante.- Este requisito es aplicable a láminas; las calorías transmitidas por hora no deben ser mayores a 0,75 calorías por metro cuadrado de superficie por milímetro de grueso y grado centígrado de diferencia, entre el exterior y el interior.

C.02. Químicos.- El contenido de fibras orgánicas y de fracciones de asbesto debe cumplir con lo indicado en las normas mexicanas NMX-C-182, NMX-C-193 y NMX-C-194 y en cuanto a la resistencia a los sulfatos y alcalinidad con lo señalado en las normas mexicanas NMX-C-319 y NMX-C-320; cuando se requiera su verificación se deben aplicar los métodos de prueba de las normas mexicanas señalados en la cláusula B de Referencias.

C.03. Uniones.- Los tubos, láminas o tinacos deben estar provistos de un sistema de unión especial o junteo, de manera que formen una línea continua de tubos, una superficie continua de láminas o un sistema comunicado de tinacos, capaces de resistir las presiones o intensidades de lluvia sin que se presenten fugas o filtraciones en las uniones o juntas.

C.04. La construcción de tinacos debe sujetarse a lo siguiente:

1. Paredes internas.- Las superficies internas serán lisas, sin ángulos vivos, libre su interior de placas de refuerzo del mismo u otro material.

2. Fondo.- Deberán tener un declive de por lo menos 2% hacia la salida para que descargue completamente su contenido.

3. Salida.- El accesorio empleado en la salida de los tinacos deberá ser de material que no sea atacado por el agua en el interior ni por la intemperie en el exterior.

4. Tapa.- Los tinacos deberán ser completamente cerrados, de manera que la tapa no permita el contacto de polvo con el interior del tinaco, ni que ésta pueda ser volada por vientos.

C.05. Uso.- En ningún caso las piezas de fibrocemento pueden usarse antes que hayan transcurrido 28 días desde su fabricación a menos de asegurarse que el procedimiento de fabricación lo permita; en este caso, se especificará el tiempo.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. Almacenamiento.

a. Tubos.

1.- Deberán acomodarse horizontalmente sobre una superficie sensiblemente plana.

2. Podrán hacerse estibas en forma triangular, donde los tubos de la base serán apoyados en sus extremos.

3. La altura máxima de la estiba será de 1.5 m.

b. Láminas.

1. Deberán acomodarse sobre un piso plano, una tarima de madera o sobre tablones de madera de 10 ó 20 cm de ancho, de modo que las estibas queden apoyadas como mínimo en los extremos y en el centro.

2. Se colocarán con la parte lisa hacia arriba, en estibas no mayores de 80 láminas.

3. Podrán colocarse paradas y apoyadas sobre una superficie vertical, sin quedar completamente verticales, pero descansando sobre piso plano.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de tubos, láminas o tinacos para conformar las muestras y números de éstas, en la búsqueda de propiedades del material y productos, así como la forma de elegirlos del lote, será de acuerdo con lo indicado en la norma mexicana NMX-C-51, considerando en particular los siguientes casos:

CIUDAD DE MÉXICO

a. Reventamiento.- De cada 300 tubos o fracción, se debe tomar uno para efectuar prueba de reventamiento, de este tubo se corta un tramo de 500 mm y se procede a determinarle su coeficiente de seguridad. El promedio de los resultados se debe comparar con el coeficiente de seguridad nominal de trabajo y este será el resultado.

b. Presión hidrostática de trabajo.- Todos los tubos del lote se deben someter a esta prueba, no debiendo resultar deficiente ninguno.

c. El muestreo de láminas de asbesto cemento lisas y onduladas se debe efectuar eligiendo del lote y al azar el número de láminas, que se indica en la tabla siguiente, salvo que el proyecto o el representante del Departamento indiquen otra disposición.

Número de láminas del lote	Número de láminas para muestreo
menores a	3
500 a 1 000	5
1 001 a 1 728	6
1 729 a 2 744	7
2 745 a 4 096	8
4 097 a 5 832	9
5 833 a 8 000	10

d. En tinacos se deben inspeccionar cada una de las piezas constitutivas del lote, para determinar dimensiones y que no presenten defectos ni deterioros tales como grietas o desportilladuras.

D.02. Las pruebas se harán según se indica en los procedimientos descritos en las normas respectivas mencionadas en la cláusula B, y según lo indicado a continuación para el caso particular:

a. Diámetros interiores.- El diámetro medio real de los extremos de los ductos se determinará con la medida aritmética de tres lecturas tomadas, la primera en un punto cualquiera de la circunferencia interior del ducto y las otras dos a 120° y 240° respectivamente de la primera, todas con aproximación de 0,1 mm.

b. Apariencia y acabados.- En los tubos debe pasar libremente por su interior y en toda la longitud un mandril cilindrico rígido de 10 cm de largo y con diámetro exterior igual al diámetro nominal del tubo menos 6 mm.

c. Longitud de tubos.- La longitud debe determinarse colocando el tubo sobre una superficie plana y horizontal, utilizando un escantillón o escala rígidos, con aproximación de ± 5,0 mm.

d. Espesor y punta de ducto.- El espesor de la pared de la parte no maquinada, se determina por la media aritmética de tres lecturas tomadas, la primera en un punto cualquiera de la circunferencia exterior del tubo y las otras dos a 120° y 240° respectivamente de la primera, con aproximación de 0,1 mm.

e. Rectitud.- El ducto se coloca sobre una superficie sensiblemente plana y horizontal y utilizando una escala rígida de 150 ó 300 cm, apoyada sobre una superficie exterior del ducto, en la dirección de cualquiera de sus directrices longitudinales, no debe haber una separación mayor de 4 mm respectivamente, entre la escala y superficie exterior del ducto. La medición debe repetirse en otras direcciones a 120° y 240° con respecto de la primera.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Resistencia al impacto.- De los tubos muestra se corta un tramo de una longitud de 370 mm + 10 mm que se coloca horizontalmente apoyada en la ranura en forma de V de un bloque de madera de 400 mm de largo, 150 mm de ancho y 125 mm de altura. La ranura en V tendrá 120° abarcando el ancho de 150 mm. En la parte superior del ducto, coincidiendo con su eje longitudinal se deja caer verticalmente y en forma guiada, un cilindro de acero de las siguientes características:

Peso:	1,4	kg
Diámetro exterior:	38	mm
Longitud :	155	mm

el cual estará provisto en la parte inferior, coincidiendo con su eje longitudinal, de una saliente semiesférica de 14 mm de diámetro, con la que efectuará el impacto.

g. Resistencia al calor.- De los tubos muestra se corta un tramo con longitud de 150 mm y se coloca con su eje longitudinal en posición horizontal en un horno a temperatura de 523 K (250 ºC) ± 5 °C, durante un periodo de 2 horas.

h. Absorción de agua.- De los tubos muestra se corta un tramo con longitud de 300 mm, independientemente del diámetro y una pieza cuadrada de 300 x 300 mm, en el caso de láminas y tinacos, los que se secarán en un horno a temperatura de 283 K (10 °C), durante las 24 horas. Después de enfriarse a temperatura de laboratorio, se pesa con exactitud del 0,25%. Se sumerge completamente en agua a temperatura entre 293 K y 298 K (20 y 25 °C) durante un período de 24 horas y una vez extraídos del agua y secados con un trapo húmedo, se vuelve a pesar con la misma exactitud, la diferencia de peso expresada en % del peso seco de la pieza, no debe exceder del valor del 25% citado para los tubos y 28% para láminas y tinacos.

CIUDAD DE MEXICO

i. Escurrimiento.- En un tramo de 200 m se colocan 6 manómetros con presión de 0,0098 MPa (1/10 de kg_f/cm^2); el tubo se alimenta de agua con una fuente que garantice una presión de entrada de 0,39 Mpa (4 kg_f/cm^2). El primero y segundo manómetros se deben colocar a una distancia de 2 m de la fuente sobre el tubo y en los cuales se medirán esos 4 kg/cm^2, colocados sobre brida con orificio de 57,1 mm; los demás manómetros se deben colocarán a 10, 70, 130 y 190 m de la descarga del tubo. A la salida del tubo tendrá un dispositivo de aforo directo. Se debe medir el gasto por la presión según los manómetros con la brida y a la salida con aforo directo. La diferencia en gastos no debe exceder de 0,5% en ambos casos.

j. Resistencia a la flexión.- La prueba se debe realizar en tubos con diámetro nominal de 150 mm, probetas de 3 m de longitud y en un claro de 2,70 m.

E. BASES DE ACEPTACIÓN.

E.01. Los tubos se aceptan en cuanto a dimensiones, si quedan dentro de las siguientes tolerancias:

Diámetros.				Espesor mm	Largo nominal mm.
Nominal mm.	Interno mm.	Externo			
		Maquinado mm.	Secc. Enchufe mm.		
50 a 150	±5%	--------	+1.3 -0.80	+4 -2	±25
150 a 450	±5%	+ 5 -2	+1.5 -1.2	+4 -2	±25
500 a 900	±5%	+ 7.5 -2	+1.5 -1.2	+5 -2.5	±30
1 000 a 2 000	±5%	+10 -5	+2.5 -2.0	+5 -2.5	±30

E.02. En lo relativo a tinacos, las tolerancias en capacidad y peso, serán hasta -5 %.

E.03. En lámina, la tolerancia para la diferencia de dimensiones de las dos diagonales del triángulo que tienen como base el ancho de la lámina, será de 5 mm, en caso de láminas planas y de 10 mm para acanaladas.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 008 LÁMPARAS DE VAPOR Y SUS REACTORES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Lámpara de vapor.- Fuente luminosa de alta intensidad lumínica en la cual, la luz se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un medio gaseoso a presión.

A.02. Reactor.- Dispositivo auxiliar cuyos circuitos producen una impedancia resistiva, capacitiva y/o inductiva (o en combinación), que suministra la tensión necesaria para el arranque de la lámpara y regula el suministro de la corriente de operación una vez encendida ésta.

A.03. Para el presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:

a. Arrancador.- Dispositivo que completa el circuito eléctrico en el encendido de la lámpara de descarga a través de las terminales de la lámpara y el reactor, cuando el interruptor de línea está cerrado.

b. Casquillo.- Cuerpo del arrancador que sirve para conectar la cápsula del mismo. Ver Figura 1.

c. Cápsula.- Elemento del arrancador que contiene los electrodos por los cuales se cierra el circuito eléctrico en el momento del arranque.

d. Reactor.- Dispositivo auxiliar compuesto de una impedancia resistiva, capacitiva y/o inductiva (o en combinación), que tiene como finalidad proveer la suficiente tensión de arranque a la lámpara y limitar la corriente de operación de la misma una vez encendida.

c. Distancia de fuga.- Distancia mínima medida a través del aire o sobre la superficie aislante entre partes conductoras y tierra o entre partes de polaridad opuesta.

d. Luminaria (o).- Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger, operarlas y conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Luminario autobalastrado.- Aquel que tiene su balastro dentro de la carcasa o armadura del luminario.

f. Luminario con balastro remoto.- Aquel que no tiene su balastro dentro de la carcasa o armadura del luminario.

i. Sistema de sujeción.- Dispositivos de soporte para un luminario construidos para proporcionar una resistencia mecánica que garantice su fijación.

A.04. A su vez, las lámparas de vapor se clasifican en:

a.- Lámparas de vapor de mercurio.

b.- Lámparas de vapor de sodio alta presión.

c.- Lámparas de vapor de sodio baja presión.

d.- Lámparas de aditivos metálicos.

A.05. La lámpara de vapor de mercurio se clasifica de acuerdo a su potencia eléctrica, que varía de 40 a 1500 watts, dependiendo del uso al que se le destine y en base al recubrimiento del bulbo exterior, si cuenta con él o no.

A.06. La lámpara de vapor de sodio se clasifica de acuerdo a su potencia eléctrica en:

a. Lumalux de 70 a 1000 watts
b. Unaluz de 150 a 360 watts

A.07. Dependiendo de la lámpara, el reactor puede ser del siguiente tipo:

a. Reactor-serie, de bajo factor de potencia
b. Reactor-serie, de alto factor de potencia
c. Subtransformador de bajo factor de potencia
d. Subtransformador de alto factor de potencia
e. Subtransformador de potencia constante
f. Reactor de potencia constante perfeccionado
g. Reactor en atraso-adelanto para dos lámparas
h. Reactor de potencia constante con circuito serie para dos lámparas
i. Reactor regulador de potencia (para lámpara lumalux)

A.08. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requerimientos generales mínimos de calidad de las lámparas de vapor, así como el de indicar las pruebas que deben cumplir estos dispositivos y los resultados de éstos, acordes con la

CIUDAD DE MÉXICO

normatividad vigente para lograr una operación, eficiente y segura en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

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

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA:	DEPENDENCIA.
Instalaciones Eléctricas (Utilización)	NOM-001-SEIE	Secretaría de Energía.
Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas-Especificaciones de seguridad.	NOM-058.	SECOFI
Sistema general de unidades de medida.	NOM-008	SECOFI
Portalámparas roscados tipo Edison	NMX-024	ANCE
Balastros para lámparas de vapor de mercurio en alta presión y aditivos metálicos. Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-J-230	ANCE
Luminarios decorativos.	NMX-J-224	ANCE
Luminario de uso general para interiores y exteriores	NMX-J-307	ANCE
Iluminación. Bases roscadas tipo Edison. Especificaciones.	NMX-J-352	ANCE
Luminarios para áreas clasificadas como peligrosas.	NMX-J-359	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA:	DEPENDENCIA.
Balastros para lámparas de descarga de alta intensidad y lámparas de vapor de sodio de baja presión.	NMX-J-503	ANCE
Coeficientes de utilización de luminarios para alumbrado público de vialidades.	NMX-J-507/I	ANCE
Balastros de bajas pérdidas para lámparas de descarga de alta intensidad, para utilización en alumbrado público.	NMX-J-510	ANCE
Guía para la medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas de descarga en alta intensidad.	NMX-J-530	ANCE
Guía para preenvejecimiento de lámparas.	NMX-J-531	ANCE
Balastros de impedancia lineal para lámparas de descarga de alta intensidad y lámparas de vapor de sodio en baja presión.	NMX-J-537	ANCE
Lámparas de vapor de sodio en baja presión	NMX-J-546	ANCE
Lámparas de aditivos metálicos	NMX-J-547	ANCE
Lámparas de vapor de sodio en alta presión	NMX-J-559	ANCE
Instalaciones eléctricas.	2.03.009.003	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación.	3.01.02.033	G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Apagadores, contactos y portalámparas.	4.01.02.019	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01 Los elementos que constituyen a la lámpara de vapor de mercurio y sodio, se muestran en las figuras, 2, 3, 4 y 5.

C.02. En las tablas 2 y 3 se relacionan las características y datos de funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio más comunes.

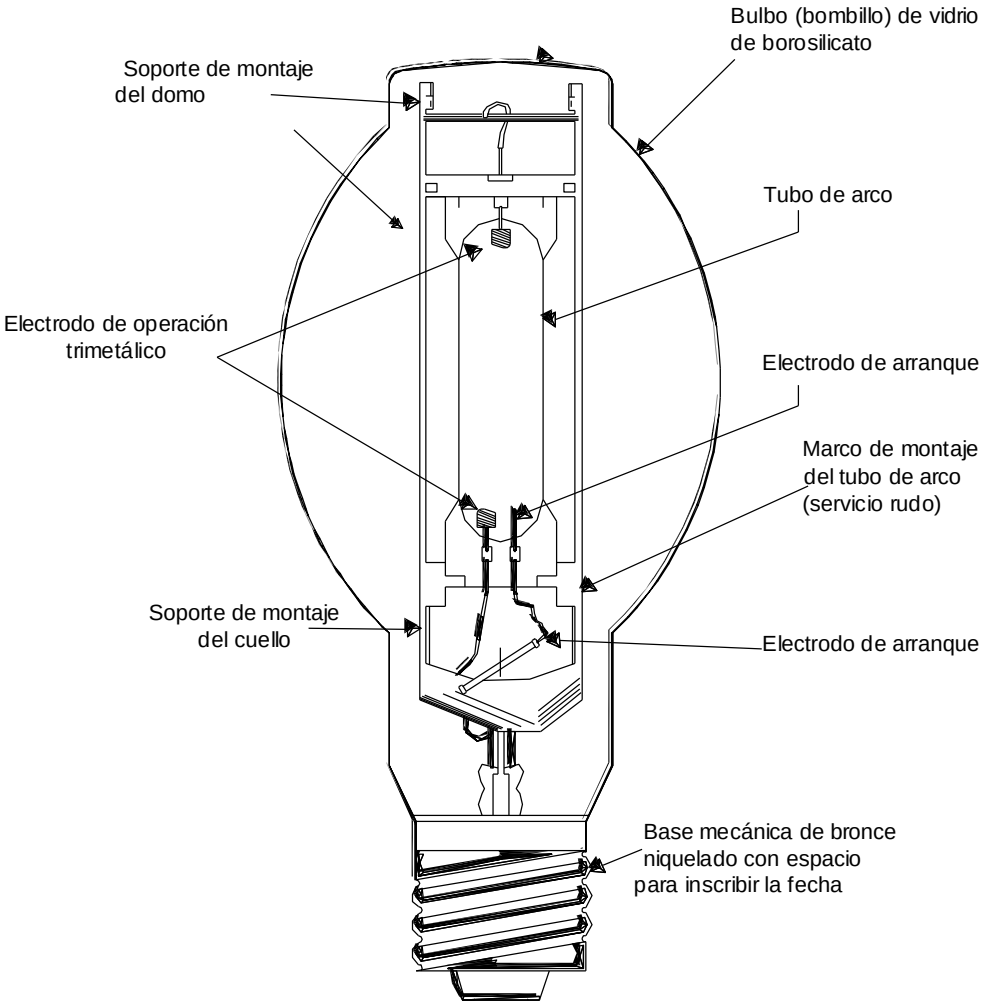


FIGURA 1. Partes básicas de la lámpara de vapor de mercurio.

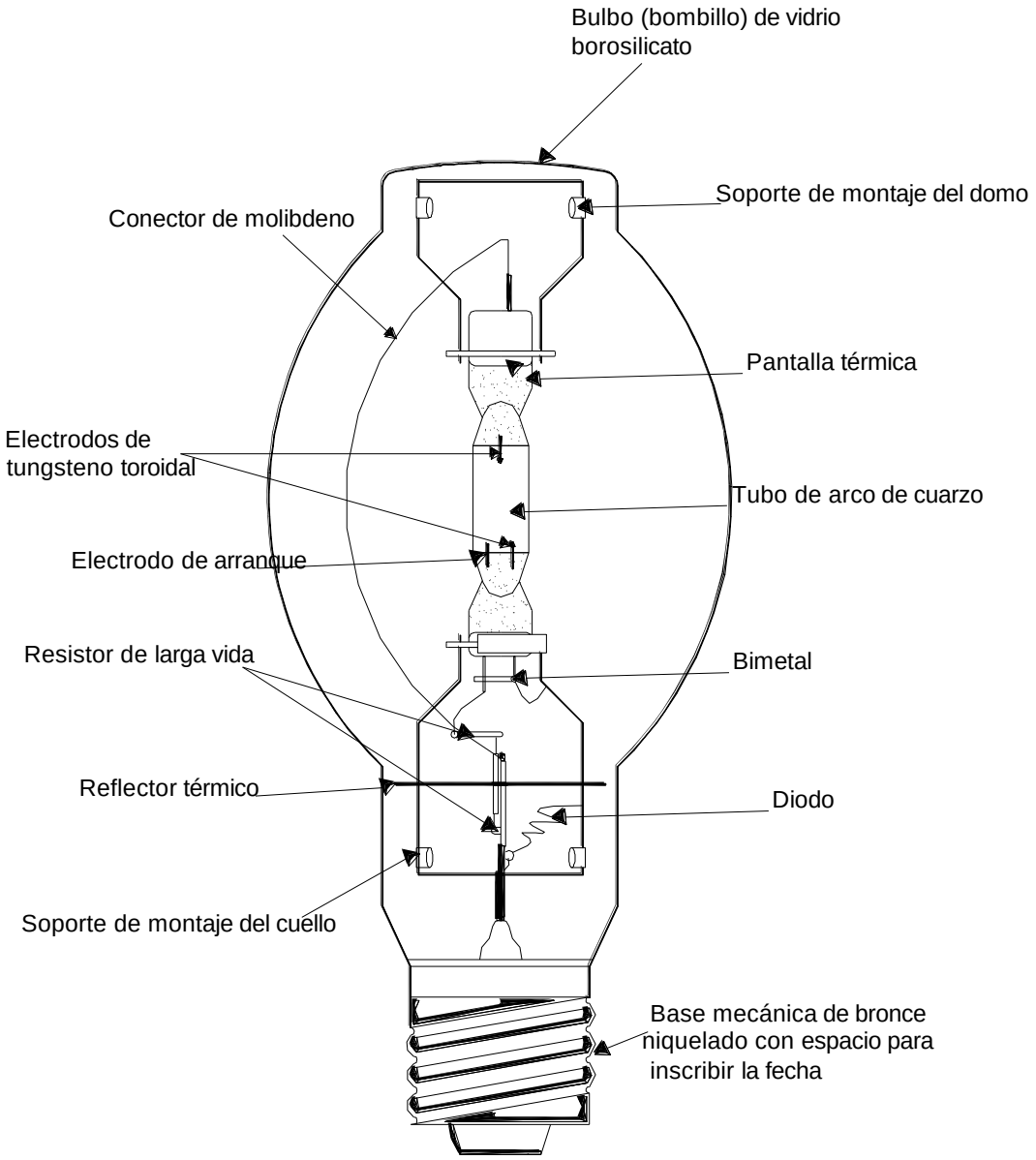
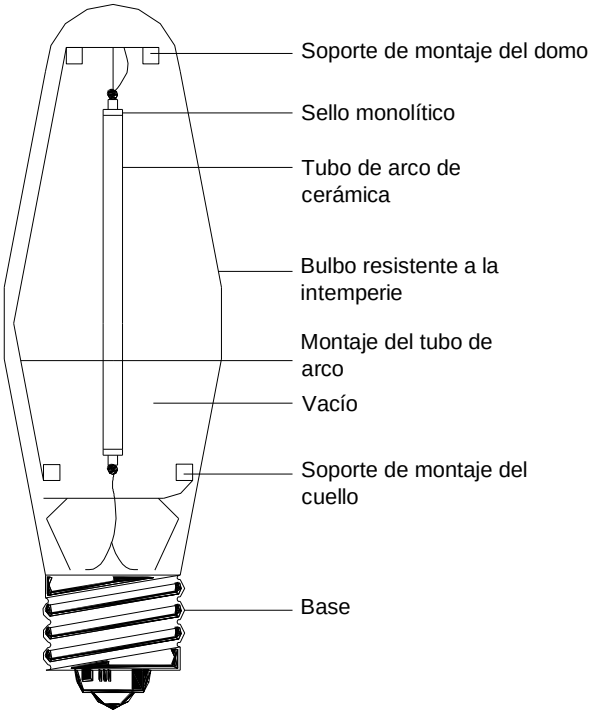


FIGURA 2. Construcción de la lámpara Metalarc de 400 Watts.



Componentes básicos de la lámpara de vapor de sodio lumalux.

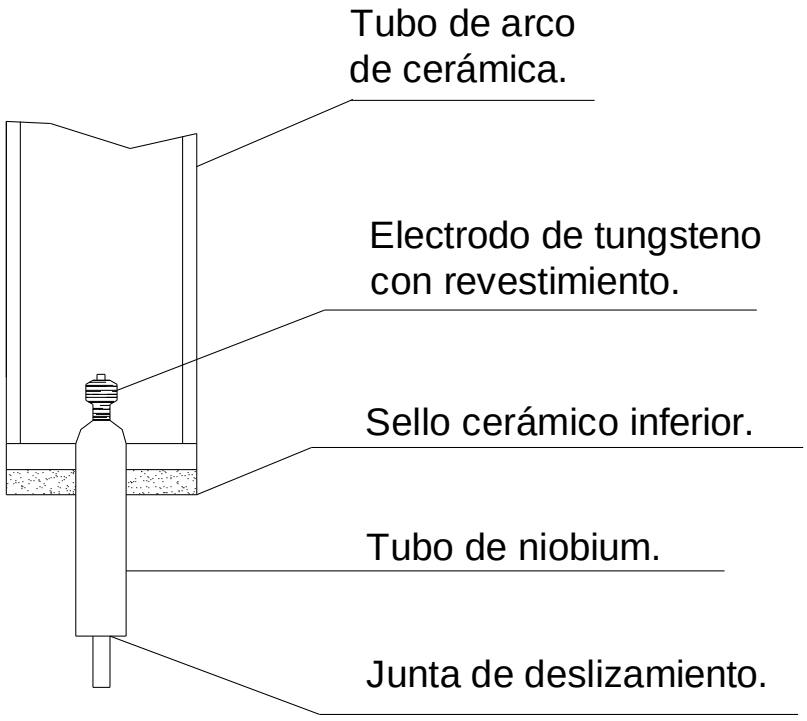


FIGURA 3. Construcción monolítica de las lámparas de vapor de mercurio y sodio.

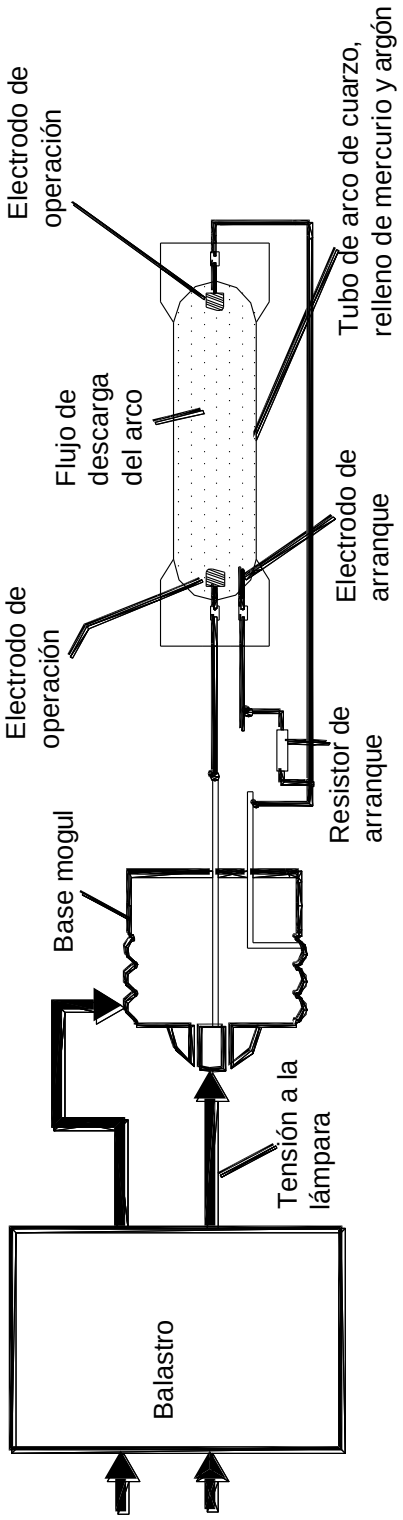


FIGURA 4. Circuito de una lámpara de vapor de mercurio.

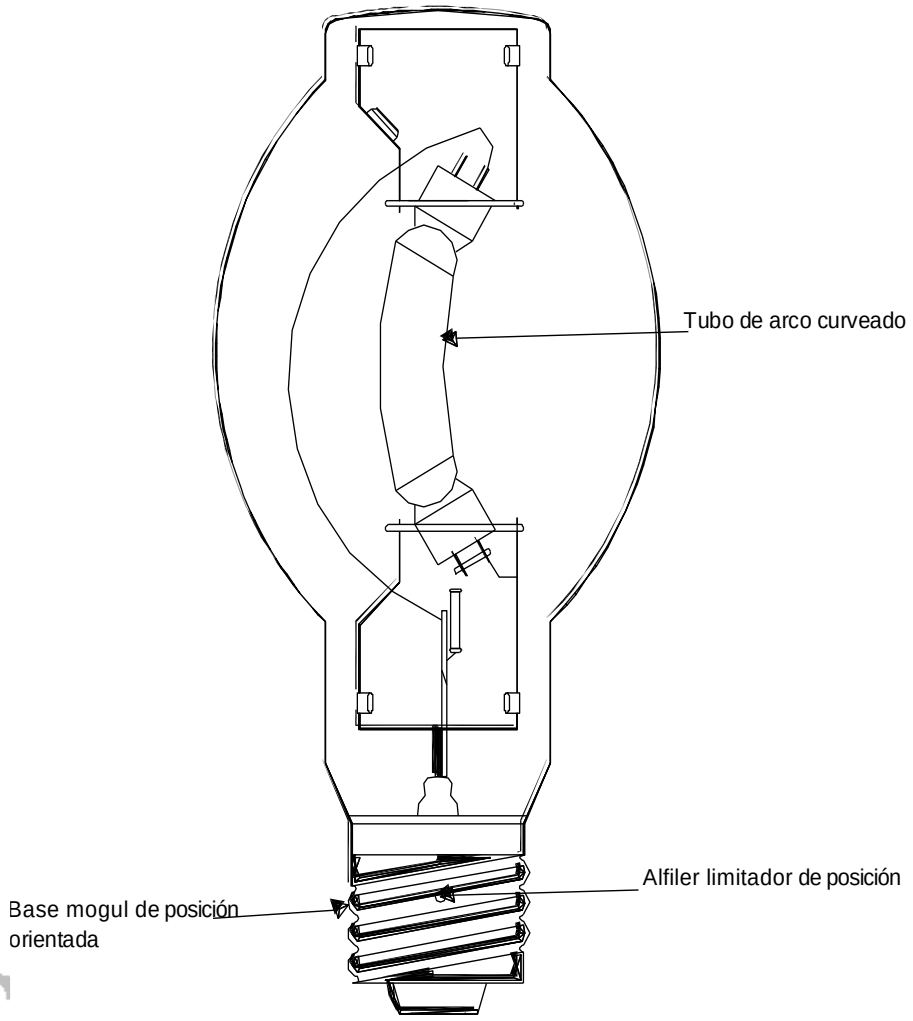


FIGURA 5. Construcción de la lámpara Metalarc de 400 Watts base arriba (BU).

TABLA 1. Características de las lámparas de vapor de mercurio

Potencia nominal (1)	Descripción ANSI	Bulbo (2)	Base	Longitud máxima total en cm. (Pulgadas)	Longitud al centro de luz en cm. (Pulgadas)	Longitud del arco en cm. (Pulgadas)
40	H45AZ – 40/50 H45AY-40/50 DX	B-21	Media	16,51 (6-1/2)	9,52 ± 0,47 (3 – 3/4± 3/16)	1,66 ± 0,31 (21/32±1/8)
50	H45AY-40/50 DX					
75	H43-AZ - 75 H43AY – 75/DX					2,65 ± 0,31 (1-3/64±1/2)
100	H–38MP – 100/DX	A-23		13,81(5-7/18)	8,89 ± 3/16) (3 – 1/2± 3/16)	
	H38AZ-100 H38AY-100/C H38AY-100/DX	B-21		15,51 (6-1/2)	9,52 ± 0,47 (3 – 3/4± 3/16)	
	H-38HT- 100 H-38JA- 100/C H-38JA- 100/W H-38JA- 100/DX	BT-25		19,05 (7-1/2)	12,70±0,47 (5±3/16)	
175	H39KB-175 H39KC-175/C H39KC-175/W H39KC-175/WDX H39KC-175/DX	RT-28		21,11	12,70±0,47	4,44±0,31 (1 – 3 ±1/8)
250	H37KB-250 H37KC-250/C H37KC-250/W H37KC-250/DX			(8-5/16)	(5 ±3/16)	5,08±0,31 (2 ±1/8)
400	H33AR-400	T-16		27,94(11)	17,78±0,63	7,14±0,31
	H33CD-400 H33GL-400/C H33GL-400/W H33GL-400/WDX	BT-37	Mogul	29.21 (11-1/2)	(7 ±1/4)	(2 – 3 ±16/18)
700	H35NA-700 H35ND-700/C H35ND-700/W H35ND-700/DX	BT-46		36,83 (14-1/2)	24,13±0,95 (9 – 1 ±3/8)	12,70±0,63 (5 ±1/4)
1000 Alta corriente	H34GV-1000 H34GW/-1000/C H34GW-1000/W H34KY-1000/C H34GW-1000/DX	BT-56		39,05	24,13±0,95	14,25±0,63 (5-5/8 ±1/4)
1000 Alta corriente	H36GV-1000 H36GW/-1000/C H36GW-1000/W H36KY-1000/C H36KY-1000/DX H36GW-1000/DX			(15 ±3/8)	(9-1/2 ±3/8)	14,25±0,63 (5-7/8 ±1/4)
1500	H36GV-1000 H36GW-1000/C	Datos proporcionados para el funcionamiento A 1 500 watts de las lámparas H36-15GV y H36-GW/C				

(continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1. Características de las lámparas de vapor de mercurio

Potencia nominal (1)	Designación del color	Operación Vertical			Operación horizontal		
		Lúmenes Iniciales 100 horas (3)	Lúmenes medios aproximados como porcentaje inicial para la duración indicada (4).		Lúmenes Iniciales 100 horas (3)	Lúmenes medios aproximados como porcentaje inicial para la duración indicada (4).	
			16 000 horas	24 000 horas		16 000 horas	24 000 horas
40	Claro	1200	85		1145	82,0	
	Blanco de lujo	1350	79,2		1290	76,2	
	Blanco de lujo	1680	79,2		1650	76,2	
75	Claro	2800	87,0	No aplica	2650	87,0	No aplica
	Blanco de lujo	3150	78,0			75,0	
100	Blanco de lujo	4400	81,0		4200		
	Claro	4100	90,0		3800	87,0	
	Color corregido	4000	86,0		3800	85,0	
	Blanco de lujo	4400	81,0		4200	68,0	
	Claro	4100	82,5	78,0	3900	82,0	76,0
	Color corregido	4100	79,0	70,5	3900	78,0	68,0
	Blanco	4400	74,5	66,0	4200	73,0	64,5
	Blanco de lujo	4500	74,5	66,0	4200	73,0	64,5
175	Claro	7850	93,5	90,3	7450	92,0	88,0
	Color corregido	7850	91,0	86,5	7450	90,0	85,0
	Blanco	8500	89,0	84,5	8000	87,0	82,0
	Cálido de lujo	8000			7500		
	Blanco de lujo	8500	89,0	84,5	8000	87,0	82,0
250	Claro	12000	90,8	86,5	11400	87,5	82,5
	Color corregido	11850	89,0	82,0	11250	85,0	78,5
	Blanco	13000	85,0	78,0	12300	79,5	73,5
	Blanco de lujo	13000	85,0	78,0	12300	79,5	73,5
400	Claro	19500	No aplica		18500	No aplica	
	Claro	20500	91,2	87,5	19500	89,5	85,0
	Color corregido	20500	90,6	85,0	19500	86,5	81,5
	Blanco	23000	87,5	81,5	21750	82,0	76,5
	Cálido de lujo	21000			20000		
	Blanco de lujo	23000	87,5	81,5	21750	82,0	76,5
700	Claro	41000	91,0	87,0	39000	89,0	84,0
	Color corregido	41000	89,0	82,5	39000	86,0	80,0
	Blanco	44500	85,5	79,0	42000	81,0	75,0
	Blanco de lujo	44500	85,5	79,0	42000	81,0	75,0
1000 Alta corriente	Claro	55000	85,5		52000	81,0	
	Color corregido	55000	84,0	No aplica	52000	79,0	No aplica
	Blanco	61000	77,0		58000	70,0	
	Cálido de lujo	55000	84,0		52000	80,0	
	Blanco de lujo	61000	77,0		58000	70,00	
1000 Baja corriente	Claro	57500	88,0	83,5	54500	84,5	79,0
	Color corregido	57500	86,0	78,5	54500	81,0	74,0
	Blanco	63000	77,0	70,5	60000	73,0	65,5
	Color corregido	57500	87,0	82,0	54500	80,0	75,5
	Blanco de lujo	62000	77,0	70,5	59000	73,0	65,5
	Blanco de lujo	63000	77,0	70,5	60000	73,0	65,5
1500	Claro	85000	Lúmenes medios para 2000 horas. de vida = 76 000				
	Color corregido		Lúmenes medios para 2000 horas. de vida = 76 000				

continúa

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1. Características de las lámparas de vapor de mercurio.

Potencia nominal (1)	Tensión mínima de arranque para garantizar la seguridad funcional de arranque a la temperatura indicada			Tensión nominal para la operación de la lámpara		Corriente (Amperios) nominal de la lámpara en operación		Vida promedio de la lámpara (5) horas
	98% (4) 283 K (+ 10°C)	90% (4) 255 K (- 18°C)	90% (4) 244 K (- 29°C)	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	
40	150	170	180	90	88	0,53	0,54	16000
50(6)								
75	200	210	225	130	135	0,64	0,65	
100					130	0,85	0,88	
175					128	1,50	1,55	24000
250	190			135	129	2,1	2,15	
400	No aplica							12000
	190	210	225	135	130	3,2	3,4	24000
700	215			265	250	2,8	3,05	
1000 Alta corriente	200	325	375	135	134	8,0	8,1	16000
1000 Baja corriente	215			265	252	4,0	4,3	24000
1500	No hay datos o no se aplican							2000

concluye

CIUDAD DE MÉXICO

NOTAS: Referentes a la Tabla 1.

(1) La tensión nominal de la lámpara no incluye la pérdida del reactor; las pérdidas del reactor son aproximadamente del 10% al 15% de la tensión de la lámpara. Se recomienda consultar los datos proporcionados por el fabricante de reactores. Tiempos de calentamiento de 4,5 minutos. Tiempo de re-encendido de 4 a 6 minutos.

(2) El diámetro de la bombilla está expresado en octavos de pulgada. La dimensión dada es la nominal. Ejemplo: BT-56 representa 56 octavos de pulgada o sea 7 pulgadas de diámetro.

(3) Los valores aproximados de los lúmenes iniciales proporcionados están considerados después de 100 horas de operación, con la lámpara funcionando a su tensión nominal. La lectura de los pies – bujías iniciales, se debe tomar después de 100 horas de operación.

(4) La vida nominal y los lúmenes promedios se basan en ciclos de operación de 10 horas por arranque.

(5) La tensión mínima necesaria para garantizar la seguridad funcional de arranque estipulada a la temperatura indicada, denota por ejemplo, que el 90% de las lámparas de 400 volts encenderá y se estabilizará hasta un 95% de la tensión mínima de régimen en 15 minutos. Aún cuando la tensión de circuito abierto más baja pueda encender la lámpara, se necesita una tensión de circuito abierto más alta para el debido calentamiento, estabilización, operación y seguridad funcional del arranque, para toda la vida de la lámpara.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2 – Datos de funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio.

	RCC →	0,80			0,50			0,30			0,0
	RW →	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10	0,0
	RCR ↓	Reflectancia en la cavidad del suelo: 20%									
175 Voltios R-40 H39BN-175/DX	1	1,04	1,00	0,96	0,98	0,94	0,92	0,94	0,91	0,89	0,84
	2	0,91	0,84	0,79	0,86	0,81	0,76	0,83	0,78	0,74	0,71
	3	0,80	0,72	0,65	0,75	0,69	0,64	0,73	0,67	0,62	0,69
	4	0,71	0,62	0,55	0,67	0,60	0,54	0,65	0,59	0,54	0,51
	5	0,63	0,54	0,47	0,59	0,52	0,46	0,57	0,51	0,46	0,43
	6	0,56	0,46	0,40	0,53	0,45	0,39	0,51	0,44	0,39	0,37
	7	0,49	0,40	0,34	0,47	0,39	0,33	0,45	0,38	0,33	0,31
	8	0,44	0,36	0,29	0,42	0,35	0,29	0,41	0,34	0,29	0,27
	9	0,40	0,31	0,26	0,38	0,31	0,25	0,37	0,30	0,25	0,23
	10	0,36	0,28	0,22	0,35	0,27	0,22	0,34	0,27	0,22	0,20
400 Voltios R-57 H33DN-400/DX	1	0,93	0,88	0,84	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64	0,62	0,50
	2	0,80	0,73	0,67	0,66	0,61	0,57	0,58	0,54	0,50	0,40
	3	0,70	0,61	0,55	0,57	0,52	0,47	0,50	0,45	0,41	0,33
	4	0,62	0,53	0,46	0,51	0,44	0,39	0,44	0,39	0,35	0,28
	5	0,54	0,45	0,39	0,45	0,38	0,33	0,39	0,34	0,30	0,23
	6	0,48	0,39	0,33	0,40	0,33	0,28	0,35	0,29	0,25	0,20
	7	0,43	0,34	0,28	0,36	0,29	0,24	0,31	0,26	0,21	0,16
	8	0,39	0,30	0,24	0,32	0,26	0,21	0,28	0,23	0,19	0,14
	9	0,35	0,27	0,21	0,29	0,23	0,18	0,25	0,20	0,16	0,12
	10	0,32	0,24	0,18	0,29	0,20	0,16	0,23	0,18	0,14	0,11
400 Voltios R-60 H33FS-400/DX	1	1,04	1,00	0,96	0,98	0,94	0,91	0,94	0,91	0,89	0,84
	2	0,91	0,84	0,79	0,86	0,81	0,76	0,82	0,78	0,74	0,71
	3	0,80	0,72	0,65	0,75	0,69	0,64	0,73	0,67	0,63	0,59
	4	0,71	0,62	0,56	0,67	0,60	0,55	0,65	0,59	0,54	0,51
	5	0,63	0,54	0,47	0,60	0,52	0,46	0,58	0,51	0,46	0,43
	6	0,56	0,47	0,40	0,53	0,45	0,40	0,51	0,45	0,39	0,37
	7	0,50	0,41	0,34	0,47	0,39	0,34	0,46	0,39	0,34	0,31
	8	0,45	0,36	0,30	0,43	0,35	0,30	0,41	0,34	0,29	0,27
	9	0,40	0,32	0,26	0,38	0,31	0,26	0,37	0,30	0,26	0,23
	10	0,36	0,28	0,23	0,35	0,28	0,22	0,34	0,27	0,22	0,20
400 Voltios R-60 H33HL-400/DX	1	1,05	1,01	0,97	0,98	0,95	0,92	0,94	0,92	0,90	0,85
	2	0,92	0,86	0,80	0,87	0,82	0,78	0,84	0,80	0,76	0,72
	3	0,82	0,74	0,68	0,77	0,71	0,68	0,74	0,69	0,65	0,61
	4	0,73	0,65	0,58	0,69	0,63	0,57	0,67	0,61	0,56	0,54
	5	0,65	0,57	0,50	0,62	0,55	0,50	0,60	0,54	0,49	0,47
	6	0,59	0,50	0,44	0,56	0,49	0,43	0,54	0,48	0,43	0,41
	7	0,53	0,44	0,38	0,51	0,43	0,38	0,49	0,43	0,38	0,35
	8	0,48	0,40	0,34	0,46	0,39	0,34	0,45	0,39	0,34	0,32
	9	0,44	0,36	0,31	0,42	0,35	0,30	0,41	0,35	0,30	0,28
	10	0,41	0,33	0,28	0,39	0,32	0,27	0,38	0,32	0,27	0,25
1000 Voltios BT-56 H36KY-1000/DX	1	0,91	0,85	0,80	0,74	0,70	0,67	0,65	0,61	0,59	0,46
	2	0,77	0,69	0,62	0,63	0,57	0,52	0,54	0,50	0,46	0,35
	3	0,66	0,57	0,49	0,54	0,47	0,41	0,46	0,41	0,36	0,28
	4	0,58	0,48	0,41	0,47	0,40	0,34	0,41	0,35	0,30	0,28
	5	0,50	0,41	0,34	0,41	0,34	0,28	0,35	0,30	0,25	0,18
	6	0,44	0,35	0,28	0,36	0,29	0,24	0,31	0,25	0,21	0,15
	7	0,36	0,30	0,24	0,32	0,25	0,20	0,28	0,22	0,17	0,12
	8	0,35	0,26	0,20	0,29	0,22	0,17	0,25	0,19	0,15	0,10
	9	0,32	0,23	0,17	0,26	0,19	0,14	0,22	0,17	0,13	0,08
	10	0,29	0,20	0,15	0,23	0,17	0,12	0,20	0,15	0,11	0,07

Abreviaturas: RCC- Porcentaje de Reflectancia efectiva de la cavidad del techo
RW - Porcentaje de Reflectancia de la pared
RCR –Relación de la cavidad del cuarto

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 3. Datos de comportamiento de la lámpara de linux

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	70 watts		100 watts		150 watts			250 watts	400 watts		1000 watts
	Claro	Fosforado	Claro	Fosforado	55 voltios claro	55 voltios fosforado	100 voltios claro	Claro	Claro	Fosforado	Claro
Número de catálogo…….	LU70	LU70/D	LU100	LU100/D	LU150/55	LU150/55/D	LU150/100	LU-250	LU-400	LU-400/D	LU-1000
Designación (ANSI)……..	S62		S54		S55		S56	S50	S51		S52
Designación del bulbo y diámetro nominal	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-25 79,5 mm (3,125”)	BT-28 89 mm (3,5”)	B-18 57,2 mm (2,25”)	B-18 57,2 mm (2,25”)	BT-37 117,5 mm (4,625”)	B-25 79,5 mm (3,125”)
Acabado y tipo de bulbo……..	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato	Borosilicato
Base……	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul	Mogul
Longitud máxima ……	190,5mm (7,5”)	190,5mm (7,5”)	190,5mm (7,5”)	190,5mm (7,5”)	190,5mm (7 1/2”)	190,5mm (7 1/2”)	211mm (8 5/16”)	247,6mm (9.75”)	247,6mm (9.75”)	292,1mm (11.5)	382,6mm(15-V16”)
Longitud al centro de luz……	127mm (5”)	127mm (5”)	127mm (5”)	127mm (5”)	127mm (5”)	127mm (5”)	127mm (5”)	146mm (5,75”)	146mm (5,75”)	177mm (7”)	222,3mm(8-3/4”)
Longitud del arco……..	33mm (1,30”)	33mm (1,30”)	33mm (1,30”)	33mm (1,30”)	42mm (1-5/8”)	42mm (1-5/8”)	55mm (2 1/8)	69,6 mm (2.75”)	89,6 mm (3.42”)	177,8 mm (7”)	206,4mm(8-1/8”)
Material del tubo de arco…….	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio
	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino
Temperatura máx. en el bulbo K(°C)...	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)	673K (400)
Temperatura máx. en la base K (°C)..	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)	483K (210)
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS											
Potencia nominal de lámparas en watts……..	70	70	100	100	150	150	150	250	400	400	1000
Tensión nominal de lámpara (RMS) en voltios……	52	52	55	55	55	55	100	100	100	100	250
Corriente nominal de lámpara (RMS) en amperes……	1,6	1,6	2,1	2,1	3,2	3,2	1,8	3,0	4,7	4,7	4,7
Factor máximo en la cresta recomendada…….	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Corriente máxima de arranque (AMPS)……..	2,4	2,4	3,2	3,2	4,8	4,8	3,5	4,5	7,0	7,0	7,0
Elevación de tensión permisible debido a luminaria……	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	7,0	10,0	14,0	14,0	25,0
CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS											
Lúmenes iniciales (horizontal y vertical)…….	5 800	5 400	9 500	8 800	16 000	15 000	16 000	27 500	50 000	47 500	140 000
Lúmenes medios (% inicial a ciclos 10 hrs)……	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Horas de vida promedio (A)…….	20 000	20 000	20 000	20 000	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000
Temperatura de color correlacionada……..	2 898K(2625°C)	2 898K(2625°C)	2 898K(2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K(2625°C)	2 898K (2625°C)	2 898K (2625°C)
Coordenadas cromáticas CIE…….	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,522 Y – 0,423	X – 0,512 Y – 0,420	X – 0,512 Y – 0,420	X – 0,512 Y – 0,420	X – 0,512 Y – 0,420

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

T A B L A 3 Datos de comportamiento de la lámpara de linux (continuación)

	70 watts		100 watts		150 watts			250 watts	400 watts		1000 watts
	Claro	Fosforado	Claro	Fosforado	55 voltios claro	55 voltios fosforado	100 voltios claro	Claro	Claro	Fosforado	Claro
REQUERIMIENTO DE ARRANQUE											
Tensión de circuito abierto del rector (min) en voltios……	110	110	110	110	110	110	195	195	195	195	456
Tensión de pico en voltios……	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 4 000 Min. 2 500	Máx. 5 000 Min. 3 000
Amplitud de la tensión de pico al 90%.....	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 1 micro-sec	Min. 4 micro-sec
Pulso por ciclo……..	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1	Min, 1
Tiempo de estabilización	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos	3 – 4 minutos
Tiempo de re-encendido	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.

(Concluye)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4.- Datos de comportamiento de la lámpara unalux

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	150 watts		215 watts	360 watts	
	Claro	Fosforado	Claro	Claro	Fosforado
Número de catálogo……..	ULX150	ULX150/D	ULX215	ULX360	ULX360/D
Designación ANSI	S63	---	---	S64	---
Designación del bulbo y diámetro nominal……..	BT – 28 89 mm (3,5”)			BT – 37 117,5 mm (4,625”)	
Acabado y tipo de bulbo…….....	Borosilicato				
Base…….	Mogul				
Máxima longitud…….	212 mm (8 – 5/16”)			292,1 mm (11,5”)	
Longitud del centro de la luz……..	127 mm (5”)			177,8 mm (7”)	
Longitud del arco……..	65 mm (2,56”)			86,9 mm (3,42”)	
Material del tubo de arco…….	Alúmina				
Máxima temperatura del bulbo	Policristalina				
	673 K (1023K) 400 °C (750 °C)				
Máxima temperatura en la base……	483 K (683 K) 210 ° C (410 °C)				
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS					
Potencia nominal de lámpara en watts……..	150	150	215	360	360
Corriente nominal de lámparas en amperes……...	1,5	1,5	2,1	3,3	3,3
Tensión nominal de lámpara en voltios……	130	130	130	130	130
Elevación de tensión permisible en voltios……	10(Máx.)	10(Máx.)	10(Máx.)	10(Máx.)	10(Máx.)
CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS					
Lúmenes iniciales……..	13 000	12 000	20 000	38 000	36 000
Lúmenes medios (%i inicial)…	90%	90%	90%	90%	90%
Vida promedio a ciclos de 10h	12 000 horas	12 000 horas	12 000 horas	16 000 horas	16 000 horas
Temperatura de color correlacionada……	2 523 K (2 250°C)	2 523 K (2 250°C)	2 858 K (2 575°C)	2 858 K (2 575°C)	2 858 K (2 575°C)
Coordenadas cromáticas CIE.	X – 0,545 Y – 0,402	X – 0,545 Y – 0,402	X – 0,516 Y – 0,408	X – 0,516 Y – 0,408	X – 0,516 Y – 0,408
REQUERIMIENTOS DE ARRANQUE					
Tiempo de calentamiento en minutos……	4	4	4	4	4
Tiempo de reenciendido en minutos	3	3	3	3	3

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. El fabricante, identifica a las lámparas de vapor de mercurio mediante claves con letras y números:

a. La letra H para indicar que la lámpara es de vapor de mercurio.

b. Dos dígitos que identifican al tipo de reactor en función del tipo de lámpara.

c. Dos letras que siguen a los números anteriores y sirven para identificar el tamaño, forma, acabado y otras características físicas del bulbo (con excepción del color).

d. La potencia nominal de la lámpara en watts, que se expresa en números enteros, hasta cuatro dígitos.

e. El color de las lámparas, expresado con letras.

C. 04. Los valores de tensión de arranque dados en las hojas de características técnicas de cada lámpara de vapor de mercurio, se aplican cuando la tensión de circuito abierto es de onda senoidal (relación de valores pico a valor eficaz mayor hasta un valor máximo de 2,0; la tensión eficaz puede disminuir de la especificada, con tal que el valor pico aumente 1% por cada 2% de disminución en el valor eficaz). Los valores de tensión especificados son únicamente para el arranque; para mantener las lámparas en operación estable se puede requerir una tensión mayor.

C.05. Las lámparas de vapor de sodio lumalux durante su periodo de vida útil, deben mantener su eficacia cuyo rango puede variar desde 80 lúmenes por watt para lámparas de 70 watts, hasta 140 lúmenes por watt para lámparas de 1000 watts

.

C.06. El reactor para la lámpara lumalux debe proveer la tensión máxima necesaria para el arranque, así como limitar la corriente de la lámpara y regular la potencia de la misma como función de su tensión de alimentación y de operación.

C.07. Los reactores para lámparas lumalux deben estar constituidos de dos partes fundamentales: un circuito electrónico (ignitor) y un componente magnético.

C.08. Las lámparas de vapor de sodio lumalux y unalux deben tener las claves para su identificación, las cuales constan de tres términos que son:

a. Las letras LU para indicar que la lámpara es de vapor de sodio lumalux o UL si es unalux

b. Hasta tres dígitos que indican el tipo de reactor en función del tipo de lámpara.

c. La tensión nominal a la que trabaja la lámpara.

C. 09. Los reactores deben llevar marcado en forma indeleble y legible los siguientes datos:

a. Nombre del fabricante o marca.

b. Tipo de reactor.

c. Tensión, corriente y frecuencia nominales.

d. Potencia nominal de la lámpara y si es necesario, el tipo o tipos de lámparas para la cual está fabricado. Si el reactor se usa con más de una lámpara, el número de lámparas y la potencia.

e. El símbolo de prueba contra goteo, en su caso.

f. El símbolo de reactor independiente, en su caso.

g. Identificación de las terminales o bornes de corriente, con la tensión nominal, así como la terminal de tierra.

h. La leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia.

C.10. Las dimensiones de las lámparas deben estar dentro de los límites especificados por las Normas Mexicanas NMX-J-546, NMX-J-559, las cuales se indican en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

C.11. Una lámpara no debe tener partes vivas sin aislar que sean accesibles al contacto con personas.

C.12. Las lámparas deben estar provistas con una terminal o su equivalente para conexión a tierra, identificada con color verde y/o el símbolo de tierra. Los conductores para conexión a tierra de un luminario, no debe ser de un área de sección transversal menor que el de los conductores de alimentación y, en caso de estar aislados, su aislamiento o forro debe ser de color verde con o sin trazas amarillas.

El aislante o forro debe resistir cuando menos 363 K (90°C).

C.13. La potencia consumida por la lámpara, no debe ser mayor del 105% ± 0,5 W de la potencia indicada en las hojas de características técnicas particulares de cada lámpara.

C.14. La potencia disipada por la lámpara no debe diferir de la potencia nominal en más del 15%.

C.15. El flujo luminoso inicial de las lámparas individuales, no debe ser menor que el 90% del valor indicado por el fabricante operando la lámpara en conjunto con el balastro de referencia correspondiente.

C.16. La lámpara debe encender en una temperatura ambiente de 298K (25 °C ± 5 °C) dentro del periodo de tiempo y bajo las condiciones de prueba especificadas en la Norma NMX-J-559-ANCE, la cual se indica en la cláusula B de referencias. Las lámparas deben cumplir esos requisitos a lo largo de toda su vida.

C.17. El cable terminal del portalámparas de hasta 2500 volts y del porta-arrancador, no debe ser menor que 10 cm de longitud, para un portalámparas, y éste no debe tener una sección transversal menor que 2,00 mm^2, el cual debe tener un forro tipo termoplástico, las puntas del cable terminal deben estar desprovistas del forro, en una longitud no menor que un centímetro.

C.18. Las terminales de conexión del portalámpara debe tener, si es necesario, un embutido de manera que tengan cuando menos de 2 a 3 hilos completos de cuerda para recibir al tornillo y asegurar su fijación apropiada.

CIUDAD DE MÉXICO

C.19. Los materiales aislantes para soportar la lámpara u otras partes que conduzcan corriente en operación continúa, deben ser los apropiados para soportar una temperatura tal como se menciona en la Norma NMX-J-559-ANCE. Indicada en la cláusula B de Referencias. El cuerpo debe alojar completamente todas las partes vivas, excepto las terminales de alambrado, contactos para lámpara y contactos para el arrancador.

C.20. El portalámpara, así como el porta-arrancador, no deben presentar ninguna ventana o hueco además de los necesarios para su instalación y funcionamiento normal, con el fin de prevenir cualquier contacto accidental en la instalación o renovación de lámparas.

C.21. Las partes conductoras de corriente deben ser de cobre o cualquiera de sus aleaciones que contengan un mínimo de 50% de este metal, o cualquier otro material que tenga cuando menos características equivalentes, que por funcionalidad tiene que ser de acero.

C.22. Todas las partes no conductoras, tales como tuercas, tornillos, remaches, grapas, etc., que no estén en contacto con partes vivas, pueden ser de cualquier material apropiado al fin que se destina, con la calidad garantizada por el fabricante de las partes.

C.23. Todas las partes de metal del arrancador deben estar protegidas contra la corrosión y el arrancador debe activarse en un tiempo máximo de veinte segundos.

C.24. Las lámparas deben arrancar completamente y permanecer encendidas dentro de las condiciones indicadas o especificadas, aplicando la tensión de prueba establecida en las hojas de características técnicas de cada lámpara siguiendo el método de prueba mencionado en la Norma NMX-J-559-ANCE indicada en la cláusula B de Referencias.

C.25. El flujo luminoso inicial de las lámparas individuales no debe ser menor que el 90% del valor indicado por el fabricante, operando la lámpara en conjunto con el balastro correspondiente y de acuerdo a lo mencionado en la Norma Mexicana NMX-J-546-ANCE, indicada en la cláusula B de Referencias.

C.26. Los portalámparas y porta-arrancadores deben estar exentos de abultamientos, roturas, rebabas, aristas punzo cortantes y el marcado debe ser visible, legible y permanente, la totalidad o el mayor número posible de los datos enlistados y en orden de importancia.

C.27. Las características que identifican a las lámparas de vapor se señalan continuación:

a. La potencia de la lámpara en watts (2 ó 3 dígitos acompañados de la letra W).
b. El tipo de casquillo, ya sea de uno, dos o cuatro alfileres.
c. Dos letras que indiquen las características y el tipo de lámpara.
d. Dos letras que indiquen el tipo de color producido por la lámpara.
e. La leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia.

C.28. La designación de los casquillos se debe indicar como una combinación de letras y números, según lo establece la Comisión Electrotécnica Internacional.

C.29. Las lámparas deben llevar marcado, de manera clara y legible, los siguientes datos en idioma español:

a. Nombre o marca registrada.
b. Tensión(es) nominal(es) en volts.
c. Potencia nominal en watts.
d. Corriente(s) de alimentación en amperes.
e. Frecuencia en hertz.
f. La leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia.

2. En el empaque:
   a. La representación gráfica o el nombre del producto, salvo que éste sea obvio.
   b. Nombre, denominación o razón social y domicilio del fabricante nacional o importado.
   c. La leyenda que identifique al país de origen del mismo (ejemplo: “Hecho en…”, “Manufacturado en…”, u otros análogos).

3. Los instructivos deben indicar al momento de la comercialización del producto, la siguiente información:
   a. Leyenda que invite a leer el instructivo.
   b. Nombre, denominación o razón social del fabricante nacional o importador, domicilio, teléfono o correo electrónico.
   c. Marca, modelo o forma en que el fabricante o el importador identifique al producto.

CIUDAD DE MÉXICO

C.30. Las lámparas de vapor deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas, indicadas en la cláusula B de Referencias.

C.31. Cuando la lámpara requiera de balastro para su instalación, éste debe estar certificado con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-058-SCFI, indicada en la cláusula B de referencias.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El muestreo debe hacerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y fabricante, utilizando lo señalado en la Norma NMX-Z-12, partes 1,2 y 3 “Muestreo para la Inspección por Atributos”, o en su caso lo establecido en el capitulo 4.01.01.001, “Generalidades” del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

E.02. De no acordar el tipo de muestreo, debe establecerse previamente la cantidad que formará el lote de pruebas y de éste se deben seleccionar al azar un determinado número de especímenes para ser probados; el muestreo puede hacerse de acuerdo a lo señalado en la Tabla 5.

TABLA 5.- Composición de la muestra por especímenes (lámparas).

Cantidad de especímenes de un lote.	Cantidad de especímenes para la muestra.
Menor que 100	12
De 101 hasta 200	20
De 201 hasta 500	35
De 5001 hasta 1 000	50
De 1 001 hasta 1 500	60
Mayor que 1 500	70

E.03. La secuencia de pruebas a las que se sometan las lámparas, son las que se establecen a continuación, siempre y cuando dichas pruebas sean aplicables al tipo de lámpara. Los resultados de las pruebas deben ser acordes con los señalados en las Normas Mexicanas NMX que se indican en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

a. Vida promedio.

b. Características de arranque.

c. Resistencia de aislamiento.

d. Impedancia.

e. Condiciones ambientales.

f. Eficiencia.

g. Regulación de tensión.

h. Distancia de fuga.

i. Posición de la lámpara.

j. Pruebas fotométricas.

k. Conexiones de la lámpara.

l. Portalámpara.

m. Distribución de la intensidad luminosa.

n. Identificación de polaridad.

ñ. Partes vivas.

o. Eléctricas y luminosidad.

p. Dimensiones.

E.04. Queda a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal, el ordenar la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de las unidades de iluminación. En el caso de presentarse alguna falla, se debe retirar del lote la lámpara que falló, seleccionar al azar otro espécimen y ejecutar una vez más la prueba, si presenta la misma u otra falla, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe rechazar el lote.

F. BASES DE ACEPTACIÓN.

F.01. Toda unidad de iluminación cuyo empleo sea ordenado por el representante del Gobierno del Distrito Federal o especificado por el proyecto, será rechazada si al efectuarse las pruebas correspondientes no cumple con los requisitos de calidad indicados; si en la prueba de vida útil, falla la pieza probada, se deben probar otras dos piezas elegidas también al azar; se debe rechazar el lote si falla una de las dos.

F.02. La evaluación de la conformidad del producto, objeto de la presente Norma, se debe llevar acabo por personal acreditado.

CIUDAD DE MÉXICO

F.03. El fabricante o proveedor de lámparas de vapor, debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante del Gobierno del Distrito Federal para verificar que se cumplan los requisitos de calidad en la fabricación, así como testificar las pruebas que se apliquen y los resultados esperados.

F.04. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a lámparas fluorescentes, siempre y cuando estos procedan de un fabricante con certificado de calidad.

B. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Dispositivo de descarga eléctrica en vapor de mercurio a baja presión, que transforma la energía eléctrica en energía luminosa. Ver Figura 1.

A.02. Para el presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:

a. Arrancador.- Dispositivo que completa el circuito eléctrico en el encendido de la lámpara de descarga, a través de las terminales de las terminales de la lámpara y el reactor, cuando el interruptor de líneas está cerrado.

b. Casquillo.- Cuerpo del arrancador que sirve para conectar la cápsula del mismo. Ver Figura 2.

c. Cápsula.- Elemento del arrancador que contiene los electrodos por los cuales se cierra el circuito eléctrico en el momento del arranque.

e. Tubo.- Elemento de cristal en el cual se aloja el vapor de mercurio a baja presión.

f. Reactor.- Dispositivo auxiliar compuesto de una impedancia resistiva, capacitiva y/o inductiva (o en combinación), que tiene como finalidad proveer la suficiente tensión de arranque a la lámpara y limitar la corriente de operación de la misma una vez encendida.

f. Distancia de fuga.- Distancia mínima medida a través del aire o sobre la superficie aislante entre partes conductoras y tierra o entre partes de polaridad opuesta.

g. Luminario.- Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger, operarlas y conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

h. Luminario autobalastrado.- Aquel que tiene su balastro dentro de la carcasa o armadura del luminario.

CIUDAD DE MÉXICO

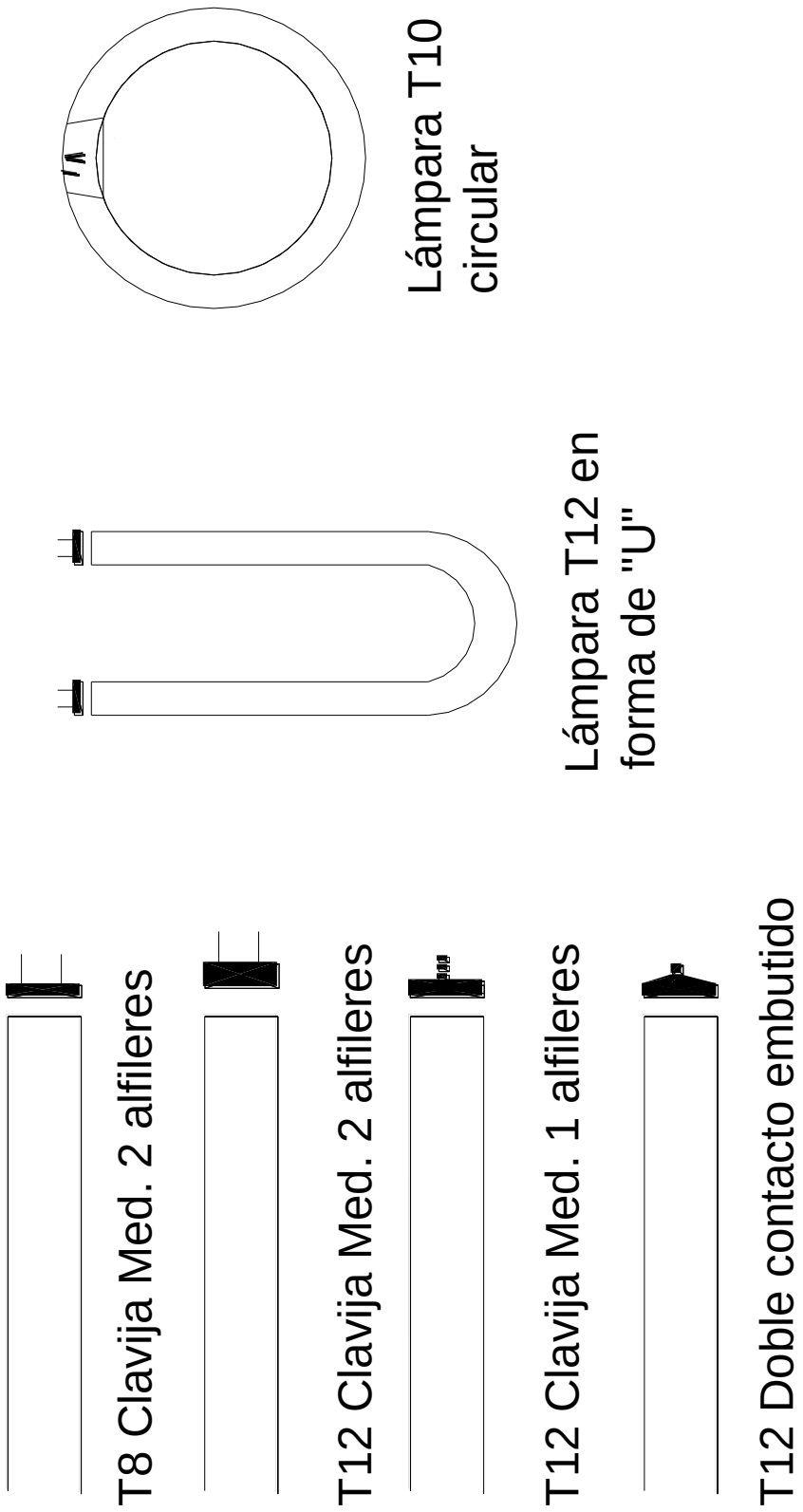


FIGURA 1.- Lámparas fluorescentes y clavijas (tipos más comunes).

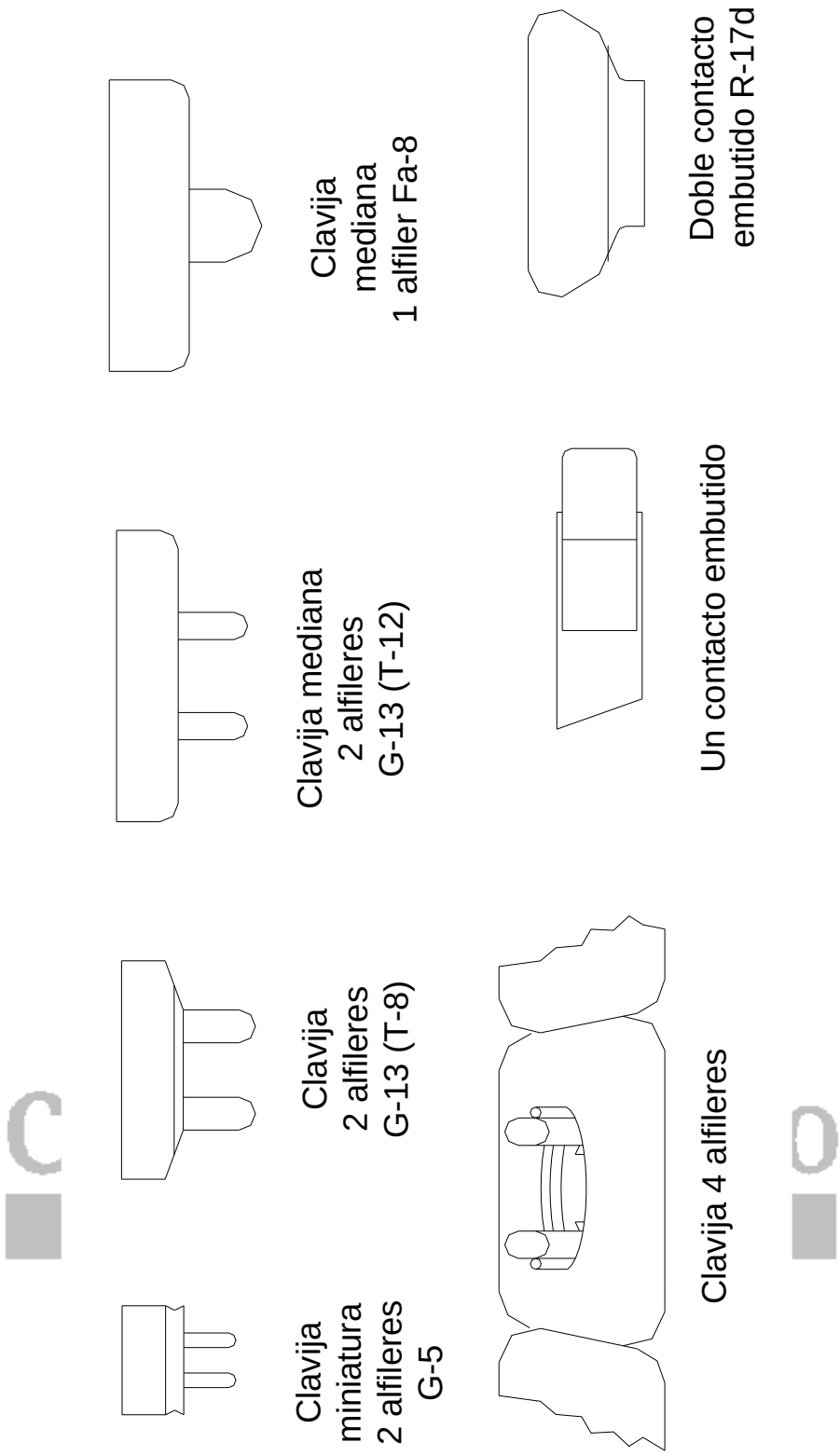


FIGURA 2.- Casquillos (tipos más comunes).

i. Luminario con balastro remoto.- Aquel que no tiene su balastro dentro de la carcasa o armadura del luminario.

j. Pantalla.-Elemento hecho de vidrio termo templado o de boro silicato, plástico o cualquier otro material que cubre la o las lámparas de un luminario a fin de modificar el flujo luminoso tanto en su valor como en su distribución.

k. Refractor.- Elemento que se usa para modificar la distribución del flujo luminoso de una fuente de luz por medio del fenómeno de refracción.

l. Sello o empaque.- Elemento que se coloca en un luminario con el objeto de asegurar el ajuste mecánico de las partes que lo requieran para impedir la entrada de agentes externos tales como polvo, agua e insectos.

m. Sistema de cierre.- Accesorio mecánico usado para asegurar la pantalla de vidrio o plástico, con marco o sin marco, a la carcaza. Consiste de partes enganchables a la carcaza y al marco, tales como ganchos y palancas embisagradas o su equivalente.

n. Sistema de sujeción.- Dispositivos de soporte para un luminario los cuales deben estar construidos para proporcionar una resistencia mecánica que garantice su fijación.

o. Vidrio templado.- Aquel que ha alcanzado un determinado punto de dureza o elasticidad mediante tratamiento térmico.

A.03. Las lámparas fluorescentes se clasifican:

a. Según el tipo de cátodo:

1.- Lámpara de cátodo caliente.

2.- Lámparas de cátodo frío.

3. Lámparas de arranque por calentamiento (AP).

4. Lámpara de arranque rápido (AR).

5. Lámpara de arranque instantáneo (AI).

b. Por el color nominal de la luz emitida.

1.- Luz de día.

2.- Blanco frío.

3.- Blanco cálido.

CIUDAD DE MÉXICO

c. Por el tipo de portalámpara a instalar.

1.- Portalámpara para lámpara con casquillo G-13. (Figuras 3 y 4)

2.- Portalámpara para lámpara con casquillo Fa 8. (Figuras 5 y 6)

3.- Portalámpara para lámpara con casquillo G-13 y porta-arrancador. (Figuras 4 y 5 a)

4.- Portalámpara para lámpara con casquillo R-17d.

5.- Portalámpara con terminales de cable para lámpara con casquillo G-13. (Figuras 4a y 4b)

d. Por el tipo de encendido.

1.- Lámpara fluorescente de arranque por precalentamiento.

2.- Lámpara fluorescente de encendido instantáneo.

3.- Lámpara fluorescente de arranque rápido.

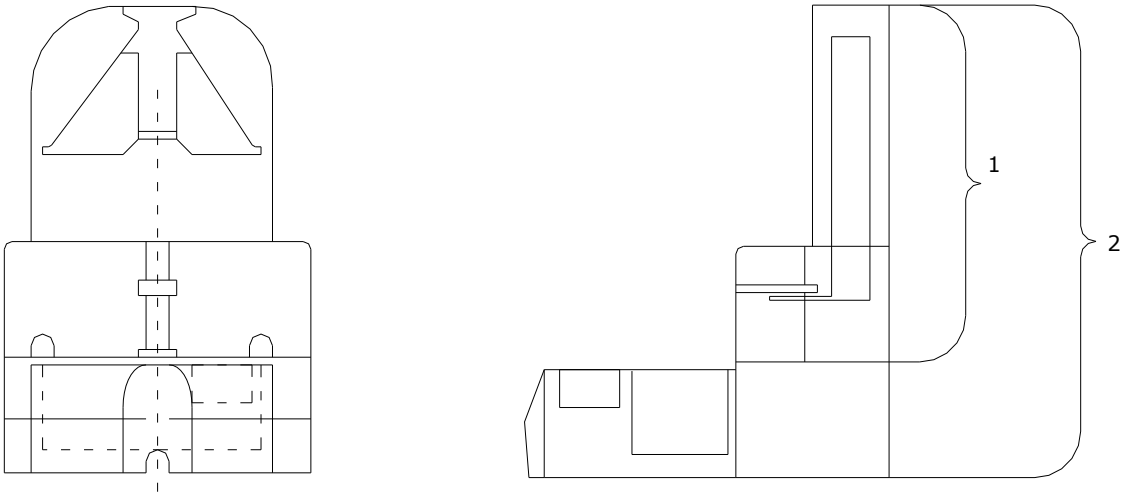
e. Por su construcción.

1.- Lámpara fluorescente tubular (lineal, en “U” o circular).

2.- Lámpara fluorescente compacta.

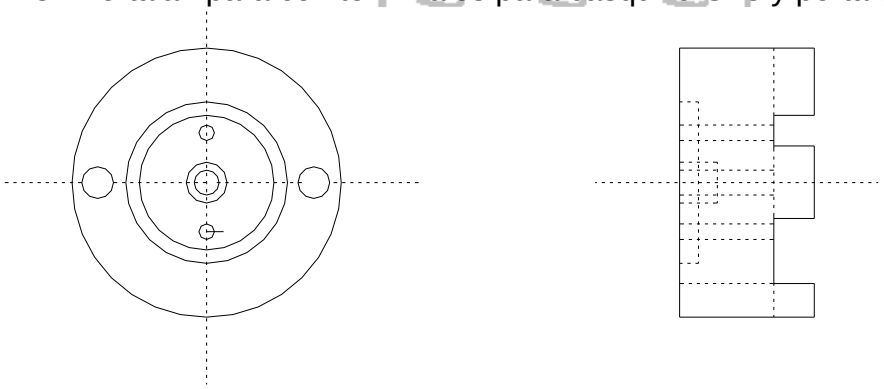
A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de las lámparas fluorescentes, para una operación confiable, eficiente y segura.

CIUDAD DE MÉXICO



Nota: 1.- Sin porta arrancador
2.- Con porta arrancador

FIGURA 3. Portalámpara con terminales para casquillo G13 y porta-arrancador.



4a

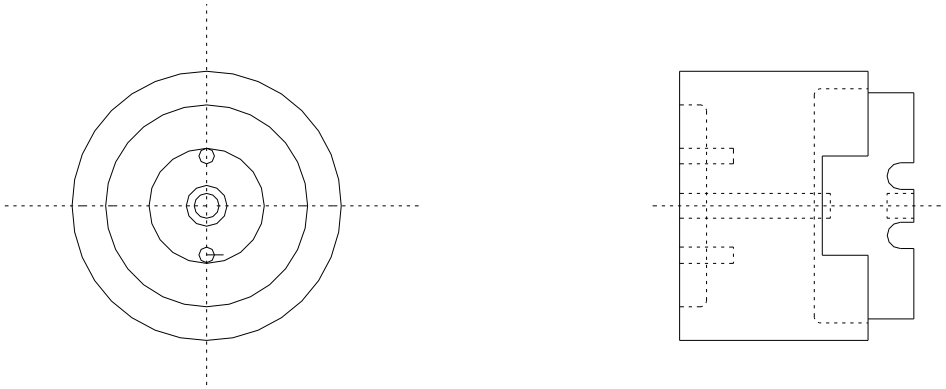
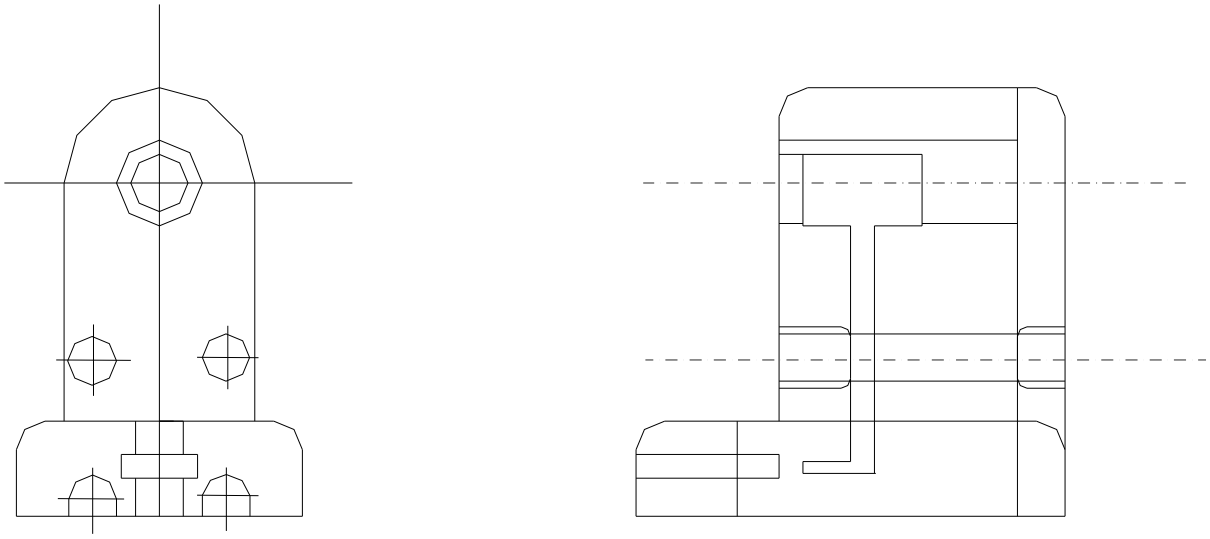
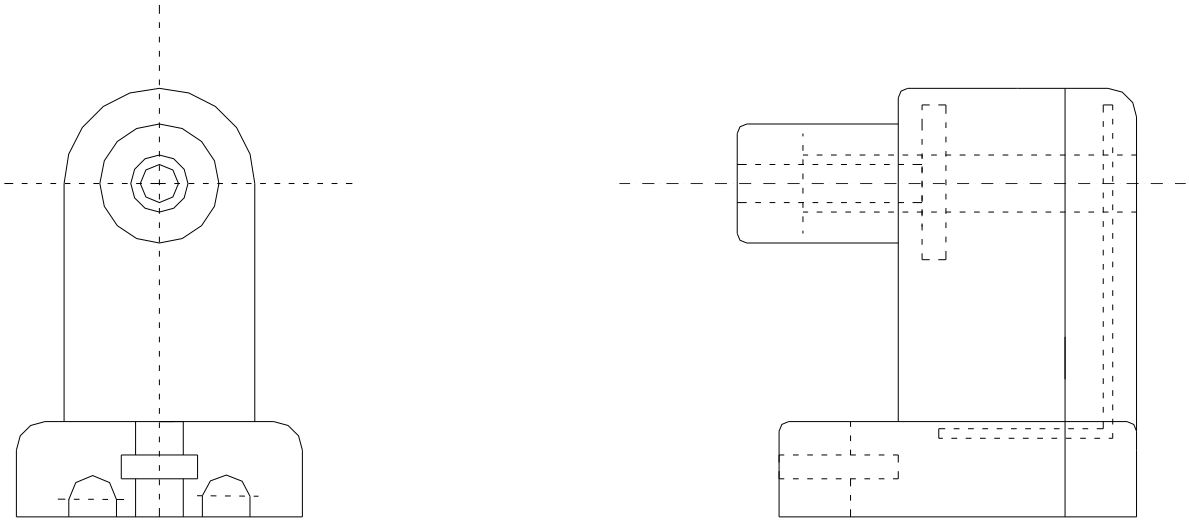


FIGURA 4. Portalámparas 4a y 4b con terminales de cable para lámpara con casquillo G13.

4b

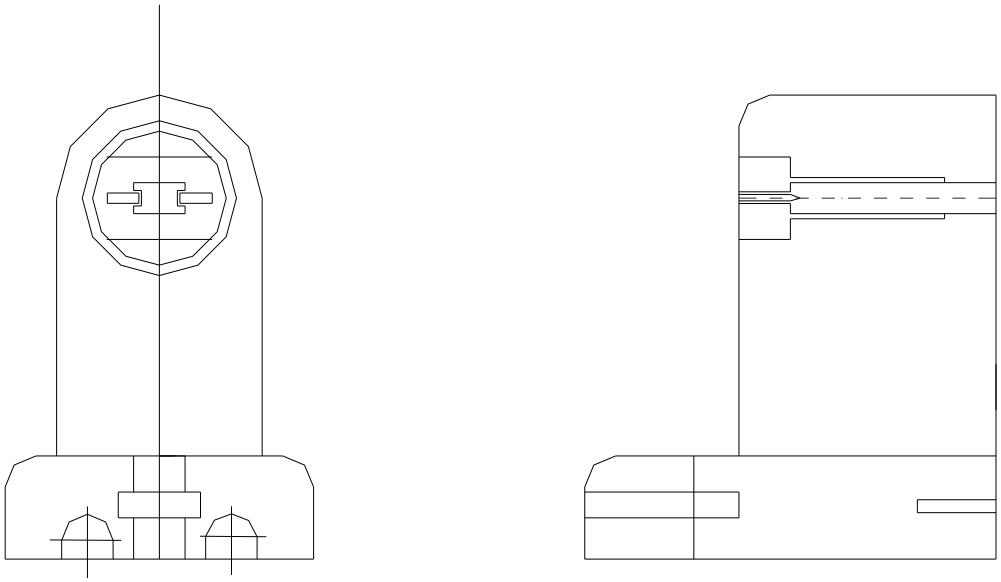


5a

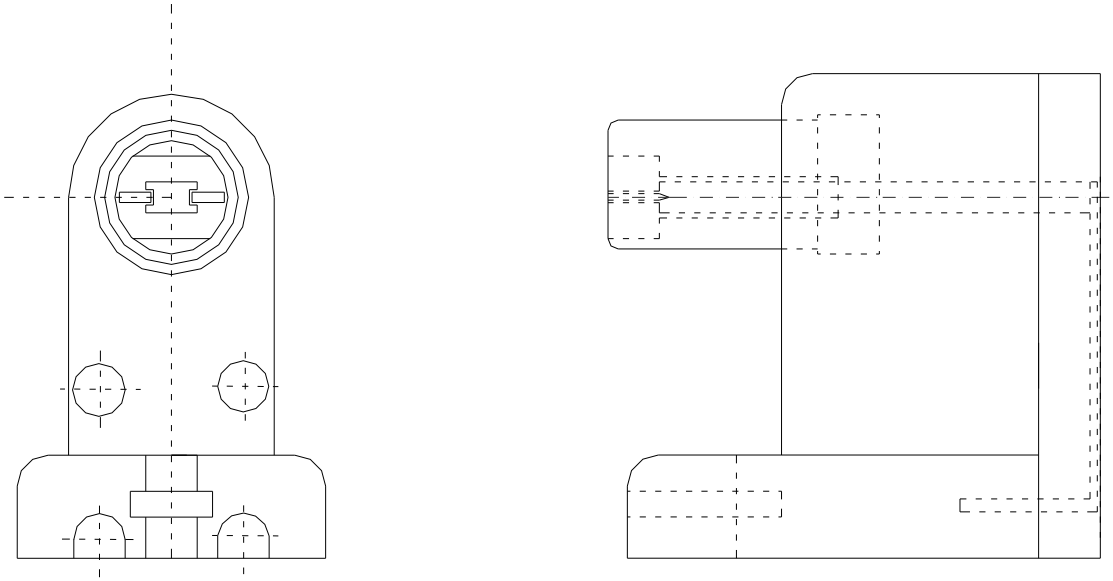


5b

FIGURA 5.- Portalámparas 5a y 5b con terminales para casquillo F a 8.



6a



6b

FIGURA 6.- Portalámparas 6a y 6b con terminales para casquillo R 17d.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS.

B.01. La siguiente normatividad tiene relación con el presente capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA:	DEPENDENCIA.
Instalaciones Eléctricas (Utilización)	NOM-001-SEIE	Secretaría de Energía.
Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas-Especificaciones de seguridad.	NOM-058.	SECOFI
Sistema general de unidades de medida.	NOM-008	SECOFI
Reactores balastros para lámparas fluorescentes.	NMX-J-156	ANCE
Reactores patrón para Lámparas fluorescentes.	NMX-J-197	ANCE
Métodos de medición en reactores para lámparas fluorescentes.	NMX-J-198	ANCE
Luminarios decorativos.	NMX-J-224	ANCE
Arrancadores para lámparas fluorescentes	NMX-J-258	ANCE
Casquillos para lámparas fluorescentes	NMX-J-280	ANCE
Luminario de uso general para interiores	NMX-J-307	ANCE
Lámparas fluorescentes de cátodo caliente para alumbrado general	NMX-J-295	ANCE
Portalámparas y porta arrancadores para lámparas fluorescentes tubulares.	NMX-J-325	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Instalaciones eléctricas.	2.03.009.003	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación.	3.01.02.033	G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Apagadores, contactos y portalámparas.	4.01.02.019	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las dimensiones de las lámparas deben estar dentro de los límites especificados por la Norma NMX-J-295, a la cual se hace referencia en la cláusula B.

C.02. Las partes vivas de una lámpara, deben estar protegidas o aisladas, para evitar que sean accesibles al contacto con personal no autorizado.

C.03. Las lámparas deben estar provistos con una terminal o su equivalente para conexión a tierra identificada con color verde y/o el símbolo de tierra. Los conductores para conexión a tierra de un luminario, no debe ser de un área de sección transversal menor que el de los conductores de alimentación y, en caso de estar aislados, su aislamiento o forro debe ser de color verde, con o sin trazas amarillas.

El aislante o forro debe resistir cuando menos 363 K (90°C).

CIUDAD DE MÉXICO

C.04. La potencia consumida por la lámpara, no debe ser mayor del 105% ± 0,5 W de la potencia indicada en las hojas de características técnicas particulares de cada lámpara.

C.05. La potencia disipada por la lámpara no debe diferir de la potencia nominal en más del 15%.

C.06. El flujo luminoso inicial de las lámparas individuales no debe ser menor que el 90% del valor indicado por el fabricante, operando la lámpara en conjunto con el balastro de referencia correspondiente.

C.07. Después de 2 000 horas de operación, incluyendo el período de maduración, el mantenimiento de lúmenes no debe ser menor que el valor declarado por el fabricante o comercializador responsable.

C.08. El cable terminal del portalámparas y del porta-arrancador, no debe ser menor que 10 cm de longitud, para un portalámparas hasta de 2 500 volts y éste no debe tener una sección transversal menor de 2,00 mm^2, el cual debe tener un forro tipo termoplástico, las puntas del cable terminal deben estar desprovistas del forro, en una longitud no menor que un centímetro.

C.09. Las terminales de conexión del portalámpara, debe tener, si es necesario, un embutido de manera que tengan cuando menos de 2 a 3 hilos completos de cuerda para recibir al tornillo y asegurar su adecuada fijación.

C.10. La cavidad para alojar los contactos del casquillo de la lámpara fluorescente, debe permitir la entrada libre del casquillo G-13 y el libre giro del mismo.

C.11. La distancia entre la base del portalámpara y la circunferencia de la base del porta-arrancador no debe ser menor que 1 milímetro, para que pueda girar sin rozar el arrancador con el cuerpo.

C.12. Debe haber cuando menos 1 milímetro de distancia entre el arrancador y la lámpara, para evitar que exista roce, de acuerdo con las dimensiones de las lámparas y de los arrancadores señaladas en las Normas NMX-J-295 “Lámparas fluorescentes de cátodo caliente para alumbrado general” y NMX-J-258, “Arrancadores para lámparas fluorescentes”, respectivamente.

C.13. Los portalámparas para casquillos G-13, Fa 8 y R-17 d, que tengan partes con resorte para permitir la instalación de la lámpara correspondiente, deben abatirse totalmente y regresar a la posición que le permita hacer contacto y sostener la lámpara.

C.14. Los materiales aislantes para soportar la lámpara u otras partes que conduzcan corriente, deben ser apropiados para soportar una temperatura hasta de 363 K (90°C), en operación continua. El cuerpo debe alojar completamente todas las partes vivas, excepto terminales de alambrado, contactos para lámpara y contactos para el arrancador.

C.15. El portalámpara, así como el porta-arrancador no deben presentar ninguna ventana o hueco, además de los necesarios para su instalación y funcionamiento normal, con el fin de prevenir cualquier contacto accidental en la instalación o renovación de lámparas.

C.16. Las partes conductoras de corriente, deben ser de cobre o cualquiera de sus aleaciones que contengan un mínimo de 50% de este metal, o cualquier otro material que tenga cuando menos características equivalentes, con excepción del resorte, usado en los portalámparas para casquillo tipo Fa 8, G-13 y R-17 d, que por funcionalidad tiene que ser de acero.

C.17. Todas las partes no conductoras, tales como tuercas, tornillos, remaches, grapas, etc., que no estén en contacto con partes vivas, pueden ser de cualquier material apropiado al fin que se destina.

C.18. Todas las partes de metal del arrancador deben estar protegidas contra la corrosión y el arrancador debe activarse en un tiempo máximo de veinte segundos.

C.19. Las lámparas deben arrancar completamente y permanecer encendidas dentro de las condiciones indicadas o especificadas, aplicando la tensión de prueba establecida en las hojas de características técnicas de cada lámpara siguiendo el método de prueba indicado en la cláusula 7.1 de la Norma NMX-J-295-ANCE indicada en cláusula B de Referencias.

a. Lámpara de encendido por precalentamiento: La lámpara debe encender completamente en menos de 60 segundos y permanecer encendida.

b. Lámparas de arranque rápido y encendido instantáneo: La lámpara debe arrancar completamente en menos de 10 segundos y permanecer encendida.

C.20. El flujo luminoso inicial de las lámparas individuales no debe ser menor que el 90% del valor indicado por el fabricante, operando la lámpara en conjunto con el balastro de referencia correspondiente y de acuerdo a lo indicado en el numeral 7.2 de la Norma Mexicana NMX-J-295-ANCE.

CIUDAD DE MÉXICO

C.21. Los portalámparas y porta-arrancadores deben estar exentos de abultamiento, roturas, rebabas, aristas punzocortantes y el marcado debe ser visible, legible y permanente, la totalidad o el mayor número posible de los datos enlistados y en orden de importancia.

C.22. En la operación y funcionamiento de lámparas fluorescentes se tienen las siguientes características:

a. De cátodo caliente.- Los electrodos deben operar a temperatura de incandescencia y en las que la caída de tensión catódica debe ser pequeña (10 a 20 voltios). La densidad de corriente en el cátodo debe ser alta, pudiendo diseñarse las lámparas para manejar cualquier corriente deseada, hasta varios

amperios. La energía necesaria para mantener los cátodos a la incandescencia puede provenir ya sea del arco (calentamiento por medio del arco), de elementos del circuito, o ambos.

b. De cátodo frío.- Los electrodos, que operan a temperaturas menores que la de incandescencia deben suministrar una corriente de electrones por emisión de campo, y la caída de tensión catódica alta (75 a 150 voltios). La densidad de corriente en los cátodos debe ser baja, en virtud de que éstos son demasiado grandes y por lo tanto imprácticos cuando se desea que operen con corriente mayor a medio amperio.

c. De arranque por calentamiento (AP).- Tiene cátodos de alta resistencia, los cuales deben ser precalentados por medio de un dispositivo de arranque, que puede ser de operación manual o automática.

d. En lámpara de arranque rápido (AR).- Tiene cátodos de baja resistencia los cuales son calentados antes y durante la operación, por fuentes alimentadoras de baja tensión.

e. En lámpara de arranque instantáneo (AI).- No requiere de precalentamiento de los cátodos para el arranque; el calentamiento de los cátodos es a partir del arranque y se efectúa por la misma corriente de descarga.

C.23. Para el color nominal de la luz emitida.

a.- Luz de día.- Corresponde a una temperatura de color de 6 500 K.

b.- Blanco frío.- Corresponde a una temperatura de color de 4 300 K.

c.- Blanco cálido.- Corresponde a una temperatura de color de 2 900 K.

Nota.- En la Tabla 1 se muestran las principales características de cada tipo de lámpara fluorescentes.

CIUDAD DE MÉXICO

C.24. Las características que identifican a las lámparas fluorescentes se señalan a continuación:

a. La potencia de la lámpara en watts (2 ó 3 dígitos acompañados de la letra W).

b. El tipo de casquillo, ya sea de uno, dos o cuatro alfileres.

c. Dos letras que indican las características y el tipo de lámpara.

d. Dos letras que indican el tipo de color producido por la lámpara.

TABLA 1.- Tipos de lámparas fluorescentes.

Lámparas fluorescentes de encendido normal (T-12, T-8) para uso con arrancador.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
14	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	14W/T38/AP/LD	7 500	585	38,10
14	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	14W/T38/AP/BF	7 500	675	38,10
15	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Luz de día	15W/T25/AP/LD	7 500	750	45,70
15	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	15W/T25/AP/BF	7 500	880	45,70
15	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	15W/T38/AP/LD	7 500	650	45,70
15	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	15W/T38/AP/BF	7 500	780	45,70
25	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	25W/T38/AP/LD	7 500	1 450	71,12
25	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	25W/T38/AP/LD	7 500	1 600	83,82
30	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Luz de día	30W/T25/AP/LD	7 500	1 900	91,40
35	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	30W/T25/AP/BF	7 500	2 200	91,40

Lámparas fluorescentes de arranque rapido (T-12) para uso con reactor de arranque rápido o normal.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
20	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	20W/T38/SD/LD	10 000	1 075	60,40
20	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	20W/T38/SD/BF	10 000	1 260	60,40
20	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Blanco cálido	20W/T38/SD/BC	10 000	1 300	60,40
30	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Luz de día	30W/T38/AR/LD	12 000	1 950	91,40
30	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	30W/T38/AR/BF	12 000	2 300	91,40
40	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	40W/T38/AR/LD	12 000	2 650	121,90
40	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	40W/T38/AR/BF	12 000	3 150	121,90
40	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco cálido	40W/T38/AR/BC	12 000	3 200	121,90
40	T-25 (T-8)	Clavija Med. G-13	Amar.Rep.Ins	40W/T38/AR/AR	12 000	9 180	121,90

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1.- Tipos de lámparas fluorescentes.

Lámparas fluorescentes de arranque instantáneo (T-12)							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
40	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Luz de día	40W/T38/AI/LD	9 000	2 600	121,90
40	T-38 (T-12)	Clavija Med. G-13	Blanco frío	40W/T38/AI/BF	9 000	3 100	121,90
Lámparas fluorescentes slim-line (T-12) arranque instantáneo.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
21	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Luz de día	21W/T38/AI/LD	7 500	1 030	55,90
21	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco frío	21W/T38/AI/BF	7 500	1 190	55,90
39	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Luz de día	39W/T38/AI/LD	9 000	2 500	121,90
39	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco frío	39W/T38/AI/BF	9 000	3 000	121,90
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
39	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco calido	39W/T38/AI/BC	9 000	3 000	121,90
55	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Luz de día	55W/T38/AI/LD	12 000	3 850	182,90
55	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco frío	55W/T38/AI/BF	12 000	4 650	182,90
Lámparas fluorescentes slim-line (T-12) arranque instantáneo.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
55	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco cálido	55W/T38/AI/BC	12 000	4 650	182,90
75	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Luz de día	75W/T38/AI/LD	12 000	5 450	243,80
75	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco frío	75W/T38/AI/BF	12 000	6 300	243,80
75	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Blanco cálido	75W/T38/AI/BC	12 000	6 300	243,80
75	T-38 (T-12)	Clavija Med. Fa-8	Amar.Rep.Ins	75W/T38/AI/AR	12 000	4 000	243,80

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa…

TABLA 1.- Tipos de lámparas fluorescentes.

Lámparas fluorescentes H.O. (T-12) arranque rápido, alta luminosidad.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
32	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	32W/T38/HO/BF	9 000	1 700	60,90
62	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	62W/T38/HO/BF	12 000	4 300	121,90
88	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	88W/T38/HO/BF	12 000	6 650	182,90
110	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Luz de día	110W/T38/HO/LD	12 000	7 800	243,80
110	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	110W/T38/HO/BF	12 000	9 200	243,80

Lámparas fluorescentes V.H.O. (T-12) arranque rápido, muy alta luminosidad.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
110	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	110W/T38/VHO/BF	10 000	6 950	121,90
160	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	160W/T38/VHO/BF	10 000	10 900	182,90
215	T-38 (T-12)	D.C. Emb.R-17 d	Blanco frío	215W/T38/VHO/BF	10 000	15 000	243,80
Lámparas fluorescentes miniatura (T-5) para uso con arrancador.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
4	T-15 (T-5)	Clavija Med. G-13	Luz de día	4W/T15/AP/LD	6 000	115	15,20
6	T-15 (T-5)	Clavija Med. G-13	Luz de día	6W/T15/AP/LD	7 500	240	22,80
8	T-15 (T-5)	Clavija Med. G-13	Luz de día	8W/T15/AP/LD	7 500	340	30,40
Lámparas fluorescentes circulares (T-10) circular.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inic. aprox.	Largo total cm.
22	T-29 (T-9)	4 PIN	Luz de día	FC 8T9/LD	9 000	1 115	----
32	T-32 (T-10)	4 PIN	Luz de día	FC 12T9/LD	9 000	1 450	----

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1.- Tipos de lámparas fluorescentes.

Lámparas fluorescentes curvalum (T-12) “U”							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inc. aprox.	Largo total cm.
40	T-38 (T-12)	Clavija med. G-13	Blanco frío	FB40/BF/6	18 000	3 000	----

Lámparas fluorescentes luz negra sin filtro (T-12, T-8) para uso con arrancador.							
Watts	Bombilla	Casquillo	Acabado	Identificación	Vida aprox. horas	Lúmenes inc. aprox.	Largo total cm.
8	T-15 (T-5)	Clavija med. G-13	Luz negra	8W/T15/AP/LN	7 500	-----	30,40
15	T-25 (T-8)	Clavija med. G-13	Luz negra	15W/T25/AP/LN	7 500	-----	45,70
20	T-38 (T-12)	Clavija med. G-13	Luz negra	20W/T38/AP/LN	9 000	------	60,90
30	T-25 (T-8)	Clavija med. G-13	Luz negra	30W/T25/AP/LN	7 500	-----	91,40

Concluye.

C.25. La designación de los casquillos se debe indicar como una combinación de letras y números, según lo establece la Comisión Electrotécnica Internacional, en la siguiente forma:

a. La letra o letras indican la construcción del casquillo:

1.- La letra F: significa un sólo perno de contacto (poste, alfiler, etc.); cuando el cuerpo del casquillo está hecho de material conductor, debe aislarse de la parte del perno que hace contacto.

Las diferentes formas del perno se indican por letras minúsculas después de la letra F, como sigue:

1.1. La “a” para perno cilíndrico

1.2. La letra “b” para perno acanalado

1.3. La letra “c” para indicar una forma especial del perno.

2. La letra G: Significa dos o más pernos de contacto (postes, alfileres, etc.); cuando el cuerpo del casquillo está hecho de material conductor, debe aislarse de los pernos que hacen contacto.

CIUDAD DE MÉXICO

3. La letra R: Significa contacto(s) embutido (s).

b. El número que sigue a la letra o letras, indica el valor del casquillo:

1. La letra F: El diámetro y otra dimensión del perno de similar importancia.

2. La letra G: Es espaciamiento entre pernos.

2.1. Para dos pernos, la distancia entre centros de los mismos.

2.2. Para más pernos cuyos centros estén situados sobre una circunferencia, del diámetro de ésta.

2.3. Si todos los centros de los pernos no se localizan en una circunferencia, la distancia entre los centros de los pernos que hacen contacto con el circuito principal o el diámetro de la circunferencia que contiene a los centros de los pernos que hacen contacto.

3. La letra R: La mayor distancia transversal al eje del casquillo paralela al cuerpo aislante que es esencial para su ajuste en el portalámparas.

c. Las designaciones anteriores son generales y frecuentemente es necesario dar una indicación adicional para distinguir características como las siguientes:

1. Una letra minúscula indica el número de elementos de contacto, a saber:

1.1. La “s” para uno

1.2. La “d” para dos

1.3. La “t” para tres

1.4 La “q” para cuatro

1.5. La “p” para cinco

2. Un número, una letra o posiblemente una combinación de símbolos precedidos de un guión, indica el número de elementos y su colocación; tales como: pernos, zapatas, ranuras, etc. ejemplos:

Fa-8: Casquillo de un perno con diámetro de perno de aproximadamente 8 mm.

G-13: Casquillo de dos pernos con una distancia entre centros de los pernos de aproximadamente 13 mm.

R-17d: Casquillo con doble contacto embutido, que tiene un cuerpo aislante con una longitud aproximada de 17 mm.

CIUDAD DE MÉXICO

d. Para mayor información referente a los casquillos de las lámparas, así como a sus dimensiones, se debe recurrir a las hojas de características técnicas de las lámparas deseadas en particular, las cuales deben ser proporcionadas por el fabricante.

C.26. Las lámparas deben estar marcadas en el luminario y en el empaque, de manera clara y legible, con los siguientes datos en idioma español:

a.- En el luminario:

1. Nombre o marca registrada y número de catálogo del fabricante.
2. Tensión(es) nominal(es) en volts.
3. Tipo de lámpara y su potencia nominal en watts.
4. Corriente(s) de alimentación en amperes.
5. Frecuencia en hertz.
6. País de origen, o la leyenda de “Hecho en México”.
7. Los luminarios para interiores deben estar marcados con la temperatura ambiente máxima para la cual están diseñados, tal como: “Temperatura ambiente máxima de operación ____K(°C)”, donde el espacio en blanco debe ser llenado con el valor de la temperatura del diseño del luminario.
8. La clase térmica de los cables de alimentación debe marcarse con el siguiente enunciado: “Para conexiones de alimentación utilice conductores adecuados para ____K(°C)”.

Los valores de temperatura deben estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Marcado de temperatura para cable de alimentación.

Temperatura en los puntos de posible contacto de los conductores de alimentación con el luminario. K(°C).	Temperatura con la cual deben ser marcados los luminarios. K(°C).
333K o menos (60 o menos).	333 K(60)
334K a 348K (61 a 75)	348 K(75)
349K a 363K (76 a 90)	363 K (90)
364K a 378K (91 a 105)	378 K (105)
379K a 398K (106 a 125)	398 K (125)
399K a 428K (126 a 155)	428 K (155)
429K a 473K (156 a 200)	473 K (200)
Nota: Estos valores incluyen la temperatura ambiente.	

C.27. Se debe incluir en el marcado o etiquetado el tipo de aplicación para el cual es apto el luminario, por ejemplo, con las siguientes frases:

a. Para uso interior.
b. Para uso exterior.
c. A prueba de explosión.

CIUDAD DE MÉXICO

C.28. El marcado o etiquetado de un luminario se considera visible si éste está localizado en forma tal que solamente sea necesario quitar la lámpara, difusor o bien una cubierta fácilmente desmontable para que dicho marcado o etiquetado quede a la vista, con lo siguiente:

. a. En el empaque:

1. La representación gráfica o el nombre del producto, salvo que éste sea obvio.
2. Nombre, denominación o razón social y domicilio del fabricante nacional o importado.
3. La leyenda que identifique al país de origen del mismo (ejemplo: “Hecho en…”, “Manufacturado en…”, u otros análogos).

4. Las siguientes características eléctricas nominales de alimentación del producto:

   4.1. Tensión(es) nominal(es) en volts.

   4.2. Tipo de lámpara y su potencia nominal en watts.

   4.3. Corriente(s) de alimentación en amperes.

   4.4. Frecuencia en Hertz.

b. Declaración de contenido (número de piezas).

c. Los instructivos deben indicar al momento de la comercialización del producto, la siguiente información:

   1. Leyenda que invite a leer el instructivo.

   2. Nombre, denominación o razón social del fabricante nacional o importador, domicilio, teléfono o correo electrónico.

   3. Marca, modelo o forma en que el fabricante o el importador identifique al producto.

   4. Identificaciones de conexión para su adecuado funcionamiento, y

   5. Las siguientes características eléctricas nominales de alimentación del producto, o bien referir su consulta al marcado o etiquetado del producto:

      5.1. Tensión(es) nominal(es) en volts.

      5.2. Tipo de lámpara y su potencia nominal en watts.

      5.3. Corriente(s) de alimentación en amperes.

      5.4. Frecuencia en hertz.

CIUDAD DE MÉXICO

C.29. Las lámparas fluorescentes deben cumplir además con los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas, indicadas en la cláusula B de Referencias,

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. El muestreo debe hacerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el fabricante, utilizando lo señalado en la Norma NMX-Z-12, partes 1,2 y 3 “Muestreo para la Inspección por Atributos”, o en su caso la establecido en el capítulo 4.01.01.001 “Generalidades” del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

E.02. Se debe probar una lámpara elegida al azar por cada lote de 500 piezas o fracción tratándose de pruebas de vida útil; las demás pruebas de ejecución se deben realizar individualmente en cada una de las lámparas que constituyen el lote.

E.03. La secuencia de pruebas a las que se debe someter es la que se establece a continuación, siempre y cuando dichas pruebas sean aplicables al tipo de lámpara:

a. Vida promedio.
b. Características de arranque.
c. Resistencia de aislamiento.
d. Impedancia.
e. Condiciones ambientales.
f. Eficiencia.
g. Regulación de tensión.
h. Distancia de fuga.
i. Posición de la lámpara.
j. Pruebas fotométricas.
k. Conexiones de la lámpara.
l. Portalámpara.
m. Distribución de la intensidad luminosa.
n. Identificación de polaridad.
ñ. Partes vivas.
o. Eléctricas y luminosidad.

CIUDAD DE MÉXICO

E.04. Arranque de encendido.- Las lámparas deben arrancar plenamente y permanecer encendidas, dentro de las condiciones indicadas a continuación, aplicando la tensión de prueba establecida en las hojas de características técnicas de cada lámpara.

a. Lámpara con dispositivo arrancador. La lámpara debe arrancar plenamente en menos de 60 segundos y permanecer encendida.

b. Lámparas de arranque rápido y arranque instantáneo.- La lámpara debe arrancar plenamente en menos de 10 segundos y permanecer encendida.

E.05. Las pruebas de características de encendido deben hacerse a una temperatura ambiente entre 293 K (20 °C) y 300 K (27 °C) y a una humedad relativa máxima del 65%. Las partes metálicas excepto alguna ayuda de arranque ocasionalmente necesaria, debe colocarse lo más retirado posible de la lámpara.

Antes de iniciar la prueba, la lámpara debe haber tenido un periodo de reposo de cuando menos 24 horas, a una temperatura entre 293 K (20 °C) y 300 K (27 °C) y a una humedad relativa máxima del 65%.

E.06. Las lámparas deben cumplir con los requisitos señalados a continuación para ser aceptadas:

a. El vidrio de la lámpara debe estar libre de pandeos y deformaciones notables a simple vista.

b. El eje de cada casquillo debe ser coaxial al eje de la lámpara con una tolerancia de 2 grados.

c. Para casquillos de doble perno, el desplazamiento angular máximo entre los planos que pasan por los pernos de los casquillos en ambos extremos no deben exceder de 6 grados.

d. Los casquillos deben estar rígidamente unidos a los tubos, de tal manera que soporten la prueba de torsión, tanto antes, como después de la prueba de vida útil. Para casquillos G-13, la torsión mínima que deben soportar es de 1,2 N-m (0,12 kgf-m)

e. La potencia consumida por la lámpara no debe ser mayor que el 105% + 0,5 W, de la potencia indicada en las hojas de características técnicas particulares de cada lámpara, operando en conjunto con el reactor patrón correspondiente de acuerdo con lo especificado en los métodos de prueba de la cláusula de referencias.

f. El flujo luminoso inicial de lámparas individuales, no debe ser menor que el 90% del valor especificado en la hoja de características técnicas particulares, operando la lámpara en conjunto con el reactor patrón correspondiente.

f. En cuanto a la vida de la lámpara, se debe tener en cuenta que después de 2000 horas, incluyendo el periodo de envejecimiento de 100 horas, el nivel de luminosidad no debe ser menor que el valor indicado en las hojas de características técnicas de la lámpara en cuestión.

E.07. Para arranque por precalentamiento y arranque rápido: Si la lámpara no arranca a la tensión especificada, puede incrementarse gradualmente la tensión hasta un máximo de 110 % del valor de prueba y si la lámpara aun no arranca, debe ser rechazada. Si la lámpara arranca en estas condiciones, debe operarse a continuación, durante media hora a la tensión nominal, y repetirse la prueba de arranque después de un lapso de 24 hrs.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08. Para encendido instantáneo: Si la lámpara no arranca a la tensión especificada, puede incrementarse gradualmente la tensión hasta un máximo de 125% de la tensión de prueba y si la lámpara aun no arranca, debe ser rechazada. Si la lámpara arranca en esta condición, debe operarse a continuación durante media hora a la tensión nominal y repetirse la prueba de arranque después de 24 horas.

E.09. Para arranque rápido: El circuito de alimentación para el precalentamiento de los cátodos, debe conectarse de tal manera que no eleve la tensión del circuito principal. Estos dos circuitos deben conectarse a la misma fase.

La ayuda de arranque consiste en una cinta metálica de 40 mm de ancho como mínimo, colocado a todo lo largo de la lámpara, y a una distancia máxima de la pared de la misma, de acuerdo a la Tabla 3. Esta cinta debe conectarse a la tierra del circuito.

TABLA 3.- Distancia máxima para la ayuda de arranque.

Tipo de lámpara.	Distancia máxima en milímetros.
Lámparas lineales con una corriente de lámpara nominal de 500 mA o menor.	13
Lámparas lineales con una corriente de lámpara nominal mayor que 500 mA.	25
Lámpara en forma de U, T-8 y T-12	13
Lámparas circulares.	13

CIUDAD DE MÉXICO

E.10. Queda a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal, el ordenar la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de las unidades de iluminación fluorescentes. En el caso de presentarse alguna falla, el espécimen fallado debe retirarse y ejecutar una vez más la prueba, si presenta la misma u otra falla, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe rechazar el lote.

F. BASES DE ACEPTACION.

F.01. Toda unidad de iluminación fluorescente especificada por el proyecto, será rechazada si al efectuarse las pruebas correspondientes no cumple con los requisitos de calidad indicados; si en la prueba de vida útil, falla la pieza probada, se deben probar otras dos piezas elegidas también al azar; se debe rechazar el lote si falla una de las dos.

F.02. La evaluación de la conformidad del producto, objeto de la presente Norma, se debe llevar acabo por personal acreditado.

F.03. El fabricante o proveedor de lámparas fluorescentes, debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante del Gobierno del Distrito Federal para verificar que se cumplan los requisitos de calidad en la fabricación, así como testificar las pruebas que se apliquen y los resultados esperados.

F.04. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a lámparas fluorescentes, siempre y cuando estos procedan de un fabricante con certificado expedido por un organismo reconocido por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	010	LÁMPARAS INCANDESCENTES

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Dispositivos compuestos por una fuente luminosa encapsulada en una bombilla y una base, que tienen como finalidad transformar la energía eléctrica en energía luminosa.

A.02. Para el presente capítulo se tiene las siguientes definiciones:

a. Bombilla o bulbo.- Dispositivo de cristal cerrado herméticamente vacío y/o lleno de gas, que incluye un filamento que transforma la energía eléctrica en energía luminosa por efecto del paso de una corriente eléctrica. Ver figura 1.

b. Casquillo o base.-Elemento roscado que recibe a la bombilla con el fin de sujetarla y hacer contacto. Ver figura 2.

c. Terminal.- Dispositivo que permite efectuar la conexión entre el portalámparas y el circuito eléctrico.

d. Contacto central.- Elemento conductor situado en la parte central interna del portalámparas que permite el cierre del circuito con la placa de contacto del casquillo de la lámpara.

e. Cuerpo.- Parte que cubre el casquillo y al cual se sujeta la tapa en caso de llevarla.

f. Portalámparas.- Accesorio que soporta directamente a una lámpara y que al mismo tiempo, constituye el elemento de conexión a los conductores que la alimentan. Dispositivo eléctrico en el que se fija una lámpara para conectarla a un circuito.

g. Filamento.- Hilo metálico de diversas formas, que se vuelve incandescente al paso de una corriente eléctrica y emite la luz de la lámpara incandescente.

CIUDAD DE MÉXICO

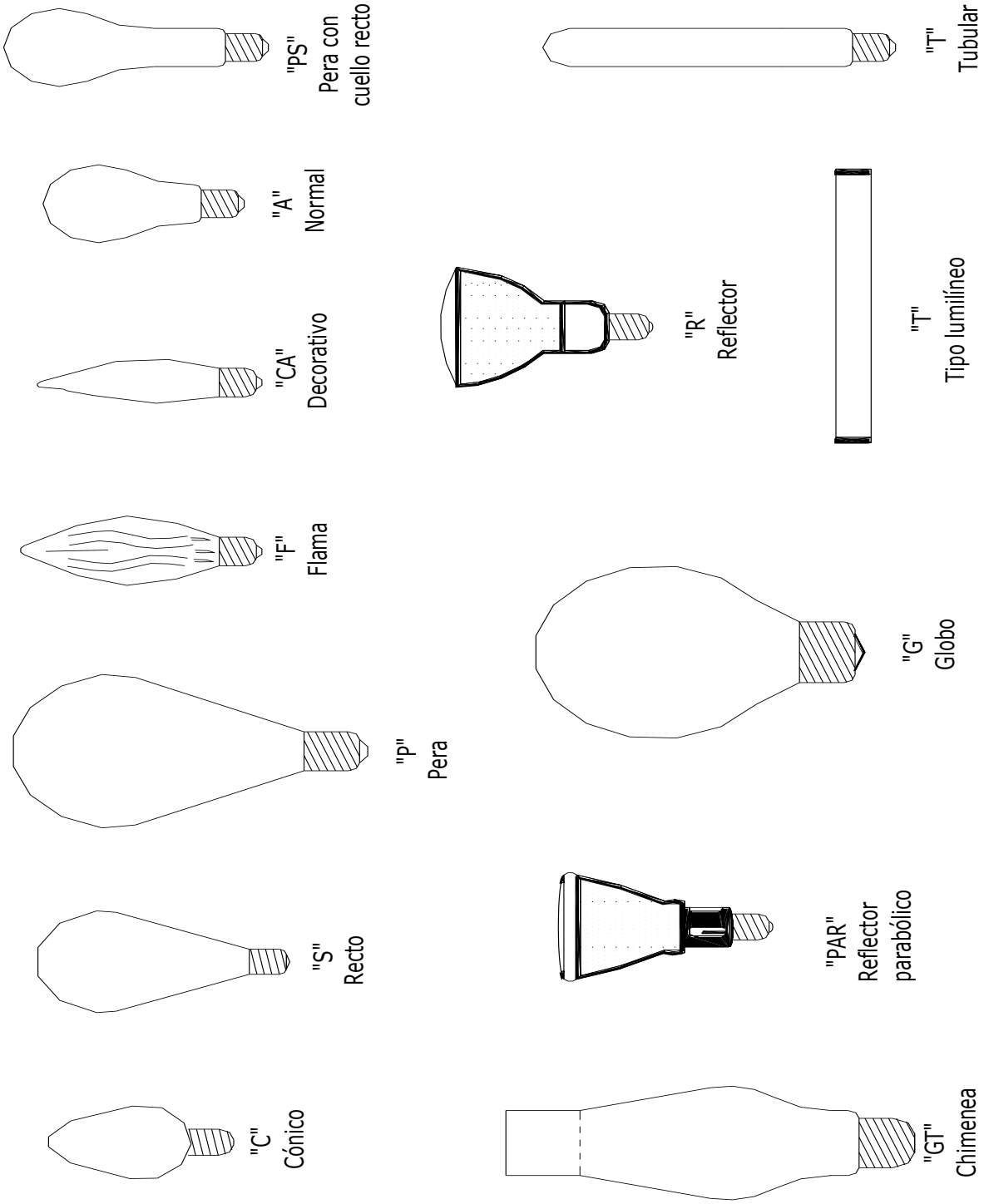
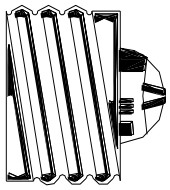
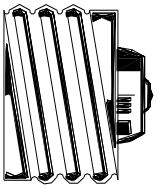
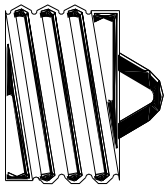


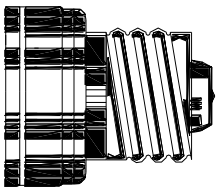
FIGURA 1.- Diferentes tipos de bulbos o bombillas.

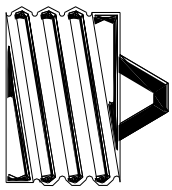

Media 3
contactos

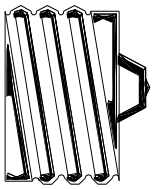

Mogul
tres
contactos

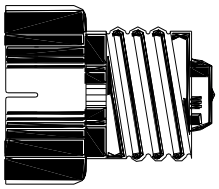

Intermedia

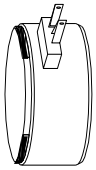
Mogul


Media con
faldilla
(cementada)

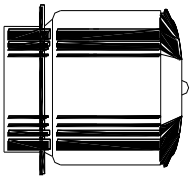

Candelabro


Media

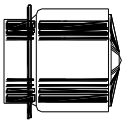

Media con
faldilla
(mecánica)


Media
contacto lateral

Bayoneta
candelabro
doble contacto


Mogul
preenfocado

Mini-can


Media

A.03. Las lámparas incandescentes son de un solo grado de calidad y se clasifican:

a. Según el acabado de la bombilla, en :

1. Clara
2. Perla (sin pulir interiormente)

b. Según sus filamentos:

1. Espiral sencilla
2. Espiral doble

c. En cuanto a la tensión, las lámparas pueden variar de 100 a 250 voltios.

d. En cuanto a su potencia, las lámparas pueden variar de 25 a 1,500 watts.

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requerimientos generales mínimos de calidad de las lámparas incandescentes, así como el de indicar las pruebas que deben cumplir estos dispositivos para lograr una operación eficiente y segura.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. La siguiente normatividad tiene relación con el presente capítulo:

Conceptos	Capítulos de referencia	Dependencia
Lámparas eléctricas incandescentes (focos) especiales para alumbrado público tipo serie.	NMX – J – 22	SECOFI
Iluminación – Portalámparas roscados tipo Edison – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 024	ANCE
Planes de muestreo y procedimiento de inspección para diferentes niveles de calidad.	NMX – J - 97	SECOFI
Luminarios decorativos.	NMX – J – 224	SECOFI
Bombillas de vidrio para lámparas eléctricas.	NMX – J – 236	SECOFI

CIUDAD DE MÉXICO

Conceptos	Capítulos de referencia	Dependencia
Luminarias de uso general para interiores y exteriores.	NMX - J – 307	ANCE
Iluminación - Bases roscadas tipo Edison - especificaciones.	NMX – J – 352	ANCE
Luminarios a prueba de explosión.	NMX – J – 357	SECOFI
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.
Iluminación – Lámparas incandescentes de filamento metálico para alumbrado general– especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 019	ANCE

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. La potencia nominal, el tipo de casquillo, la bombilla, la longitud, los lúmenes iniciales, así como los diagramas de luminosidad de las lámparas incandescentes, deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas, indicadas en la cláusula B de Referencias. La Tabla 1 muestra los tipos más usuales de lámparas, y sus principales características.

TABLA 1 Características de las lámparas incandescentes.

CIUDAD DE MÉXICO

Señales de tránsito (semáforos) 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
89	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Claro	8 000	500	10,80	6,30
100	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Claro	2 000	1 235	10,80	6,30
150	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Claro	6 000	11 950	11,50	7,60

Alumbrado decorativo 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Claro	1 400	45	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Rojo	1 400	--------	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Verde	1 400	--------	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Azul	1 400	--------	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Amarillo	1 400	---------	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Blanco	1 400	--------	5,40	3,65
7!/2	S-35 (S-11)	Mediana E-26	Naranja	1 400	---------	5,40	3,65
Aparatos domésticos 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
15	S-35 (S-11)	Madiana E-26	Claro ref y horno	1 00	138	5,40	3,90
15	T-22 (T-7)	Intermedia E-17	Claro maq. de ceser	1 000	115	5,70	-------
15	T-22 (T-7)	Bayoneta BA 15d	Claro maq. de ceser	--------	115	5,50	3,20
15	T-22 (T-7)	Candelabro E-12	Claro	--------	115	5,50	3,20
25	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Claro ref y horno	1 000	220	8,60	6,60
25	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Perla ref y horno	1000	220	8,60	6,60
40	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Claro ref y horno	1 000	430	8,60	6,60
40	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Perla ref y horno	1 000	430	8,60	6,60

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa.

TABLA 1 Características de las lámparas incandescentes

Reflector para interior							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
30	R-64 (R-20)	Mediana E-26	Rojo	2 000	--------	9,6	6,4
30	R-64 (R-20)	Mediana E-26	Verde	2 000	--------	9,6	6,4
30	R-64 (R-20)	Mediana E-26	Azul	2 000	---------	9,6	6,4
30	R-64 (R-20)	Mediana E-26	Ámbar	2 000	---------	9,6	6,4
50	R-64 (R-20)	Mediana E-26	Con. (Spol)	2 000	-------	9,60	6,4
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Dif.(flood)	2 000	770	12,7	8,8

Continua.

Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Conc. (Spol)	2 000	770	12,7	8,8
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Rojo	2 000	--------	12,7	8,8
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Verde	2 000	--------	12,7	8,8
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Azul	2 000	--------	12,7	8,8
75	R-96 (R-30)	Mediana E-26	Ambar	2 000	--------	12,7	8,8
100	R-127(R-40)	Mediana E-26	Rojo	2 000	---------	15,9	8,8
100	R-127(R-40)	Mediana E-26	Verde	2 000	--------	15,9	8,8
100	R-127(R-40)	Mediana E-26	Azul	2 000	---------	15,9	8,8
100	R-127(R-40)	Mediana E-26	Ambar	2 000	---------	15,9	8,8
150	R-127(R-40)	Mediana E-26	Dif. (Flood)	2 000	1 780	15,9	8,8
150	R-127(R-40)	Mediana E-26	Conc. (Spol)	2 000	1 780	15,9	8,8
300	R-127(R-40)	Mediana E-26	Dif. (Flood)	2 000	3 700	15,9	8,8
500	R-127(R-40)	Med. fald E-26	Dif (uso alberca)	2 000	6 500	-------	-------
500	R-127(R-40)	Meg. Mac. E-40	Dif (uso alberca)	2 000	6 500	17,8	9,7
Reflector para intemperie 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
75	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Dif (flood)	2 000	750	14,4	7,8
75	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Conc. (Spot)	2 000	750	14,4	7,8
100	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Rojo	2 000	--------	14,4	7,8
100	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Verde	2 000	--------	14,4	7,8
100	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Azul	2 000	--------	14,4	7,8
100	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Ambar	2 000	--------	14,4	7,8
150	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Dif. (flood)	2 000	1 740	14,4	7,8
150	Par-120 (Par-38))	Mediana E-26	Conc. (Spot)	2 000	1 740	14,4	7,8

Continúa.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Características de las lámparas incandescentes

Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
150	Par-120 (Par-38))	Mediana Fald E-26	Azul Conc. (Dicroico)	2 000	-------	13,4	-------
150	Par-120 (Par-38))	Mediana Fald. E-26	Verde Conc. (Dicroico)	2 000	--------	13,4	-------
150	Par-120 (Par-38))	Mediana Fald. E-26	Rojo Conc. (Dicroico)	2 000	--------	13,4	-------
150	Par-120 (Par-38))	Mediana Fald. E-26	Ambar Con. (Dicroico)	2 000	--------	13,4	-------
Anuncios luminosos 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Claro	2 000	80	8,4	6,6
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Perla	2 000	80	8,4	6,6
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Trans. rojo	2 000	------	8,4	6,6
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Trans. verde	2 000	------	8,4	6,6
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Trans. azul	2 000	-------	8,4	6,6
10	S-45 (S-14)	Mediana E-26	Trans. ambar	2 000	-------	8,4	6,6
15	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Claro	1 000	126	8,6	6,6
15	A-48 (A-15)	Mediana E-26	Perla	1 000	126	8,6	6,6
30	R-54 (R-20)	Mediana E-26	Rojo	2 000	-------	9,6	6,4
30	R-54 (R-20)	Mediana E-26	Verde	2 000	-------	9,6	6,4
30	R-54 (R-20)	Mediana E-26	Azul	2 000	-------	9,6	6,4
30	R-54 (R-20)	Mediana E-26	Ambar	2 000	-------	9,6	6,4
30	R-54 (R-20)	Mediana E-26	Conc. (spot)	2 000	--------	9,6	6,4
Alumbrado general 220 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
40	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Perla	11 000	350	13,0	9,70
60	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Perla	1 000	630	13,0	9,70
100	A-67 (A-21)	Mediana E-26	Perla	1 000	1 350	13,0	9,70
150	A-73 (A-23)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 000	14,8	11,1
150	A-73 (A-23)	Mediana E-26	Perla	1 000	2 000	14,8	11,1
200	PS80 (PS28)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 720	17,0	13,0
200	PS80 (PS28)	Mediana E-26	Perla	1 000	2 720	17,0	13,0
300	PS96 (PS30)	Mediana E-26	Claro	1 000	4 810	20,0	15,2
300	PS111(PS38)	Mogul E-29	Claro	1 000	4 810	23,0	17,6
500	PS127(PS40)	Mogul E-29	Claro	1 000	6 300	24,1	17,8
1000	PS165(PS62)	Mogul mec. E-40	Claro	1 000	18 000	32,4	24,1

Continúa.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Características de las lámparas incandescentes

Alumbrado general 240 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
60	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Perla	1 000	600	12,0	9,7
100	A-57 (A-21)	Mediana E-26	Perla	1 000	1 220	13,0	9,7
150	A–73 (A-23)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 040	14,8	11,1
200	PS80(PS25)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 860	17,0	13,0
300	PS96(PS30)	Mediana E-26	Claro	1 000	4 530	20,0	15,2
300	PS111(PS35)	Mogul E-39	Claro	1 000	4 530	23,0	17,6
600	PS127(PS40)	Mogul E-39	Claro	1 000	6 150	24,1	17,8

Repelentes para insectos 12 y 125 voltios								
Watts	V	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
25	12	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Rep. insectos	1 000	------	10,6	7,6
40	12	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Rep. insectos	1 000	------	10,6	7,6
40	125	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Rep. insectos	1 000	------	10,6	7,6
60	125	A-80 (A-19)	Mediana E-26	Rep. insectos	1 000	------	10,5	7,5
60	125	G-127 (G-40)	Mediana E-26	Rep. insectos	2 500	------	17,6	9,8
100	125	A-80 (A-19)	Mediana E-26	Rep. insectos	1 000	-------	10,7	7,4
100	125	G-127 (G-40)	Mediana E-26	Rep. insectos	2 500	-------	17,6	9,8

Alumbrado general (uso doméstico) 125 voltios acabado claro y base mediana E-26					
Watts	Bulbo tipo	Vida aproximada (Horas)	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
25	A-60 (A-19)	1 000	220	9,8	6,6
40	A-60 (A-19)	1 000	430	10,5	7,5
60	A-60 (A-19)	1 000	840	10,5	7,5
75	A-60 (A-19)	1 000	1 100	10,5	7,5
100	A-60 (A-19)	1 000	1 560	10,7	7,7

Alumbrado general (uso industrial) 125 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
150	A-73 (A-23)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 300	14,8	11,1
150	A-73 (A-23)	Mediana E-26	Perla	1 000	2 300	14,8	11,1
200	PS80(PS25)	Mediana E-26	Claro	1 000	3 400	17,0	13,0
200	PS80(PS25)	Mediana E-26	Perla	1 000	3 400	17,0	13,0
300	PS98(PS30)	Mediana E-26	Claro	1 000	5 350	20,0	15,2

Continúa.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Características de las lámparas incandescentes

Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
300	PS-111(PS35)	Mogul E-39	Claro	1 000	5 300	23,0	17,8
500	PS127(PS40)	Mogul E-39	Claro	1 000	8 800	24,1	17,8
750	PS185(PS52)	Mogul E-40	Claro	1 000	14 250	32,4	24,1
1,000	PS185(PS52)	Mogul E-40	Claro	1 000	18 000	32,4	24,1
1,500	PS185(PS52)	Mogul E-40	Claro	1 000	29 600	32,4	24,1
Alumbrado general 140 voltios							
Watts	Bulbo tipo	Base	Descripción	Vida aproximada horas	Lumen inicial aproximado	Largo total cm	Longitud al centro de luz cm
25	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Perla	1 000	210	9,8	8,6
40	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Claro	1 000	410	10,5	7,5
40	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Perla	1 000	410	10,5	7,5
60	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Claro	1 000	800	10,5	7,5
60	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Perla	1 000	800	10,5	7,5
75	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Claro	1 000	1 040	10,5	7,5
75	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Perla	1 000	1 040	10,5	7,5
100	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Claro	1 000	1 520	10,7	7,7
100	A-60 (A-19)	Mediana E-26	Perla	1 000	1 520	10,7	7,7
150	A-73(A-23)	Mediana E-26	Claro	1 000	2 240	14,8	11,1
150	A-73(A-23)	Mediana E-26	Perla	1 000	2 240	14,8	11,1
200	PS80(PS29)	Mediana E-26	Perla	1 000	3 150	17,0	13,0
200	PS80(PS29)	Mediana E-26	Claro	1 000	3 150	17,0	13,0
300	PS98(PS30)	Mediana E-26	Claro	1 000	4 800	20,0	15,2
300	PS111(PS39)	Mogul E-39	Claro	1 000	4 800	23,0	17,8
500	PS127(PS40)	Mogul E-39	Claro	1 000	8 500	24,1	17,8

Concluye.

C.02. La base o casquillo debe ser fabricada con lámina de aluminio, cobre o aleación de cobre, con un espesor variable en función del tipo y uso de la base. Las partes conductoras de corriente de las bases deben ser de latón, de aluminio o de otro tipo de metal resistente a la corrosión.

C.03. Los conductores deben estar soldados al contacto central y a la parte roscada de la base, de manera que no dificulten la colocación de la lámpara en el portalámpara. La soldadura debe aplicarse en cantidad suficiente para obtener un buen contacto. Las terminales deben tener la sección transversal mostrada en la Tabla 2:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2 Sección de terminales

Tipo		Sección (mm^2)
Candelabro	E 12	0,75 a 1,50
Medio	E 26	0,75 a 2,50
Mogul	E 39	1,50 a 4,00

C.04. Los bulbos o bombillas deben ser uniformes en valores dimensionales y forma, limpias, libres de imperfecciones o manchas que sean perjudiciales al servicio a que se destinen. El filamento debe mostrarse al centro del bulbo o bombilla. La base y el bulbo deben ser coaxiales; el eje de la base no debe estar desviado en más de 5 grados del eje del bulbo.

C.05. La vida nominal de las lámparas incandescentes debe ser como mínimo de 1 000 horas.

C.06. La potencia nominal de las lámparas debe ser de 25 watts a 1 500 watts. Además, la potencia máxima inicial no debe ser mayor del 104 % de la potencia nominal + 0,5 watts.

C.07. Las lámparas deben protegerse mediante empaques y embalajes apropiados durante su manejo y transporte.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El muestreo debe hacerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y fabricante, utilizando lo señalado en la Norma NMX – Z -12, partes 1, 2, 3 “Muestreo para la Inspección por Atributos”, o en su caso lo establecido en el capítulo 4.01.01.001 “Generalidades” del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

E.02. De la producción de lámparas incandescentes debe establecerse previamente la cantidad que formará el lote de pruebas y de éste se deben seleccionar al azar un determinado número de especímenes para ser muestreados, de acuerdo a lo señalado en la Tabla 3:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3 Composición de la muestra por especímenes (lámparas)

Cantidad de especímenes de un lote	Cantidad de especímenes para la muestra
Menor de 100	12
De 101 hasta 200	20
De 201 hasta 500	35
De 501 hasta 1 000	50
De 1 001 hasta 1 500	60
Mayor de 1 500	70

E.03. El fabricante de lámparas incandescentes debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante del Gobierno del Distrito Federal para observar las pruebas y que los resultados se encuentren dentro de los rangos de calidad establecidos por las respectivas Normas Mexicanas.

E.04. Las lámparas incandescentes de filamento metálico, además de lo señalado en la Cláusula C de Requisitos de Calidad, deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas NMX, indicadas en la cláusula B de Referencias, respecto a las pruebas de vida útil, cortocircuito, sobretensión y demás señaladas a continuación:

a. Mecánicas
b. Eléctricas
c. Fotométricas
d. De vida
e. Tensión
f. Sobretensión
g. Dimensiones
h. Acabado

CIUDAD DE MÉXICO

E.05. En el caso de que se presente alguna falla de cualquier tipo, ya sea observada a simple vista por defecto de fabricación o como resultado de una prueba, se debe retirar el producto que falló y formar un nuevo lote de pruebas, se debe repetir una vez más la prueba y si se encuentra en el lote otro producto que falla, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe rechazar el lote.

E.06. Una vez efectuadas las pruebas mencionadas en el inciso D.04. de este capítulo, a las lámparas incandescentes utilizadas en las instalaciones del Gobierno del Distrito Federal, éstas pueden ser aceptadas o rechazadas, según resultados de las pruebas indicadas.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Se considera aceptado el lote, si la cantidad de especímenes defectuosos no excede los límites que se indican en la Tabla 4

TABLA 4 Requisitos de aceptación de un lote

Cantidad de especímenes para la muestra	Aceptación del lote sí éste, no excede los siguientes especímenes defectuosos	
	En cualquiera de las pruebas	Para el total de las pruebas
12	1	2
20	2	4
35	2	7
50	4	9
60	4	10
70	5	12

F.02. Para que las lámparas incandescentes sean aceptadas por el representante del Gobierno del Distrito Federal, éstas deben llevar marcado en forma indeleble y legible como mínimo los siguientes datos:

a. En el producto:

1. Tensión nominal en volts.
2. Potencia nominal en watts.
3. Flujo luminoso nominal en lúmenes .
4. Nombre del fabricante o marca registrada del producto.

b. En el empaque:

1. Nombre del fabricante o marca registrada del producto.
2. País de origen.
3. Vida nominal en horas .
4. Potencia y tensión (si no viene señalado en el empaque, que éste permita leer la leyenda en la lámpara).

F.03. Todas las lámparas incandescentes utilizadas en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal o especificadas en el proyecto, deben ser rechazadas si no cumplen con los requisitos indicados en esta Norma y queda a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal ordenar la repetición de una prueba o la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de las lámparas incandescentes.

CIUDAD DE MÉXICO

F.04. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a las lámparas incandescentes, siempre y cuando éstas procedan de un fabricante con certificado de calidad.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 011 TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES DE CONCRETO SIMPLE

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conductos de sección anular fabricados con concreto hidráulico, que llevan en uno de sus extremos una embocadura que permite la unión entre sí de dos o más tubos, para formar una tubería cuya superficie interior es continúa y uniforme.

A.02. Los tubos se clasifican según:

a. El espesor de la pared, en:
   1. Normal (clase I)
   2. Gruesa (clase II)
   3. Extragruesa (clase III)

b. El revestimiento interior, hecho con:
   1. Material bituminoso
   2. Mezcla de arena y cemento asfáltico

c. El uso a que se destinen:
   1. Para conducción de agua.
      1.1 Lisos para alcantarillado.
      1.2. Perforados para drenes.
   2. Para ductos subterráneos de instalaciones eléctricas

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. Las piezas especiales son elementos fabricados con concreto hidráulico, para cambios de dirección de las tuberías, e inserción a éstas de otros conductos, o derivaciones de líneas.

A.04. Las piezas especiales se clasifican en:

a. Codos
b. Inserciones sesgadas (slants)
c. Tes o yes

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tubos y Piezas Especiales de Concreto Simple y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA:	DEPENDENCIA.
Cemento Portland	NMX-C-001	ONNCCE
Tubos de concreto sin refuerzo. Especificaciones	NMX-C-009	ONNCCE
Tubos de concreto para irrigación	NMX-C-020	SECOFIN
Métodos de prueba para procedimientos de curado para tubos de concreto.	NMX-C-115	SECOFIN
Tubos de concreto. Determinación de la resistencia a la compresión por el método de 3 apoyos.	NMX-C-116	SECOFIN
Tubos de concreto. Determinación de la absorción de agua.	NMX-C-119	SECOFIN
Tubos de concreto perforados para drenes. Especificaciones.	NMX-C-129	SECOFIN
Tubos de concreto. Determinación de la permeabilidad	NMX-C-149	SECOFIN
Método de prueba hidrostática para tubos de concreto.	NMX-C-257	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Agregados pétreos	4.01.01.004	G:D:F:
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Materiales para curado de concreto hidráulico	4.01.02.005	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Los tubos y piezas especiales deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Deben estar libres de defectos, tales como fracturas, grietas o superficie rugosa en su interior y deberán tener sus planos extremos perpendiculares a su eje longitudinal. Colocados los tubos en posición vertical, cuando se golpeen con un martillo deben dar un sonido vibrante, no sofocado que denote la existencia de rajaduras.

b. Los diámetros, espesores y resistencia a compresión de los tubos, deben cumplir con lo establecido en la siguiente tabla:

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. El concreto para la fabricación de tubos y piezas especiales sin refuerzo, deberá tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 19,59 MPa (200 kg_f/cm^2).

C.03. La absorción de agua en las paredes de los tubos no deberá exceder del 8%, respecto de la masa seca.

C.04. Los elementos deberán curarse mediante alguno de los métodos siguientes:

a. Vapor, los tubos se colocan en cámaras libres de fugas, en atmósfera mantenida húmeda por la introducción de vapor.
b. Con agua, los tubos se cubren con un material saturado de agua.
c. Combinación de los dos anteriores.
d. Con una membrana impermeable.

C.05. En los tubos deberá marcarse clara e indeleblemente el nombre del fabricante y la fecha de fabricación.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El número de tubos a probar será:

1 de cada 20 o fracción para dimensiones.

1 de cada 100 o fracción para absorción de agua.

1 de cada 500 o fracción para resistencia de carga.

CIUDAD DE MÉXICO

E.02. La elección de los tubos muestra para pruebas se elegirá al azar de entre el lote correspondiente.

E.03. Los métodos de prueba serán según los indicados en las Normas citadas en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

E.04. Las dimensiones y acabados de las piezas especiales deberán inspeccionarse en todas las piezas del lote.

F. BASES DE ACEPTACIÓN.

F.01. En cuanto a carga, si algún tubo falla se podrá elegir otro `para probarlo y si nuevamente falla se rechazará el lote.

F.02. En cuanto a dimensiones, si falla uno se probarán 3 más y si fallan éstos se rechazará el lote; si fallan 2 o uno se elegirán tres piezas más de las cuales si fallan una o más, se rechazará el lote.

F.03. En cuanto a absorción, si falla una, se probarán seis piezas más; si fallan las seis piezas, se rechazará el lote; pero si fallan cinco, se escogerán al azar otras 5 y se probarán, de las cuales si falla una se acepta el lote pero si fallan dos o más se rechazará el lote.

F.04. Se aceptarán las siguientes tolerancias para los requisitos mencionados.

a. Los tubos deberán ser rectos y no se admitirá una variación mayor de 1 centímetro por metro de longitud, en el alineamiento. Su superficie interior deberá ser lisa y regular.

b. Los planos de los extremos de los tubos deberán ser perpendiculares a su eje longitudinal.

c. Los extremos de los tubos deberán tener un acabado tal que cuando estén unidos y junteados, formen una línea continua y uniforme.

d. Los tubos con pequeñas roturas en los extremos ocurridos durante el manejo, solo podrán ser aceptados con la aprobación previa del Departamento, siempre y cuando, una vez reparados, cumplan con los requisitos estipulados.

e. Los codos deberán ser 90°, 45° y 22.5" según se requiera y deberán satisfacer básicamente la curvatura de proyecto.

f. Las inserciones sesgadas (slants) deberán tener un extremo cortado a un ángulo de 45° con respecto a su eje longitudinal, debiendo abarcar toda la sección del corte.

g. Las Tes y las Yes deberán tener sus extremos cortados en un plano perpendicular al eje longitudinal.

h. Tolerancias.- A las dimensiones nominales de los tubos indicados en la tabla, se permitirán las tolerancias que se señalan en la tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2 Dimensiones y tolerancias de los tubos de concreto simple

Diámetro interior (cm)	TOLERANCIA EN DIMENSIONES.			
	Diámetro interior (mm)	Espesor de la pared del tubo (mm) (en -)	Diámetro de la boca de la campana (mm)	Longitud de la campana (mm) (en -)
10	± 3	2	± 3	3
15	± 5	2	± 5	6
20	± 6	2	± 6	6
25	± 6	2	± 6	6
30	± 6	2	± 6	6
38	± 6	2	± 6	6
45	± 6	2	± 6	6
60	± 8	3	± 8	6

Nota: Donde se indica (en -) no hay limitación en más.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01	OBRA CIVIL
SECCIÓN 02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 012	TUBOS Y ACCESORIOS DE CONCRETO REFORZADO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conductos de sección anular, fabricados de concreto hidráulico y refuerzo de acero para absorber esfuerzos de tensión, provisto de embocaduras en sus extremos para efectos de junteo.

A.02. Los tubos de concreto reforzado se clasifican en cuatro tipos, con un sólo grado de calidad cada uno, de acuerdo con la capacidad a la compresión del concreto y la cantidad de acero de refuerzo empleados.

Grado 1	Tubos de concreto de resistencia normal
Grado 2	Tubos de concreto de resistencia extra
Grado 3	Tubos de concreto alta resistencia
Grado 4	Tubos de concreto muy alta resistencia

A.03. Accesorios de concreto reforzado son piezas fabricadas para ser usadas como complemento de las redes de alcantarillado y se clasifican en:

a. Coladeras pluviales de banqueta
   1. Con rejillas de fierro
   2. Con rejillas de concreto
b. Areneros para coladera pluvial de banqueta
c. Pozos de visita precolados
d. Brocales para pozos de visita
e. Tapas de brocales
   1. Ciegas
   2. Perforadas

C. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01.Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en los Tubos y

CIUDAD DE MÉXICO

Accesorios de Concreto Reforzado y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en lás cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Varillas corrugadas y lisas de acero de refuerzo	NMX-B-006	SECOFIN
Alambre de acero	NMX-B-013	SECOFIN
Concreto reforzado. Tubos Especificaciones	NMX-C-020	SECOFIN
Tubos de concreto para irrigación.	NMX-C-022	SECOFIN
Método de prueba para procedimiento de curado para tubos de concreto.	NMX-C-115	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la compresión por el método de 3 apoyos.	NMX-C-116	SECOFIN
Determinación de la absorción de agua	NMX-C-119	SECOFIN
Determinación de la permeabilidad	NMX-C-149	SECOFIN
Métodos de prueba hidrostática para tubos de concreto	NMX-C-257	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	G.D.F.
Acero de refuerzo para concreto	4.01.01.014	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Materiales para curado de concreto hidráulico	4.01.02.005	G.D.F.

D. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Los tubos de concreto reforzado deberán satisfacer los requisitos físicos de espesor, acero de refuerzo y resistencia a la compresión que se indican en las tablas 1, 2, 3 y 4.

C.02. Los tubos deben estar libres de defectos, tales como: fracturas, grietas o superficie rugosa en su interior. Los planos de los extremos de los tubos deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.

Colocados en posición vertical, cuando se golpeen con un martillo deben producir un sonido firme y timbrado y no sordo, que denotaría la existencia de rajaduras.

C.03. Los agregados deberán tener un tamaño máximo y granulometría tal que al dosificarse y mezclarse con el cemento y el agua, se obtenga una mezcla homogénea de concreto que produzca tubos que cumplan los requisitos de diseño de pruebas. En ningún caso se deberá mezclar el cemento en cantidad menor de 335 kg por m^3 de concreto

C.04. La colocación del refuerzo deberá tener las siguientes características:

a. Cuando se use una línea de refuerzo circular deberá estar colocada con respecto a la pared interior del tubo a una distancia entre el 35 y el 50% del espesor de la pared, excepto cuando el espesor de ésta sea inferior a 6.3 cm, en cuyo caso ese porcentaje estará comprendido entre el 30 y el 50%

b. Cuando se usen dos líneas de refuerzo, éstas se colocarán de manera que el recubrimiento de concreto sea de 2.5 cm a partir de la superficie tanto interior como exterior; ambas líneas de refuerzo estarán armadas entre sí de tal manera que formen un sólo conjunto. En el caso de refuerzo elíptico, la línea de eje vertical tendrá 2.5 cm de recubrimiento con respecto de la superficie interior del tubo y la horizontal uno de 2.5 cm con respecto a la superficie exterior del mismo.

c. Cuando se usen anillos o circunferencias de refuerzo, el armado deberá formar una jaula con aceros longitudinales en cantidades suficientes para mantener el refuerzo circunferencial en su posición y proporcionar al armado la rigidez necesaria, antes, durante y después del colado.

d. Las uniones del refuerzo podrán ser soldadas a tope o traslapadas; el traslape no será menor a 20 diámetros para varillas corrugadas y de 40 diámetros en varillas y alambres estirados en frío; este traslape se podrá disminuir, siempre y cuando se suelde el traslape en una longitud de 5 cm como mínimo; esta unión en la prueba de tensión el espécimen deberá resistir cuando menos el 75% de la resistencia nominal del acero en cuestión.

e. El espaciamiento del acero circunferencial no debe exceder de 10 cm en tubos con espesor (de pared) hasta 10 cm y no excederá del espesor del tubo; cuando el espesor sea mayor de 10 cm, dicho espaciamiento no excederá a 15 cm.

f. Cuando se use malla prefabricada para refuerzo deberá traslaparse cuando menos un módulo de la trama de la malla.

C.05. El acabado de los extremos deberá ser tal que cuando se empalmen dos ó más tubos, la superficie interior quede continua y uniforme, debiendo además permitir la unión fácil y efectiva, y evitar tanto las fugas del agua que circula por el tubo como la entrada de agua del exterior al tubo.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. No se permitirá la existencia de más de dos agujeros cuando éstos sean necesarios para maniobrar el tubo.

C.07. La absorción de agua en las paredes de los tubos no deberá exceder del 9%, respecto de la masa seca.

C.08. El curado de los tubos podrá efectuarse:

a. A vapor, en cámaras libres de fugas.

b. Con agua, los tubos se cubren con un material saturado de agua.

c. Combinación de las dos anteriores.

d. Con membrana impermeable.

C.09. Los tubos se marcarán claramente con:

a. Nombre del fabricante.

b. Fecha de fabricación.

c. Si los tubos tienen refuerzo elíptico, se indicará clara e indeleblemente la posición del eje menor de refuerzo en el interior y exterior de la pared.

C.10. La fabricación de accesorios se ejecutará con las características de dimensiones, resistencia y armados que indique el proyecto y/o apruebe el Departamento a propuesta del fabricante.

C.11. Los requisitos físicos que deben cumplir los tubos de concreto reforzado serán los siguientes:

a. Para tubos grado 1.

1. Espesor de pared y refuerzo de acero:

TABLA 1.- Requisitos físicos que deben satisfacer los tubos de concreto reforzado de resistencia normal (grado 1).

f´c en MPa (kg_f/cm^2)	Diámetro interior del tubo en cm.	Espesor mínimo de la pared en cm.	Refuerzo de acero en cm^2/m de pared de tubo		
			Jaula interior	Jaula exterior	Elíptico
27,6 (280)	30	5,1	1,5		
	38	5,7	1,5		
	45	6,3	1,5		1,5
	60	7,6	1,5		1,5
	76	8,9	3,0		2,5
	91	10,1	2,5	1,9	2,8

2. Los requisitos de resistencia F en kg_f/m del tubo, por el método de los tres apoyos pueden calcularse con las siguientes fórmulas:

CIUDAD DE MÉXICO

2.1. Carga para producir una grieta de 0,3 mm (en kg_f/m)
$F = 5,1\ d$

2.2. Carga para producir la ruptura (en kg_f/m);
$F = 7,6\ d$

donde d es el diámetro interior real del tubo en milímetros

b. Para tubos grado 2:

1. Espesor de pared y acero de refuerzo:

TABLA 2.- Requisitos físicos que deben satisfacer los tubos de concreto reforzado de resistencia extra (grado 2).

f´c en MPa (kg_f/cm^2)	Diámetro interior del tubo en cm.	Espesor mínimo de la pared en cm.	Refuerzo de acero en cm^2/m de pared de tubo		
			Jaula interior	Jaula exterior	Elíptico
	30	5,1	1,5		
	38	5,7	1,5		
	45	6,3	1,5		1,5
	60	7,6	1,5		1,5
27,6	76	8,9	3,8		3,2
(280)	91	10,1	3,6	2,8	4,0
	107	11,4	4,4	3,4	4,9
	122	12,7	5,1	3,8	5,7
	152	15,2	7,2	5,5	8,0
	183	17,8	10,40	7,8	11,4
34,5	212	20,3	14,6	11,0	17,3
(350)	244	22,9	16,1	12,1	17,8

2. Los requisitos mínimos de resistencia F en kg_f/m del tubo por el método de los tres apoyos pueden calcularse con las siguientes formulas:

CIUDAD DE MÉXICO

2.1. Carga para producir una grieta de 0,3 mm (en kg_f/m)

$F = 7,1\ d$

2.2. Carga para producir la ruptura (en kg_f/m)

$F = 10,2\ d$

donde d es el diámetro interior real del tubo en milímetros.

c. Para tubos grado 3:

1. Espesor de pared y acero de refuerzo:

TABLA 3.- Requisitos físicos que deben satisfacer los tubos de concreto de alta resistencia (grado 3).

f´c en MPa (kg_f/cm^2)	Diámetro interior del tubo en cm.	Espesor mínimo de la pared en cm.	Refuerzo de acero en cm^2/m de pared de tubo		
			Jaula interior	Jaula exterior	Elíptico
	30	5,1	1,5		
	38	5,7	2,1		
	45	6,3	3,0		2,3
27,6	60	7,6	5,7		4,9
(280)	76	8,9	7,4		5,9
	91	10,1	6,3	4,7	7,0
	107	11,4	7,4	5,5	8,3
	122	12,7	8,9	6,8	9,9
34,5	152	15,2	12,5	9,5	14,0
(350)	183	17,8	16,7	12,7	18,6

2. Los requisitos mínimos de resistencia F en kgf/m del tubo por el método de los tres apoyos pueden calcularse con las siguientes fórmulas:

2.1. Carga para producir una grieta de 0,3 mm (en kg_f/m)

$F = 9,8\ d$

CIUDAD DE MÉXICO

2.2. Carga para producir ruptura (en kg_f/m)
$F = 14,7\ d$

donde d es el diámetro interior real del tubo en milímetros.

d. Para tubos grado 4:

1. Espesor de pared y acero de refuerzo:

TABLA 4.- Requisitos que deben satisfacer los tubos de concreto de muy alta resistencia (grado 4).

f´c en MPa (kg_f/cm^2)	Diámetro interior del tubo en cm.	Espesor mínimo de la pared en cm.	Refuerzo de acero en cm^2/m de pared de tubo		
			Jaula interior	Jaula exterior	Elíptico
	30	5,1	2,1		
	38	5,7	3,0		
	45	6,3	4,0		3,4
41,4	60	7,6	6,4		5,1
(420)	76	8,9	8,7	6,6	9,7
	91	10,1	10,6	8,0	11,9
	109	11,4	12,7	9,5	14,2
	122	12,7	15,5	11,6	17,1

CIUDAD DE MÉXICO

2. Los requisitos mínimos de resistencia F en kg_f/m del tubo por el método de los tres apoyos pueden calcularse con las siguientes fórmulas:

2.1. Carga para producir una grieta de 0,3 mm (en kg_f/m)
$F = 14,7\ d$

2.2. Carga para producir ruptura (en kg_f/m)
$F = 18,3\ d$

donde d es el diámetro interior real del tubo en milímetros.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El número de tubos a probar en las comprobaciones de resistencia a la compresión, absorción, diámetros interior, exterior y espesor de pared serán:

Cualidad.	Número de especímenes.
Espesor de pared	Todos los tubos del lote
Diámetros	Todos los tubos del lote
Absorción	1 de cada 100 o fracción
Resistencia a la compresión	3 de cada 500 o fracción

E.02. El muestreo para verificación de los especímenes en absorción y resistencia a la compresión será al azar.

E.03. Para verificación de los requisitos físicos fijados en esta Norma, se debe proceder de acuerdo a lo establecido en las normas mexicanas NMX-C-155, NMX-C-166 y NMX-C-119, en lo referente a curado, resistencia a la compresión y absorción de tubos de concreto y con la norma mexicana NMX-C-117 en lo referente a aditivos en caso de que se usen en el concreto.

E.04. En cuanto a dimensiones y acabados deben inspeccionarse todas las piezas que constituyan el lote de accesorios.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

CIUDAD DE MÉXICO

F.01. Debido a imperfecciones ocasionales en su manufactura, los tubos a juicio del Departamento, pueden ser reparados, si las reparaciones son firmes y si los tubos reparados se ajustan a los requisitos de esta Norma.

F.02. Los diámetros interiores de tubos con diámetros entre 30. y 60 cm se aceptarán si tienen variación en más de hasta 1,5% respecto al nominal; para aquellos con diámetros interior entre 60 y 183 cm, se aceptarán si tienen variación en más hasta de 1% con respecto al nominal ó 1 cm, lo que sea menor.

F.03. La diferencia entre las longitudes de tubos medidas en dos generatrices diámetralmente opuestas, no debe ser mayor a 1 cm por metro de diámetro, hasta un máximo de 1,5 cm para cualquier longitud. En caso contrario el o los tubos deben rechazarse.

F.04. El espesor de la pared no será menor que el fijado en el proyecto, en más de 5% ó 5 mm, lo que sea menor; el tubo que tenga un espesor menor en esta tolerancia será rechazado, no así el que exceda del espesor de proyecto. En caso de tener variaciones locales con espesores por debajo de los tolerables del 5% ó 5 mm, podrán aceptarse si cumplen los requisitos de recubrimiento al acero y resistencia empleando el método de los 3 apoyos.

F.05. El desplazamiento del acero de refuerzo con respecto a la posición de proyecto no deberá exceder del 10% del espesor de la pared ó 1,5 cm, lo que sea menor. Tubos fuera de esta tolerancia en cuanto a posición de acero se deben someter a prueba de resistencia y si están dentro de los parámetros, se aceptarán.

F.06. La tolerancia en la perpendicularidad de los extremos con respecto al eje longitudinal del tubo será del 2%.

E.07. Será motivo de rechazo el que un tubo tenga:

a. Fractura o grieta que atraviese la pared, con excepción de grietas en los extremos que no excedan la longitud de la junta.

b. Deficiencias visibles de mezcla mal proporcionado, falta de homogeneidad o moldeado.

c. Superficie acabada como panal de abeja (garapiñado) o de textura abierta.

d. Extremos defectuosos que impidan el junteo.

e. Sonido sordo en partes, cuando se martille según método de la determinación de densidad aparente en materiales acústicos.

CIUDAD DE MÉXICO

F.08. Serán motivo de rechazo los accesorios, que no reúnan las características dimensionales y/o de acabado, según lo determine en cada caso el Departamento.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 013 TUBOS DE CONCRETO PRESFORZADO Y PIEZAS ESPECIALES DE CONCRETO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conducto de sección anular, fabricado a base de concreto con una resistencia definida, reforzada con acero para absorber la tensión, (presforzado por condiciones de diseño), provisto en sus extremos de una embocadura del tipo espiga-campana para efectos de junteado y formar un ducto continuo.

A.02. Según la constitución del núcleo o corazón del tubo, se clasifica en:

a. Tubos con cilindro de acero.

b. Tubos sin cilindro de acero.

A.03.' Las piezas especiales fabricadas de acuerdo a las dimensiones, formas, tipo de acoplamiento y capacidad de trabajo que señale en cada caso el proyecto, pueden ser:

a. Codos de cualquier deflexión

b. Tes (De diámetros iguales o diferentes)

1. Oblicuas

2. Radiales

3. Tangenciales

c. Cruces (De diámetro iguales o diferentes)

1. Radiales

2. Tangenciales

d. Adaptadores

e. Reducciones

f. Otros

CIUDAD DE MÉXICO

B.- REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01.- Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tubos de Concreto Presforzado y Piezas Especiales de Concreto y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubos de acero al carbón galvanizado por inmersión en caliente	NMX-B-009	SECOFIN
Tubos de acero al carbono con o sin costura uso común.	NMX-B-010	SECOFIN
Malla soldada de alambre de acero para refuerzo de concreto.	NMX-B-290	SECOFIN
Alambre sin recubrimiento relevado de esfuerzos, para usarse en concreto presforzado.	NMX-B-293	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.	NMX-C-083	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la compresión por el método de tres apoyos.	NMX-C-116	SECOFIN
Elementos de concreto presforzado.	NMX-C-248	SECOFIN
Tubos de concreto presforzado sin cilindros de acero.	NMX-C-252	SECOFIN
Tubos de acero presforzado y con cilindros de acero.	NMX-C-253	SECOFIN
Métodos de prueba hidrostática para tubos de concreto	NMX-C-257	SECOFIN
Tubos de concreto presforzado. Toma de muestras de agua para análisis y para evaluar parámetros potencialmente agresivos a la tubería.	NMX-C-340	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubos de concreto presforzado. Evaluación de parámetros potencialmente agresivos.	NMX-C-346	SECOFIN
Anillos de hule, usados como sello en la tubería de asbesto cemento.	NMX-T-21	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	G.D.F.
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	G.D.F.
Acero de refuerzo para concreto.	4.01.01.014	G.D.F.
Acero estructural	4.01.01.015	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Materiales para curado de concreto hidráulico	4.01.02.005	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

CIUDAD DE MÉXICO

C.01. Físicos.- Los tubos deben cumplir con:

a. Tener una longitud total entre los 4 y los 8 metros, con una tolerancia de + 12 mm sobre la longitud nominal.

b. La sección normal al eje de los tubos debe ser anular, circunferencial, concéntrica, sin deformaciones ni ovalidades que puedan interferir con su instalación y buen funcionamiento. Deberán estar libres de defectos tales como fracturas, grietas o superficies rugosas en su interior; además, los planos de los extremos de los tubos deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.

c. Las juntas de los tubos deben ser del tipo de "espiga" y "campana" hechas de anillos de acero soldados al cilindro; o de concreto en tubos sin cilindro de acero y con un sello de hule del tipo usado para tubos de fibrocemento.

Deben ser autocentrantes y con flexibilidad suficiente para mantener su estanqueidad bajo condiciones normales; las juntas deben cumplir los siguientes requisitos:

1. La geometría de la campana debe ser cilíndrica o tronco-cónica, libre de asperezas o defectos y la espiga autocentrante debe estar perfectamente conformada.

2. La profundidad mínima de enchufe debe ser la necesaria para permitir que la junta se abra con una deflexión angular mínima de un grado sin que haya fugas en tubos con diámetros hasta 1200 mm o bien, una deflexión mínima de 40 minutos, en diámetros mayores.

3. El sello de la junta debe ser el único elemento del que dependa la estanqueidad de la misma y debe tener una superficie lisa, libre de huecos o porosidades, de ampollas y de otras imperfecciones.

d. Los tubos no deben presentar fugas o filtraciones ni tampoco agrietarse o romperse al someterse a una presión hidrostática igual al 150% de la presión de diseño, comparable según los métodos de prueba de la norma mexicana NMX-C-257 indicada en la cláusula B de Referencias.

e. Los tubos deben ser capaces de soportar la prueba de resistencia a la compresión sin que se produzcan grietas visibles, conforme a lo establecido en la norma mexicana NMX-C-116 citada en la cláusula B de Referencias.

f. La absorción de agua en el recubrimiento en tubos con cilindro de acero, o en tubos sin cilindro de acero, no debe exceder del 10% al ser probados, de acuerdo a lo señalado en las normas mexicanas NMX-C-252 y NMX-C-253 mencionadas en la cláusula B de Referencias.

C.02. Los materiales utilizados en la fabricación de tubos de concreto presforzado deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. El cemento debe ser del tipo CPO o del tipo CPP y debe cumplir con lo establecido en el capítulo 4.01.01.013 de las presentes Normas. En el caso de riesgo por agresión de aguas y terrenos sulfatados no ácidos, deben usarse cementos pórtland tipos, puzolánicos o de escoria de alto horno.

b. Todo el acero utilizado en la fabricación de los tubos presforzados, debe estar libre de escamas, aceites, grasas, herrumbre y cumplir con lo indicado en los siguientes párrafos:

1. El alambre para el presfuerzo debe ser de acero de alta resistencia y cumplir con lo establecido en el capítulo 4.01.01.014 de estas Normas.

2. Todo el acero estructural para refuerzo de los tubos primarios y el

CIUDAD DE MÉXICO

alambre de acero para refuerzo del concreto, debe ser en forma de varillas lisas o corrugadas conforme al capítulo citado en el párrafo anterior.

3. La malla de alambre para refuerzo de concreto, debe cumplir con lo establecido en el capítulo mencionado en el párrafo b.1 de este inciso.

4. Las planchas o placas de acero deben cumplir con lo establecido en el capítulo 4.01.01.015 mencionado en la cláusula B.

c. Los empaques de hule utilizados como sellos de las juntas, deben ser anillos de sección y tamaño adecuados para obtener un sello estanco y deben cumplir con los requisitos de calidad señalados en la norma mexicana NMX-T-E1 citada en la cláusula B.

d. Los requisitos que deben cumplir los materiales complementarios serán los siguientes:

1. Los agregados deben tener un tamaño y granulometría tales, que debidamente proporcionados con la cantidad especificada de cemento pórtland y agua, se obtenga un concreto de la fluidez y la resistencia necesaria para formar el tubo primario (núcleo) o para el revestimiento, según el procedimiento particular de colocación, a fin de obtener una pared sólida, compacta y homogénea con una superficie interior lisa. Los agregados no deben reaccionar con los álcalis contenidos en el cemento empleado en la fabricación, comprobado de acuerdo con los métodos de prueba señalados en el capitulo 4.01.01.004 de estas Normas

2. El agua destilada en la elaboración del concreto y para el curado de los tubos debe estar limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica y cloruros en concentraciones fuera de los aceptables, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 4.01.01.018 de estas Normas.

3. No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruros; en todo caso deberán cumplir con lo señalado en la Norma 4.01.02.004 de este Libro. Otros aditivos pueden ser usados previa autorización del Departamento.

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. En la fabricación de los tubos de concreto presforzado se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. El espesor de un tubo primario con cilindro de acero ahogado en concreto no debe ser inferior a 1/16 del diámetro interno nominal del tubo y por lo menos la tercera parte de él debe estar recubriendo el exterior del cilindro de acero.

Eventualmente se pueden fabricar tubos con paredes más gruesas, para satisfacer condiciones especiales fuera de lo normal, lo cual puede implicar

una reducción del diámetro interior del tubo.

b. El espesor del recubrimiento del mortero de cemento o de concreto sobre la circunferencia exterior del alambre de acero presforzado helicoidal, debe ser cuando menos de 20 mm cuando el mortero es aplicado por impacto o bajo vibración y de 25 mm si el concreto es colado y compactado por métodos aprobados.

c. Requisitos de núcleo o corazón del tubo:

1. Tubos con cilindro de acero.- El espesor de la lámina para los cilindros de acero debe ser de 1 mm como mínimo (calibre 18) para tubos de 600 mm hasta 1 200 mm de diámetro y de 1,5 mm mínimo (calibre 16), para tubos de 1 300 mm de diámetro y mayores.

2. Tubos sin cilindro de acero.- Los tubos primarios se deben presforzar en toda su longitud incluyendo la campana si ésta es de concreto, por medio de alambre liso o corrugado, de alto límite elástico ahogado en el concreto.

En ningún caso se usarán alambres de diámetro menor a 4 mm para el presforzado longitudinal. El espaciamiento de los alambres no debe ser mayor de 15 cm de centro a centro, o al doble del espesor del tubo primario o núcleo, si esta dimensión no resulta mayor de 15 cm. Los alambres deben ser colocados con una tensión suficiente, de modo que antes de que se transfiera la tensión al tubo primario, el esfuerzo en el alambre debe ser del 70% ± 10% del esfuerzo máximo. Los extremos de los alambres deben quedar dentro del tubo primario y protegidos por mortero u otro material que cumpla con la misma función.

d. Requisitos generales de diseño y progreso.

1. Presforzado transversal.- La tensión helicoidal se debe ejercer sobre todo el tubo, con anclajes capaces de permitir desarrollar la tensión del alambre, ubicados lo más cerca posible de los extremos del tubo.

La tensión promedio con la que se enrolle el alambre debe ser 75% ± 5% de su resistencia de esfuerzo máximo. El paso máximo permisible de la hélice debe ser igual al espesor del tubo primario o a 65 mm (el que sea menor) de centro a centro y la separación libre entre alambres debe ser de 5 mm o mayor.

2. Requisitos de presfuerzo. El alambre de presforzado no debe enrollarse hasta que el concreto de la pared del tubo alcance como mínimo la resistencia de21,55 MPa (220 kg_f/cm^2) (para tubos con cilindro de acero). La compresión que se induce en la pared del tubo debe ser como máximo el 55% de la resistencia de dicho concreto en este momento. La compresión total inducida en el concreto de la pared del tubo no debe

exceder del valor de la resistencia de dicho concreto a los 28 días de edad.

3. Todos los tubos deben ser capaces de soportar el esfuerzo de flexión para el relleno especificado, sin exceder un esfuerzo de tensión en el tubo primario de 4 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad. Los cálculos del esfuerzo a la flexión deben considerar al tubo como simplemente apoyado en cada extremo.
   El momento de inercia de la sección resistente, según un corte diametral, se debe determinar sin considerar el revestimiento.

   El diámetro, la tensión, la separación y el paso de los alambres de las hélices de presfuerzo se deben precisar para satisfacer las cuatro condiciones siguientes:

   3.1. El diámetro mínimo del alambre debe ser de 4 mm.

   3.2. No deben producirse tensiones en el concreto del tubo primario en condiciones normales, excepto los producidos en condiciones de carga viva.

   3.3. La tensión máxima en el tubo primario no debe exceder a 4 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad, bajo los efectos de la presión interna más incremento de presión de diseño, combinados con la carga muerta externa del relleno, o alternativamente la tensión que resulte de los efectos, o alternativamente la tensión que resulte de los efectos de la presión interna, en combinación con la carga viva aplicada incluyendo impacto, tomándose definitivamente la que resulte mayor. En todos los casos se debe tomar en cuenta el peso del tubo lleno de agua.

   3.4. Todos los tubos se deben diseñar para resistir la presión hidrostática de prueba.

CIUDAD DE MÉXICO

e. El concreto para los tubos primarios puede ser colocado verticalmente, por centrifugado, por compactación o suspensión y debe tener una resistencia a la compresión de acuerdo a lo establecido a continuación:

   1. Salvo que el proyecto o el Departamento indiquen lo contrario, las resistencias a la compresión del concreto de los tubos primarios y la del mortero del recubrimiento, a los 28 días de edad tendrán un valor mínimo de 30,9 MPa (315 kg_f/cm^2)

   2. Para las resistencias a los 28 días de edad anotadas antes y para intermedias entre ellas, cualesquiera que sean sus métodos de colado, a los 7 días de edad, su resistencia mínima a la compresión deberá ser 2/3 de la resistencia a la compresión establecida para los 28 días de edad del concreto o mortero de que se trate.

3. La cantidad de cemento en el concreto de los tubos primarios y en el recubrimiento debe ser igual o mayor a 365 kg por cada metro cúbico de concreto; si se usa lechada antes del recubrimiento, ella debe llevar como mínimo 2 kg de cemento por cada litro de agua.

4. El cemento envasado en sacos estándar no requiere que se verifique su peso; sin embargo el cemento a granel sí debe pesarse. El agua de mezclado se podrá medir por peso o por volumen. Los agregados se deben pesar en relación a su peso seco, separadamente y para cada colado.

5. El equipo y los procedimientos para pesar y medir exactos con una tolerancia del 1%. El mezclado debe hacerse con un equipo apropiado para obtener una mezcla homogénea.

6. El tiempo de mezclado depende del tipo de mezclador utilizado.

C.04. Las piezas especiales se deben fabricar, en cada caso según las especificaciones del proyecto, que deben indicar detalladamente: forma, dimensiones, capacidad de cargas de trabajo y el sistema de acoplamiento.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El número de elementos para las pruebas de dimensiones, conformación, juntas, presión hidrostática, resistencia a la compresión y absorción de agua serán:

Cualidad	Número de muestras
Dimensiones	Todos los tubos del lote
Conformación	Todos los tubos del lote
Juntas	Todos los tubos del lote
Presión hidrostática	Uno por cada 500 tubos o fracción
Resistencia al aplastamiento	Uno por cada 500 tubos o fracción
Absorción de agua	Uno por cada 100 tubos o fracción

E.02. El muestreo o elección de elementos para muestras se llevará a cabo tomando aleatoriamente las piezas del lote por probar.

E.03. Para las pruebas se recurrirá a los métodos mencionados en las Normas respectivas citadas en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Tubos que no cumplan con lo indicado en estas Normas se rechazarán; salvo que las imperfecciones ocasionales de manufactura pudieran ser reparadas y cumplieran satisfactoriamente con estas Normas, serán aceptados.

F.02. Los diámetros interiores deben cumplir con las tolerancias que se indican a continuación:

Diámetro interior	Tolerancia
400 a 900 mm	- 6 mm
1 000 a 1 500 mm	- 9 mm
1 800 a 5 000 mm	- 12 mm

F.03. Las tolerancias en el espesor del tubo primario con cilindros de acero ahogado con concreto, son las siguientes:

Diámetros	Tolerancia
Hasta 900 mm	- 3 mm
De 901 a 1 500 mm	- 4,5 mm
Mayores de 1 500 mm	- 6 mm

F.04. La tolerancia en la perpendicular de los extremos con respecto al eje longitudinal del tubo debe ser del 2%.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 014 TUBOS Y CONEXIONES DE COBRE

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

A.01. Son los conductos de sección anular, que se pueden conectar entre sí o con otros dispositivos hechos del mismo material o diferente, con objeto de conducir líquidos o gases.

A.02. Estos tubos se clasifican en los siguientes tipos:

a. Tipo K. En temple rígido, marcado con color verde; recomendado para instalaciones de gases, agua a presiones altas y en general, para usos industriales.

b. Tipo L, en temples:

1. Rígido. Marcado con color azul, se recomienda para instalaciones de gases o hidráulicas en edificaciones.

2. Flexible. Para identificarlo, se graban en él sus características.- Es recomendado para instalaciones de gas, aire acondicionado y tomas domiciliarias de agua.

c. Tipo M. En temple rígido, marcado con color rojo. Es recomendado para instalaciones hidráulicas que trabajen a bajas presiones.

d. Tipo DWV. En temple rígido, marcado con color amarillo Para usarse en instalaciones sanitarias y de ventilación, donde no existan presiones internas.

e. Tipo gas, usos generales. Grabado para su identificación, se recomienda para refrigeración, aire acondicionado y gases.

A.03. Conexiones.- Son piezas de cobre de sección anular con extremos soldables, usadas para unir, ramificar y cambiar de dirección o diámetro a tubo del mismo material.

CIUDAD DE MÉXICO

A.04. Las conexiones de cobre se clasifican en:

a. Coples
b. Reducciones campana
c. Codos
d. Tes
e. Tapones

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tubos y Conexiones de Cobre que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell superficial de materiales métalicos.	NMX-B-119	SECOFIN
Métodos de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre.	NMX-K-150	SECOFIN
Tubería de cobre usada en la conducción de agua.	NMX-W-017	SECOFIN
Cobre-Tubos sin costura para conducción de fluidos a presión	NMX-W-018	SECOFIN
Cobre- Clasificación	NMX-W-037	SECOFIN
Tubos de cobre- sin costura regulares y extra-reforzados	NMX-W-093	SECOFIN
Cobre. Conexiones forjadas-soldables.	NMX-W-101	SECOFIN
Conexiones y tuberías. Determinación de la hermeticidad hidrostática.	NMX-W-123	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA .
Conexiones y tuberías. Determinación de la hermeticidad neumática	NMX-W-124	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Físicos.

a. Resistencia y dureza:

1. Los tubos tipo flexible en todos sus tamaños, deben soportar una resistencia mínima a la tracción (S), de 206,66 MPa (2 110 kg_f/cm^2), tener una dureza máxima Rockwell F de 50 y un tamaño mínimo de grano de 0,40 mm.

2. Los tubos rígidos, en todos sus tamaños, deben soportar una resistencia mínima a la tracción de 247,80 MPa (2 530 kg_f/cm^2), y tener los siguientes valores mínimos de dureza:

2.1.	Rockwell	B	20
2.2.	Rockwell	F	55
2.3.	Rockwell	30T	30

b. Expansión.- Los tubos de cobre, flexibles o rígidos, después de recocidos deben resistir una expansión producida por un punzón de punta cónica de material duro (acero), que tenga un ángulo de 60° en las siguientes cantidades:

Tubos de 19,0 mm de diámetro o menores	40%
Tubos de más de 19,0 mm de diámetro	35%

Después de esta prueba, los tubos no deben mostrar grietas, porosidades o pliegues en sus superficies.

c. Presión hidrostática (Pr).- Todo tubo debe resistir una presión hidrostática de ruptura igual a: Pr = 2S e/D

CIUDAD DE MÉXICO

Donde:

Pr = presión hidrostática de ruptura (kg_f/cm^2)

S = resistencia a la tracción del material (según subinciso

e = espesor del tubo (mm)

D = diámetro exterior del tubo (mm)

Tomando en consideración un factor de seguridad de 5, debe cumplirse la siguiente relación, para la presión de trabajo P_t.

$$Pr = 5\ P_t$$

d. Tratamiento.- Los tubos tipo "K" y "L", cuando sean terminados en tramos rectos, deben llevar como tratamiento el estirado en frío, pero pueden ser recocidos.

e. Dimensiones.- Las dimensiones correspondientes a diámetros nominal, exterior e interior, espesor de pared y peso unitario se indican para los diferentes tipos de tubo, en las tablas 1 a la 5.

f. Las presiones máximas de trabajo y mínimas de ruptura en kg_f/cm^2, para los diferentes tipos y diámetros de tubos, se indican en las tablas 1 a la 3.

g. Redondez.- Se determinará solamente para tubos templados o estirados en frío que se hayan terminado en tramos rectos, tomando mediciones sobre el diámetro exterior; la desviación de redondez se considera como la diferencia, entre la mayor y menor medidas del diámetro exterior, hechas en cualquier sección del tubo en forma de cruz.

h. Hermeticidad.- Los tubos objeto de esta norma deben soportar como mínimo una presión neumática de 0,686 MPa (7 kg_f/cm^2), durante un mínimo de 60 segundos sin presentar fugas.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Requisitos químicos.- El cobre usado en la fabricación de la tubería que cubre esta Norma, deberá tener la siguiente composición química:

	Mínimo {%)	Máximo (%)
Cobre	99,9	
Fósforo	0,015	0,04

Si contiene plata, ésta debe ser considerada en el análisis como si fuera cobre.

C.03. Acabados.- El tubo una vez terminada su fabricación debe estar libre de pliegues, dobleces, ondulaciones , porosidades o grietas en toda su superficie tanto exterior como interior, las cuales serán completamente lisas. Sin embargo puede aceptarse para los tubos rígidos una película superficial de lubricante y para los flexibles, una capa iridiscente de óxido.

C.04. Para la identificación de los tubos rígidos se deben usar los siguientes colores:

Tipo K verde

Tipo L azul

Tipo H rojo

Además en los tubos flexibles y rígidos se deben grabar de manera indeleble, el tipo, el diámetro del tubo y el nombre o marca del fabricante, por lo menos a cada 90 cm.

C.05. Los tubos flexibles deben deber llevar un envase y/o embalaje, de manera que no sufran deterioros.

C.06. Manejo.- Los tubos de cobre debe cargarse y estirarse con el cuidado necesario para evitar que pierda rectitud y sufra deterioros en sus extremos.

C.07. Almacenamiento.- Estos tubos deben almacenarse debidamente por tipos y diámetros, colocados sobre elementos de soporte que no permitan que éstos queden en contacto directo con el terreno natural.
No deben colocarse otros materiales sobre estos tubos, que puedan originar deformaciones en su rectitud o diámetro.

CIUDAD DE MÉXICO

C.08. Las conexiones objeto de este capítulo deben cumplir con los requisitos de elaboración especificados en la norma mexicana NMX-W-101 citada en la cláusula B de Referencias.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Para seleccionar las muestras se debe tener en cuenta lo siguiente:

a. El número de elementos por muestra para verificar resistencia se obtendrá con la siguiente expresión n = K 2 en donde es la desviación estándar de resistencia obtenida en el sistema productivo del fabricante por cada mil tramos probados; n será entonces el número de tramos a probar en cada mil tramos comprados; K variará de 0,0021 para Pr = 800 kg/cm^2 a 0,060 para

Pr= 80 kg/cm^2 y proporcionalmente para valores intermedios de Pr (presión hidrostática de ruptura).

En caso de no disponer de información al respecto, se considerará igual a la vigésima parte de la resistencia hidráulica de ruptura.

b. Para la prueba de expansión, deben muestrearse diez de cada 1 000 tubos.

c. Para el espesor, se deben probar todos los tubos.

d. Para las demás dimensiones, deben probarse 3 de cada 1 000 tubos.

D.02. El lote lo constituye el número total de tramos o rollos de tubos de un mismo tipo y diámetro, entregados en una adquisición.

D.03. El muestreo debe efectuarse en forma aleatoria, aplicando el método estadístico adecuado.

D.04. Las pruebas para tubos y conexiones se deben efectuar de acuerdo con lo indicado en las normas mexicanas respectivas, citadas en la cláusula B de Referencias de este capítulo

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Se rechazará todo aquel lote en donde al menos un elemento no cumpla con los requisitos establecidos dentro de las tolerancias fijadas para dimensiones, pesos y redondez. En las tablas 6,7,8,9, y 10 se muestran los valores de las tolerancias aceptadas, para dichas características en tubos.

TABLA 1.- Dimensiones y características mecánicas del tubo “K” rígido.

Diámetros en mm			Espesor de pared en mm	Peso en kg_f/m	Presiones en kg_f/cm2	
Nominal	Exterior	Interior			Máxima de trabajo	Mínima de ruptura
9,5	12,7	10,21	1,25	0,400	81,0	405,0
12,7	15,875	13,385	1,245	0,51	64	320,0
19	22,225	18,923	1,651	0,95	61,5	307,5
25	28,575	25,273	1,651	1,25	47,5	237,5
32	34,925	31,623	1,651	1,55	38,5	192,5
38	41,270	37,630	1,82	2,03	36,0	180,0
51	53,975	49,759	2,108	3,07	31,0	155,0

TABLA 2.- Dimensiones y características mecánicas del tubo “L” rígido y flexible.

Diámetros en mm			Espesor de pared en mm	Peso en kg_f/m	Presiones en kg_f/cm^2			
Nominal	Exterior	Interior			Máxima de trabajo	Mínima de ruptura	Máxima de trabajo	Mínima de ruptura
6,35	9,525	8,001	0,762	0,187	62,43	312,50	62,22	311,10
9,5	12,700	10,922	0,889	0,295	55,48	277,90	55,44	277,72
12,7	15,875	13,843	1,016	0,424	51,44	257,70	51,44	217,20
19	22,225	19,939	1,143	0,678	40,84	204,20	40,71	203,55
25	28,575	26,035	1,270	0,976	35,51	177,55	35,44	177,20
32	34,925	32,131	1,397	1,317	32,44	162,20	---	---
38	41,275	38,227	1,524	1,698	29,46	147,30	---	---
51	53,975	50,419	1,778	2,608	25,80	149,00	---	---
64	66,675	62,611	2,032	3,695	24,21	121,05	---	---
76	79,375	74,803	2,286	4,962	22,79	113,95	---	---
102	104,775	99,187	2,794	8,017	21,00	105,00	---	---
152	152,575	148,463	3,556	15,209	17,90	89,50	---	---

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3.- Dimensiones y características mecánicas del tubo “M” rígido.

Diámetros en mm			Espesor de pared en mm	Peso en kg_f/m	Presiones en $kg_f/cm2$	
Nominal	Exterior	Interior			Máxima de trabajo	Mínima de ruptura
6,35	9,525	8,255	0,635	0,159	53,0	265,0
9,5	12,700	11,430	0,635	0,216	39,0	195,0
12,7	15,875	14,453	0,711	0,304	35,5	177,5
19	22,225	20,599	0,812	0,488	28,5	142,5
25	28,575	26,797	0,889	0,693	24,0	120,0
32	34,925	32,791	1,067	1,016	24,0	120,0
38	41,275	38,785	1,245	1,400	23,5	117,5
51	53,975	51,029	1,473	2,176	21,0	105,0
64	66,675	63,373	1,651	3,025	19,0	95,0
76	79,375	75,718	1,889	3,994	18,0	90,0
102	104,775	99,949	2,413	6,945	18,0	90,0

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4.- Dimensiones y peso del tubo "DWV"
(Fabricación especial sobre pedido para uso en instalaciones sanitarias).
Para trabajar sin presión interna.

Diámetros en mm			Espesor de pared en mm	Peso en kg_f/m
Nominal	Exterior	Interior		
32	34,93	32,89	1,02	0,97
38	41,28	39,14	1,07	1,21
51	53,98	51,84	1,07	1,59
76	79,38	77,09	1,15	2,52
102	104,78	101,83	1,48	4,28
127	130,18	126,52	1,83	6,60

TABLA 5.-Dimensiones y peso del tubo "gas, usos generales".

Diámetros en mm			Espesor de pared en mm	Peso en kg_f/m
Nominal	Exterior	Interior		
3,18	3,18	1,65	0,76	0,05
4,76	4,76	3,24	0,76	0,09
6,35	6,35	4,83	0,76	0,12
7,94	7,94	6,31	0,81	0,16
15,88	15,88	14,10	0,89	0,37
19,00	19,00	17,22	0,89	0,45

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 6.- Tolerancia en diámetros y espesores para tubos de cobre tipos “K”, “L” y “M”.

Diámetro nominal	Tipo "K" rígido				Tipo "L"						Tipo "K" rígido			
					Flexible		Rígido		Flexible y rígido Espesor		Diámetro exterior		Espesor	
	Diámetro exterior		Espesor		Diámetro exterior									
	Maximo	Mínimo	Maximo	Mínimo	Maximo	Mínimo	Máxim	Mínimo	Máximo j	Mínimo	Máximo j	Mínimo	Máximo	Mínimo
6,35	---	---	---	---	9,58	9,47	9,31	9,50	0,85	0,67	9,54	9,50	0,69	0,57
9,5	12,72	12,68	1,34	1,14	12,76	12,64	12,73	12,68	0,96	0,80	12,72	12,68	0,69	0,57
12,7	15,89	15,85	1,34	1,14	15,93	15,81	15,90	15,85	1,09	0,93	15,89	15,85	0,77	0,65
19	22,24	22,00	1,76	1,54	22,29	22,15	22,25	22,20	1,24	1,04	22,24	22,20	0,88	0,74
25	28,60	28,54	1,76	1,54	28,49	28,57	28,61	28,54	1,37	1,17	28,60	28,54	0,98	0,80
32	34,95	34,89	1,76	1,54	---	---	34,96	34,87	1,50	1,31	34,97	34,87	1,16	0,98
38	41,32	41,22	1,94	1,70	---	---	41,33	41,22	1,63	1,41	41,32	41,22	1,35	1,14
51	54,02	53,92	2,27	1,93	---	---	54,03	53,92	1,92	1,62	54,02	53,92	1,63	1,32
64	---	---	---	---	---	---	66,73	66,62	2,18	1,88	66,72	66,62	1,80	1,50
76	---	---	---	---	---	---	79,43	79,32	2,45	2,11	79,42	79,32	1,98	1,68
102	---	---	---	---	---	---	104,83	104,72	3,01	2,57	104,82	104,72	2,64	2,18
152	---	---	---	---	---	---	155,66	155,52	3,84	3,26	---	---	---	---

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 7.- Tolerancias en la longitud de los tubos expresada en mm.

Diámetro exterior en mm	En tramos rectos		En rollos	
	1,83 a 4,2 m	Más de 4,2 m	15,25 m o menos	Más de 15,25 m
25 o menos	+ 6,0	+ 13	+ 305	+ 610
25 a 51	+ 6,0	+ 13	+ 305	+ 610
51 a 102	+ 6,0	+ 13		
Más de 102	+ 6,0	+ 13		

TABLA 8 Tolerancias en peso de los tubos

Diámetro del tubo en mm	Tolerancias en peso %
Menores de 152 mm	±5%
152 a 203 mm	±7%
Mayores de 203 mm	±8%

TABLA 9 Tolerancia en la redondez de los tubos

Relación del espesor de pared nominal y diámetro exterior e/d	Tolerancia en la redondez en % del diámetro exterior nominal (medido con exactitud de 0,1 mm).
0,01 a 0,03	1,5 %
mayor de 0,03 a 0,05	1,0%
mayor de 0,05 a 0,10	0,8 %
mayor de 0,10	0,7 % ó 0,10 mm cuando el valor de e/d sea muy grande

TABLA 10. Tolerancias en ángulo de corte de los tubos

Diámetro exterior nominal en mm.	Desviación transversal máxima permisible del ángulo de corte en mm.
Menores de 16	0,25
Mayores de 16	0,41 por cada 25,4 mm de diámetro exterior.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 015 TUBOS Y ACCESORIOS DE ACERO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son conductos de sección anular de acero, provistos en sus extremos de un acabado determinado, que servirá para juntear en condiciones satisfactorias las unidades y así formar un conducto continuo.

A.02. Los tubos y accesorios de acero se clasifican en:

a. Tubos

1. Tipo F: tubos soldados a tope en forma continua por calentamiento en horno, de acero negro o galvanizado, los que de acuerdo a su peso se clasifican en:

   1.1. Tubos de clase normal (X o N)

   1.2. Tubos de clase reforzada (XS)

   1.3. Tubos de clase doble reforzada (XXS)

2. Tipo E: tubos soldados por resistencia eléctrica, de acero negro o galvanizado, los que de acuerdo a su resistencia a la tensión se clasifican en:

   2.1. De grado A

   2.1.1. Tubos de clase normal (X o N)

   2.1.2. Tubos de clase reforzada (XS)

   2.1.3. Tubos de clase doble reforzada (XXS)

   2.2. De grado B

   2.2.1. Tubos de clase normal (X o N)

   2.2.2. Tubos de clase reforzada (XS)

   2.2.3. Tubos de clase doble reforzada (XXS)

3. Tipo S: tubos sin costura, de acero negro o galvanizado, los que de acuerdo con su resistencia a la tensión se clasifican en:

CIUDAD DE MÉXICO

3.1. De grado A

3.1.1. Tubos de clase normal (X o N)

3.1.2. Tubos de clase reforzada (XS)

3.1.3. Tubos de clase doble reforzada (XXS)

3.2. De grado B

3.2.1. Tubos de clase normal (X o N)

3.2.2. Tubos de clase reforzada (XS)

3.2.3. Tubos de clase doble reforzada (XXS)

b. Conexiones. Éstas a su vez se clasifican en:

1. Tipo A (reforzadas)
2. Tipo B (sin reforzar)

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervernir en Tubos y Accesorios de Acero que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA .
Método de análisis químico para determinar la composición de acero y fundiciones.	NMX-B-001	SECOFIN
Tubos de acero al carbono, con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes.	NMX-B-010	SECOFIN

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubos de acero soldado por fusión eléctrica para servicio a temperatura ambiente y menores	NMX-B-010	SECOFIN
Tubos de acero soldados por fusión eléctrica para servicio a temperatura ambiente y menores.	NMX-B-037	SECOFI
Tubos de acero soldados helicoidalmente	NMX-B-054	SECOFIN
Tubos sin costura o soldados, de acero de baja aleación y alta resistencia.	NMX-B-069	SECOFIN
Tubos sin costura o soldados de acero al carbono para pozos de agua.	NMX-B-070	SECOFIN
Métodos de prueba de abocardado para tubos.	NMX-B-132	SECOFIN
Método de inspección (pura soldadura) con líquidos penetrantes.	NMX-B-133	SECOFIN
Método de prueba de aplastamiento longitudinal para tubos de acero con costura de sección circular.	NMX-B-147	SECOFIN
Método de prueba para productos de acero (prueba mecánica)	NMX-B-172	SECOFIN
Muestreo de acero y fundiciones para determinar su composición química	NMX-B-173	SECOFIN
Tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente.	NOM-B-177	SECOFIN
Tubos de acero con o sin costura, series dimensionales	NMX-B-179	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubos con o sin costuras para servicio en baja temperatura	NMX-B-180	SECOFIN
Tubos de acero soldados por fusión eléctrica (arco) en tamaños nominales de 16 y mayores.	NMX-B-182	SECOFI
Tubos de acero soldados por fusión eléctrica (arco) en tamaños nominales de 4 y mayores.	NMX-B-183	SECOFIN
Tubos de acero soldado por resistencia eléctrica.	NMX-B-184	SECOFIN
Tubos de acero soldados y sin costura para pilotes.	NMX-B-198	SECOFIN
Tubos sin costura, de acero al carbono, para servicio a temperaturas ambiente y bajo.	NMX-B-206	SECOFIN
Tubos de acero sin costura y soldados por resistencia eléctrica, de acero de baja aleación.	NMX-B-217	SECOFIN
Método de prueba para la determinación del espesor local de los recubrimientos electrodepositados.	NMX-H-012	SECOFIN
Método de prueba para localizar la porción más delgada del recubrimiento de zinc, en artículos de acero galvanizado (prueba de Preece).	NMX-H-013	SECOFIN
Método de prueba para determinar el peso del recubrimiento en artículos de acero galvanizado.	NMX-H-014	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. El acero debe obtenerse mediante alguno de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, básico oxígeno u horno eléctrico y cumplir con la composición química especificada en las normas correspondientes, citadas en la cláusula B de Referencias

C.02. Los requisitos físicos que deben cumplir los tubos serán los siguientes:

a. Dimensiones y peso:

Las dimensiones y pesos de los tubos con extremos lisos, con o sin costura y su clasificación se indican en la norma mexicana NMX-B-179 citada en la cláusula B de Referencias. Cuando el Departamento solicite tubos con características y/o dimensiones diferentes a las señaladas en esta Norma, debe fijarlas en su pedido.

1. Longitud.- Los largos sencillos serán de 4,90 a 6,70 m, de una sola pieza.

Se pueden aceptar hasta el 5% de tubos con un cople para dar la longitud permitida siempre que la unión esté cuando menos a 1,50 m de los extremos.

En caso de tubos con extremos lisos pueden aceptarse hasta el 5% de tubos con largos entre 3,60 y 4,90 m, lo anterior previa autorización del Departamento.

Los largos dobles serán de 6,70 m y mayores, en una sola pieza; pueden ser variables pero en su promedio no deben exceder de 10,70 m.

Los tubos con espesor de pared nominal igual o mayor a los XXS deben entregarse en largos de 3,60 y 6,70 m.

CIUDAD DE MÉXICO

Los tubos X o N y XS deben entregarse en largos entre 4 y 7 m.

b. Tensión.- Los ensayos de tensión deben satisfacer los siguientes requisitos:

Características	Tipo F	Tipos E y S	
		Grado A	Grado B
Tensión mínima MPa (kg_f/cm^2)	31,6	33,7	42,2
Límite de fluencia MPa (kg_f/cm^2)	17,6	21,1	24,6
Alargamiento en 50 cm calibrados mínimos en %	e	e	e

* El alargamiento medido en 50 mm de longitud calibrado.

$$e = 253 \frac{A^{0.2}}{f_R^{\ 0.9}}$$

En donde :

e = alargamiento mínimo en %
A = área de la sección transversal del espécimen en mm^2
F_R = resistencia a la tensión en kg_f/mm^2

C. El acabado debe ser de sección circular, espesor de pared uniforme dentro de tolerancias y recto a simple vista.

1. Extremos.- Debe cortarse perpendicularmente al eje del tubo, sin presentar rebabas. Pueden ser lisos, biselados, roscados, con rosca y cople o con ranura vitaulic, según se solicite.

1.1. Todos los tubos de espesor nominal de pared menorde 12,70 mm, con excepción de los XXS, se entregarán con extremos biselados.

1.2. Todos los tubos con espesor nominal de pared igual o mayor a 12,70 mm y todos los XXS se entregarán con extremos lisos.

1.3. Cuando se soliciten tubos de clase X o N, con rosca, el cople debe estar enroscado al extremo del tubo, apretado a mano o con máquina, debiéndose proteger las roscas de tubo y cople para evitar que sean deterioradas en maniobras de carga, transporte, o almacenamiento.

1.4. Cuando se prueben las roscas con un calibrador de trabajo nominal no deben exceder de 1% vueltas en cualquier sentido y deben sujetarse a lo

CIUDAD DE MÉXICO

indicado en la norma mexicana NMX-B-179.

b. Conexiones.

1. La presión máxima de trabajo será entre 1,03 MPa a 2,07 MPa (10,5 y 21,1 kg_f/cm^2), según se conduzca vapor saturado o agua.

2. El esfuerzo mínimo de ruptura será de 274,24 MPa (2 800 kg_f/cm^2).

3. El límite elástico aparente, de 205,70 MPa (2 100 kg_f/cm^2)

4. Alargamiento en 50 mm, mínimo de 5%

5. El espesor de las paredes en cualquier punto, no debe ser menor del 90% especificado o nominal.

6. Las roscas de las conexiones deben cumplir los mismos requisitos que las roscas para tubos.

7. Las conexiones que se fabriquen para 2,07 MPa (21,1 kg_f/cm^2) deben marcarse con el número 21.

8. Las dimensiones deben ser las indicadas en la norma mexicanas NMX-B-179.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E .01. Para observar esta cláusula se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. El número de tubos que deben seleccionarse para pruebas de resistencia a la tensión será, según el diámetro como sigue:

CIUDAD DE MÉXICO

Diámetro en mm	Pulgadas	Elementos de muestra:
3,2 a 25,4	(1/8 a 1)	4 de cada 500
25,4 a 76,2	(1 a 3)	3 de cada 500
101 a 254	(4 a 10)	2 de cada 500
254 a 508	(10 a 20)	1 de cada 500

b. El número de conexiones a elegir para verificar requisitos físicos, será como sigue:

1. Tratándose de verificación de dimensiones, peso, longitud y acabado tanto tubos como coples, se tomará una de cada 10 piezas o fracción.

2. Tratándose de verificación de resistencia a la tensión, se tomará una de cada 100 piezas o fracción.

E.02. La elección de los elementos que conformarán las muestras se hará siguiendo el procedimiento estadístico adecuado.

E.03. Los métodos de prueba en tuberías se sujetarán a lo indicado en las normas mexicanas indicadas en la clausula B de referencias NMX-B-001, NMX-B-172, NMX-B-173 y NMX-H-14.

E.04. Tratándose de conexiones, se emplearán las siguientes expresiones:

$$f = P/A$$

Donde f es el esfuerzo unitario de ruptura (kg_f/cm^2); P la carga de ruptura (kg_f) y A el área de sección transversal (cm^2)

$$f' = p'./A'$$

Donde f' es el esfuerzo unitario de fluencia (kg_f/cm^2); P' la carga de fluencia tomada cuando se detenga la aguja y A' el área de la sección transversal antes de la prueba (cm^2)

$$e = \frac{L' - L}{L} \times 100$$

CIUDAD DE MÉXICO

Donde e es el porciento de elongación, siendo L' la longitud entre puntos después de la prueba y L la longitud entre puntos antes de la prueba.

Para las pruebas anteriores se pueden emplear máquinas tipo mecánico o hidráulico con capacidad adecuada al material que se va a usar. La velocidad máxima de prueba será de 2 mm/min para cada centímetro de distancia entre puntos extremos y la velocidad mínima será de 0,2 mm/min. Para espesores, se tomarán 4 lecturas a 2,0 mm de los bordes de las conexiones previamente cortadas y se promediarán; el promedio no debe ser menor del especificado. En las mediciones se usarán calibradores con una aproximación de 0,1 mm.

F. BASES DE ACEPTACIÓN.

F.01. Cada tramo de tubo, que se reciba de la planta del fabricante, puede ser inspeccionado por el representante del Departamento y si no cumple con los requisitos de esta norma, basados en la inspección y en los métodos de prueba especificados, debe rechazarse, en cuyo caso el fabricante debe ser notificado. El destino de los tubos rechazados debe ser motivo de acuerdo entre el fabricante y el representante del Departamento.

F.02. Los tubos que durante su instalación se encuentren inadecuados para el uso a que se destinen conforme al objetivo y campo de aplicación de esta norma, pueden separarse y notificarse al fabricante. Tales tubos deben someterse a una investigación mutua para determinar la naturaleza y severidad de sus defectos, así como su formado y/o instalación. El destino de los tubos debe ser motivo de acuerdo entre el fabricante y el representante del Departamento.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01	OBRA CIVIL
SECCIÓN 02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 016	VÁLVULAS, PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS DE ACERO PARA TUBOS.

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Válvula. Pieza mecánica insertada en las tuberías para regular el paso de un fluido en ellas, de acuerdo a las necesidades y/o demandas. Estas válvulas pueden ser operadas manual o automáticamente.

A.02. Pieza especial. Aditamento que se emplea para cambiar de dirección, hacer derivación y reducción o ampliación del diámetro de una tubería.

A.03. Accesorio. Implemento que se emplea en las tuberías con el fin de obtener la unión hermética entre tubos, o de éstos con válvulas o piezas especiales.

A.04. Las válvulas, piezas especiales y accesorios, pueden clasificarse en los tipos que a continuación se indican:

a. Válvula de:

1. Mariposa
2. No retorno (check)
3. Compuerta de vástago
   - 3.1. Saliente
   - 3.2. Fijo
4. Globo
5. Tipo macho
6. Inserción
7. Admisión y expulsión de aire
8. Otras

CIUDAD DE MÉXICO

b. Piezas especiales:

1. Codo con ángulo de : 11º 15´, 22º30´, 45º y 90º
2. Cruces y tes
   - 2.2. Mismo diámetro.
   - 2.3. Diámetros diferentes.
3. Carretes
   - 3.1. Cortos
   - 3.2. Largos
4. Tapas ciegas
5. Reducciones
6. Bridas de conexiones
7. Otras

c. Accesorios

1. Juntas de acoplamiento
2. Empaque para juntas
3. Tornillos y tuercas

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Válvulas, Piezas Especiales y Accesorios de Acero para Tubos que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Método de análisis químico para determinar la composición de acero y fundiciones.	NMX-B-001	SECOFIN
Piezas coladas de fundición gris	NMX-B-008	SECOFIN
Requisitos generales para piezas coladas de acero al carbono o aleados para usarse en la industria en general.	NMX-B-081	SECOFIN
Piezas coladas adecuadas para servicio a presión	NMX-B-094	SECOFIN
Determinación de la dureza Brinell en materiales metálicos.	NMX-B-116	SECOFIN
Dureza Rockwell y Rockwell superficial en productos de hierro y acero. Método de prueba.	NMX-B-119	SECOFIN
Patrones radiográficos para piezas coladas de acero	NMX-B-123	SECOFIN
Piezas coladas de hierro resistentes a la abrasión	NMX-B-134	SECOFIN
Piezas coladas de acero ferrítico para partes que trabajan a presión y bajas temperaturas	NMX-B-136	SECOFIN
Método de prueba para productos de acero (prueba mecánica)	NMX-B-172	SECOFIN
Bridas laminadas y forjadas, conexiones forjadas, válvulas y partes para ser usadas en servicios generales.	NMX-B-214	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de cobre en aleaciones de aluminio	NMX-W-069	SECOFIN
Aluminio y sus aleaciones. Determinación del hierro. Método Volumétrico	NMX-W-070	SECOFI
Método de prueba para la determinación de níquel en aleaciones de aluminio.	NMX-W-071	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de silicio en aleación de aluminio.	NMX-W-075	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Válvula de acero fundido tipo compuerta y macho lubricado.	NMX-H-125	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las válvulas, piezas especiales y accesorios deberán cumplir con lo siguientes requisitos físicos:

a. Materiales.- Todas las piezas componentes de las válvulas y accesorios se fabrican con fierro fundido gris de grano fino a uniforme, acero y bronce, los cuales deben cumplir con los requisitos de las normas mexicanas NMX-B-008, NMX-B-081 y NMX-B-214, además con las siguientes características:

Resistencia mínima a la tensión. 21,8 kg/mm^2

Deflexión mínima al centro con carga de 1 500 kg (soportes separados 30 mm y barra de 30,5 mm) 3,05 kg/mm^2

1.- Acero y fierro
Los tornillos deben cumplir con:
Resistencia mínima a la tensión. 42,8 kg/mm^2
Alargamiento mínimo en 51 mm 18,0 %

Cuando los tornillos son demasiados cortos, en lugar de probar la tracción, sólo se deben hacer las pruebas de dureza siguientes:

Dureza tipo	Máxima	Mínima
Brinell	207	121
Rockwell B	95	69

CIUDAD DE MÉXICO

2.- Bronce.- Las partes de válvulas fabricadas con bronce y sujetas a fricción como son vástago, asientos y bujes, deben fabricarse a manera de que cumplan con las siguientes condiciones, dependiendo de la aleación, ya sea de bronce al manganeso, bronce al 85-5-5-5, o bronce al aluminio.

P r u e b a s	Bronce al Mn		Bronce 85-5-5-5	Bronce al Al.	
	Tipo A	Tipo B		Tipo A	Tipo B
Alargamiento (%) mínimo 51 mm	15	20	20	10	20
Resistencia a la ruptura kg_f/mm^2 (mínima)	42,2	45,7	21,1	42,2	45,7

Resistencia a la cedencia kg_f/mm^2 (mínima)	14,1	17,6	10,0	19,7	17,6

b. Dimensiones.

1. Cuerpo.- El cuerpo de las válvulas debe ser de fundición gris y cumplir para los diámetros nominales indicados, con las dimensiones mínimas expresadas en las tablas 1,3,4,5, y 6 y en las figuras 1,2,3 y 13.

2. Bridas.- Las dimensiones que deben cumplir las bridas en válvulas y piezas especiales con extremo bridados para los diámetros nominales indicados se presentan en la Tabla 14. Para otros diámetros será según indique el proyecto y/o el representante del Departamento.

3. Asiento.- Las dimensiones de asientos deben satisfacer las establecidas en la Tabla 2. Para otras dimensiones será según indique el proyecto y/o el Departamento.

4. Guía de los discos.- En las válvulas de discos de tipo sólido, se dispondrá de guías para dirigir el movimiento del disco; la longitud de las guías en el disco debe ser menor a la mitad del diámetro nominal de la válvula; la longitud de las guías en el cuerpo debe ser tal que el desplazamiento total del disco no obstruya el área de flujo al abrir la válvula, así como para permitir su cierre total.

5. Área de flujo.- Al estar totalmente abierta la válvula, el paso del flujo debe ser tal que permita un paso directo, sin desvíos ni obstrucciones. El área de flujo es igual al área del círculo correspondiente al diámetro nominal de la válvula especificado en la Tabla 1.

   En ningún caso el área debe reducirse en más de 3%.

6. Longitud de válvulas.- Las distancias entre los extremos de las válvulas están consignadas en la Tabla 1.

7. Asiento del disco o compuerta.- Los asientos del disco deben ser mínimo 2,5 veces el ancho de los asientos del cuerpo.

8. Ancho de los asientos del disco.- El ancho debe ser mínimo 2,5 veces el ancho de los asientos del cuerpo.

C.02. Piezas especiales y accesorios.- Las características físicas de dimensionamiento y pesos de las piezas especiales y accesorios se indican en las tablas 6 a 18 y en las figuras 4 a 12 y 14 a 16.

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Los requisitos químicos para los materiales de fabricación de válvulas, piezas especiales y accesorios, deben cumplir con lo indicado en las normas mexicanas NMX-W-006, NMX-W-070, NMX-W-071U y NMX-W-075, y cuando se requiera su verificación serán analizados según la norma mexicana NMX-B-001, citadas en la cláusula B de Referencias.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Para la verificación de las dimensiones de válvulas, piezas especiales y accesorios se muestreará al azar una pieza por cada lote de 10 o fracción.

E.02. El muestreo de un lote de válvulas, piezas especiales y accesorios para verificar los requisitos físicos se efectuará tomando al azar una válvula por cada 100 piezas o fracción y una pieza especial o accesorio por cada 200 piezas o fracción.

E.03. Para verificación de requisitos químicos, se muestreará al azar tomando una pieza por cada 1000 piezas o fracción. Las pruebas para verificación de los requisitos físicos deberá llevarse a cabo según se indica en las normas mexicanas NMX-B-001, NMX-B-116, NMX-B-119 y NMX-B-172.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Las válvulas, piezas especiales y accesorios que no cumplan con los requisitos y tolerancias señaladas en este capitulo, serán rechazados.

F.02. Las válvulas, piezas especiales y accesorios deben cumplir con las siguientes tolerancias en dimensiones y peso:

a. En dimensiones.

1. Todos los diámetros nominales consignados en las tablas, son interiores; siendo el diámetro exterior igual al diámetro nominal más el doble del espesor de las paredes, los diámetros nominales interiores de las piezas especiales podrán variar dentro de los límites siguientes:

Diámetro nominal	Tolerancia
De 50 (2”) a 254 (10”)	±1,6 (1/16”)
De 305 (12”) a 610 (24”)	±3,2 (1/8”)
De 762 (30”) a 1 067 (42”)	± 4,8 (3/16”)

2. Para piezas especiales de 254 mm (10") de diámetro nominal interior y

CIUDAD DE MÉXICO

menores se admite una variación de sus dimensiones generales de ± 0,8 mm (1/32"), desde ejes a la superficie de contacto; en piezas mayores de 254 mm de diámetro nominal interior, la variación aceptable es de ± 1,6 mm (1/16").

Si se toman como referencia las superficies de contacto, la variación admisible en cualquiera de los dos casos anteriores será el doble; es decir, para piezas de 254 mm (10") de diámetro nominal interior y menores se acepta una variación de ± 1,6 mm (1/16") y para diámetros nominales interiores mayores de 25,40 mm (10"), la variación será de + 3,2 rnm (1/8").

3. Los espesores de las paredes de las piezas están consignados en las tablas anexas; dicho espesor puede rebajarse hasta un 10% o sea, que el espesor de la pieza fabricada no será menor de un 90% del indicado en las tablas.

   Se aceptarán variaciones en las dimensiones y espesor dentro de los límites antes señalados siempre que el peso resultante satisfaga a su vez con las especificaciones señaladas para él.

F.03. En peso.- De acuerdo con el peso teórico que aparece en las tablas 3 a 18 que se adjuntan a este capítulo, la variación admisible en peso, sin que haya obligación de parte del Departamento de pago adicional por exceso de peso, es de ± 10% para todas las piezas especificadas en dichas tablas, excepto los codos, los cuales no tendrán ninguna tolerancia.

TABLA 1.- Dimensiones en general de válvulas de compuerta.

Dimensiones.

Diámetro Nominal d	Espesor mínimo del cuerpo y bonete e	Dimensiones A	B (No saliente)	C (Saliente)	Diámetro mínimo del vástago	Diámetro del orificio de limpia
51	7,9	177,8	279,4	370	18,1	12,7
64	8,7	190,5	304,8	420	19,1	12,7
75	9,4	203,2	355,6	470	22,1	12,7
100	10,2	228,6	457,2	580	25,4	25,4
125	10,2	254,0	501,7	720	25,4	25,4
150	10,9	266,7	533,4	810	28,6	25,4
200	12,7	292,1	635,0	1 030	31,8	50,8
250	16,0	330,2	787,4	1 250	36,5	50,8
300	17,5	355,6	850,9	1 450	36,5	50,8

350	24,2	381,0	990,6	1 650	41,3	76,2
400	26,7	406,4	1 092,3	1 920	44,5	76,2
450	28,6	431,8	1 219,2	2 100	44,5	76,2
500	30,6	457,2	1 320,8	2 320	50,8	76,2
600	34,0	508,0	1 524,0	2 680	50,8	76,2
750	43,7	609,6	1 930,4	3 300	57,1	101,6
900	48,5	711,2	2 336,8	4 000	65,0	101,6
1 020	49,8	838,2	2 692,4	4 800	71,4	101,6
1 200	54,6	914,4	2 895,6	4 750	89,6	152,4

TABLA 2.- Asientos del cuerpo de válvulas de compuerta.

Diámetro nominal en mm	Ancho mínimo de la cara del asiento del cuerpo, en cm	Espesor mínimo de los asientos del cuerpo en mm
51	0,8	10
64	1,0	10
75	1,2	10
100	1,6	10
125	2,0	10
150	2,4	12
200	3,2	15
250	4,0	20
300	4,8	20
350	5,0	20
400	5,4	25
450	6,0	25
500	6,6	25
600	8,0	25
750	10,0	25
900	12,7	30
1 020	15,9	30
1 200	19,1	30

TABLA 3.- Válvula de mariposa.

Diámetro nominal.		B		C		D		Peso kg.
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	
2	50,8	4 1/8	104,7	3 15/16	100,0	1 5/8	41,2	2,72
2 ½	63,5	4 7/8	123,8	4 ½	114,3	1 ¾	44,4	3,63
3	76,2	5 3/8	136,5	4 7/8	123,8	1 ¾	44,4	4,09
4	101,6	6 7/8	174,6	6	252,4	2	50,8	5,90
5	127,0	7 ¾	196,8	6	152,4	2 1/8	53,9	6,81
6	152,4	8 ¾	222,2	6 ½	165,1	2 1/8	53,9	8,63
8	203,2	11	279,4	8 5/16	211,1	2 ½	63,5	14,07
10	254,0	13 3/8	339,7	9	228,6	2 ½	63,5	21,34
12	304,8	16 1/8	409,6	10 9/32	261,1	3	76,2	39,95
14	355,6	17 ¾	450,8	12	304,8	3	76,2	51,76
16	406,4	20 ¼	514,3	12 61/64	329,0	4	10,.6	87,62
18	457,2	21 5/8	549,2	14 ½	368,3	4 ¼	107,9	100,79
20	508,0	23 5/8	606,4	15 7/8	493,2	5	127,0	143,01
24	609,6	32	812,8	20 5/8	523,8	5 15/16	150,8	286,47
30	762,0	38 ¾	984,2	22 15/16	582,6	6 9/16	166,6	554,78
36	914,4	46	1168,6	28 7/8	733,4	8 1/8	206,3	803,58
42	1066,8	53	1346,2	33 ¼	844,5	10 1/8	257,1	1224,44
48	1219,2	59 1/2	1511,3	37 1/2	952,5	11 1/8	282,5	1859,13

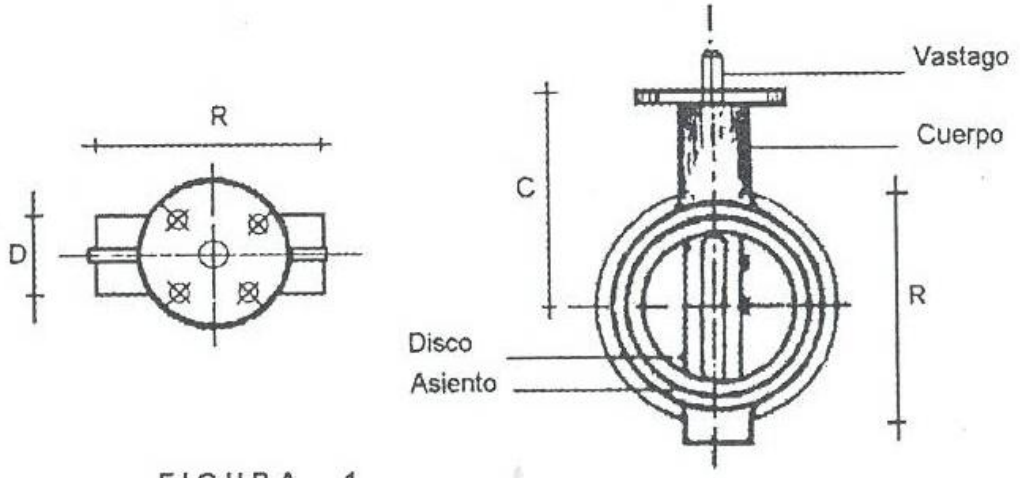


FIGURA 1

TABLA 4.- Válvula de no retorno (Check).

Diámetro nominal		Peso aproximado	Largo D		Altura A	
mm	Pulg.	kg.	mm	Pulg.	mm	pulg
50,8	2	12,00	203	8	182	7 3/16
63,5	2 ½	18,00	254	10	228	9
76,2	3	24,00	240	9 ½	254	10
101,6	4	44,00	300	11 13/16	300	11 13/16
152,4	6	66,00	370	14 3/4	345	13 9/16
203,2	8	140,00	507	20	440	17 5/16
254,0	10	208,00	624	24 5/8	490	19 5/16
304,8	12	285,00	705	27 ¾	560	22 1/16
355,6	14		800	31 ½	655	25 13/16
406,4	16		832	32 3/4	733	29
457,2	18					
508,0	20					
609,6	24					

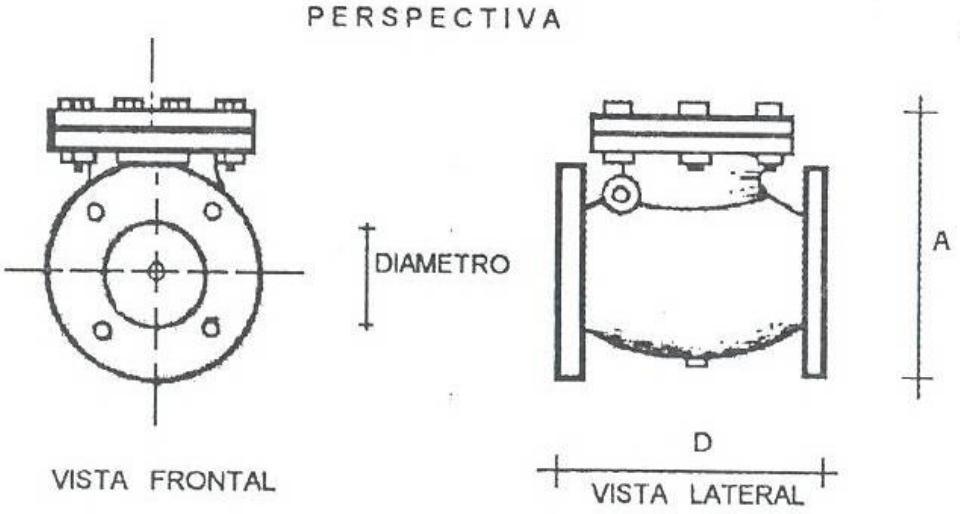


FIGURA 2

TABLA 5 Válvulas de compuerta, vástago saliente.

Diámetro nominal		Altura A		Distancia de brida a brida C		Diámetro del vástago D		Vueltas para abrir	Peso aprox.
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	No.	kg
50,8	2	485	19	182	7 3/16	18	11/16	15	17
63,5	2 ½	570	22 ½	190	7 ½	22	7/8	9	22
76,2	3	700	27 ½	204	8 1/16	22	7/8	10	27
101,6	4	745	29	230	9 1/16	26	1 1/16	14	40
152,4	6	990	39	265	10	30	1 3/16	14	81
203,2	8	1 300	50	290	7/16	35	1 3/8	17	152
254,0	10	1 600	62	330	11 3/8	37	1 7/16	22	224
304,6	12	1 830	71	355	13	45	1 3/4	26	329
					14				

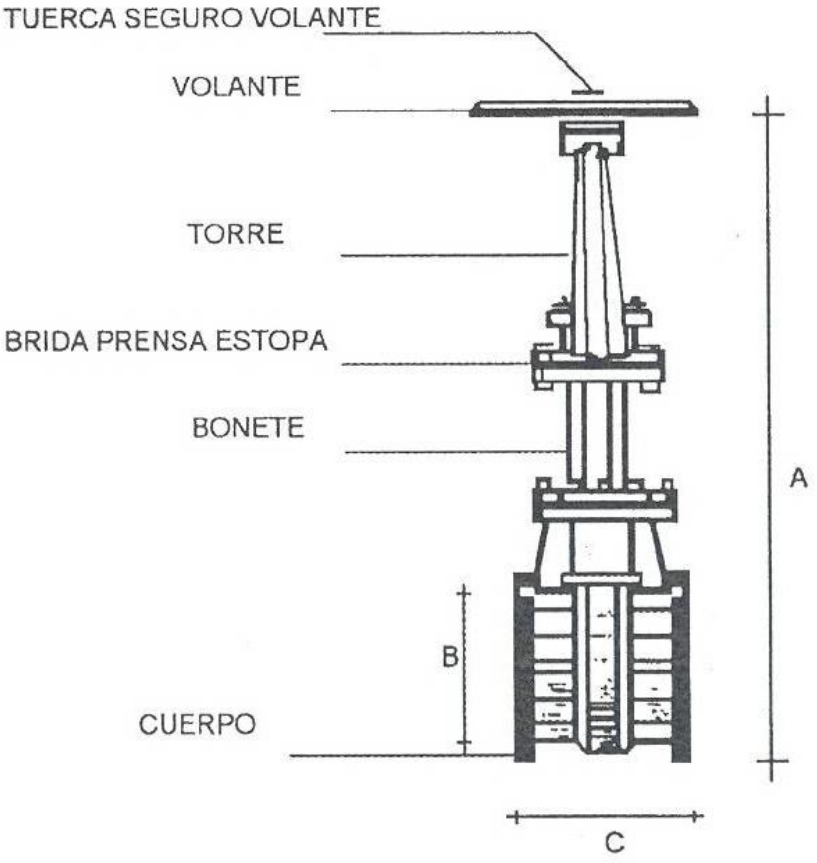


FIGURA 3

TABLA 6.- Válvulas de compuerta, vástago fijo.

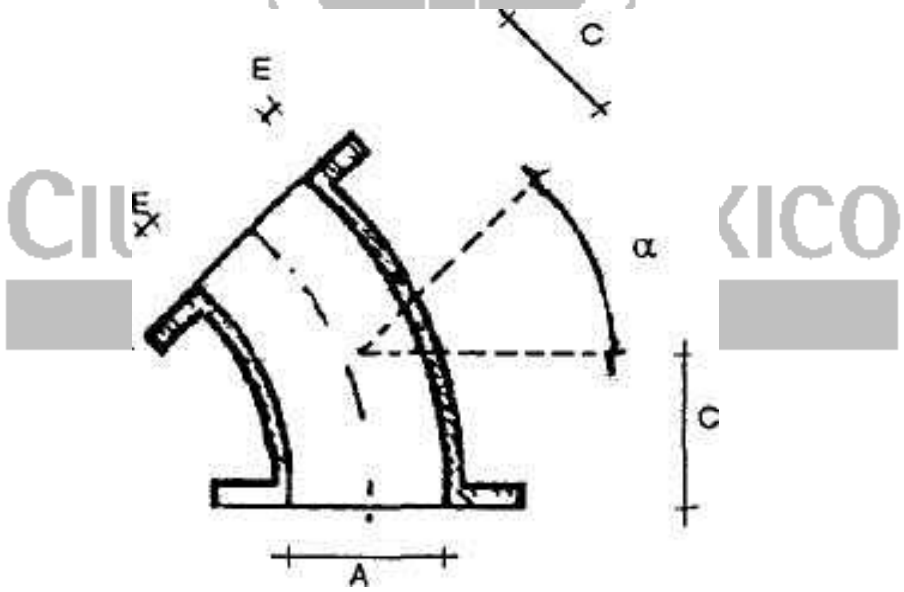
Diámetro nominal		Altura		Distancia de brida a brida		Grueso del vástago		Peso aprox.
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg
63,5	2 1/2	466,7	18 3/8	190,5	7 1/2	22,2	7/8	16,0
76,2	3	485,8	19 1/8	204,8	8 1/16	22,2	7/8	22,0
101,6	4	565,2	22 1/4	230,2	9 1/16	25,4	1	34,0
152,4	6	727,1	28 5/8	265,1	10 7/16	31,8	1 1/4	66,0
203,2	8	890,0	35	290,0	11 1/2	34,9	1 3/8	124,0
254,0	10	1030	40 1/4	330,0	13	38,0	1 1/2	179,0
304,8	12	1190,0	46 7/8	365,0	14 1/2	41,0	1 5/8	277,0
355,6	14	1270,0	50	385,0	15	41,0	1 5/8	426,0
406,4	16	1370,0	54	411,0	16	44,0	1 3/4	575,0
457,2	18	1498,0	59	431,0	17	47,0	1 7/8	840,0
508,0	20	1727,0	68	457,0	18	51,0	2	1060,0
609,0	24	2100,0	83	510,0	20	58,0	2 1/4	1740,0
762,0	30							

TABLA 7.- Codos de 11° 15' y 22° 30'

Diámetro nominal A		Distancia C		Espesor E		Peso aprox.
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg
50,8	2	63,5	2 1/2	11,1	7/16	5
63,5	2 1/2	76,2	3	11.1	7/16	8
76,2	3	76,2	3	11.1	7/16	9
101,6	4	101,6	4	12,7	1/2	16
152,4	6	127,0	5	14,3	9/16	26
203,2	8	139,7	5 1/2	15,9	5/8	42
254,0	10	165,1	6 1/2	19,1	3/4	65
304,8	12	190,5	7 1/2	20,6	13/16	98
355,6	14	190,5	7 1/2	22,2	7/8	121
406,4	16	203,2	8	25,4	1	161
457,2	18	215,9	8 1/2	27,0	1 1/16	190
508,0	20	241,3	9 1/2	28,6	1 1/8	247
609,6	24	279,4	11	31,8	1 1/4	367
762,0	30	381,0	15	36,5	1 7/16	669
914,4	36	457,2	18	41,3	1 5/8	1068

TABLA 8.- Codos de 45°

Diámetro nominal A		Distancia C		Espesor E		Peso aprox.
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg
50,8	2	63,5	2 1/2	11,1	7/16	5
63,5	2 1/2	76,2	3	11,1	7/16	8
76,2	3	76,2	3	11,1	7/16	9
101,6	4	101,6	4	12,7	1/2	16
152,4	6	127,0	5	14,3	9/16	26
203,2	8	139,7	5 1/2	15,9	5/8	42
254,0	10	165,1	6 1/2	19,1	3/4	65
304,8	12	190,5	7 1/2	20,6	13/16	98
355,6	14	190,5	7 1/2	22,2	7/8	121
406,4	16	203,2	8	25,4	1	161
457,2	18	215,9	8 1/2	27,0	1 1/16	190
508,0	20	241,3	9 1/2	28,6	1 1/8	247
609,6	24	279,4	11	31,8	1 1/4	367
762,0	30	381,0	15	36,5	1 7/16	669
914,4	36	457,2	18	41,3	1 5/8	1068



φ= 11º 15¨, 22º 30´ó 45º

FIGURA 4.

TABLA 9.- Codos de 90º

Diámetro nominal A		Distancia C		Espesor E		Peso aprox.
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg
50,8	2	114,3	4 1/2	11,1	7/16	6
63,5	21/2	127,0	5	11,1	7/16	9
76,2	3	139,7	5 1/2	11,1	7/16	11
101,6	4	165,1	6 1/2	12,7	1/2	18
152,4	6	203,2	8	14,3	9/16	30
203,2	8	228,6	9	15,9	5/8	48
254,0	10	279,4	11	19,1	3/4	78
304,8	12	304,8	12	20,6	13/16	113
355,6	14	355,6	14	22,2	7/8	154
406,4	16	381,0	15	25,4	1	208
457,2	18	419,1	16 1/2	27,0	1 1/16	256
508,0	20	457,2	18	28,6	1 1/8	328
609,6	24	558,8	22	31,8	1 1/4	513
762,0	30	635,0	25	36,5	1 7/16	818
914,4	36	711,2	28	41,3	1 5/8	1236

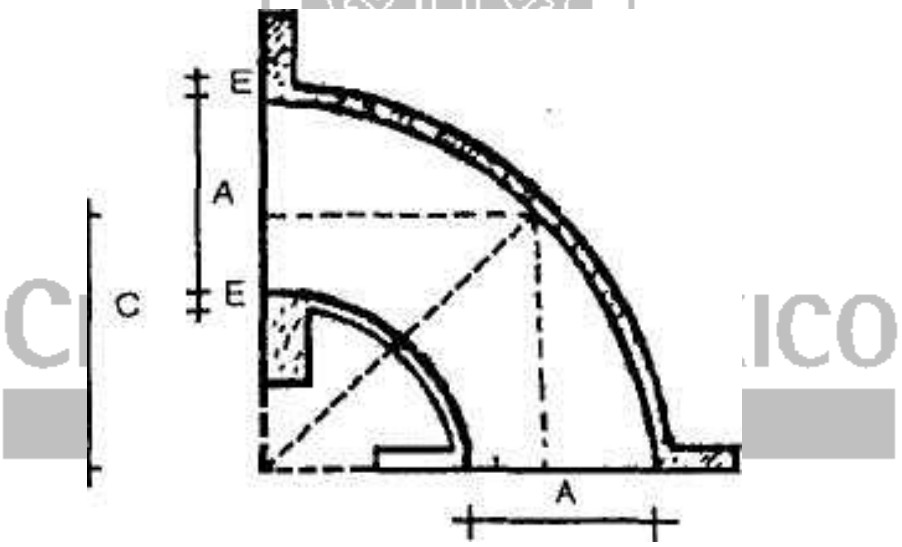


FIGURA 5

TABLA 10.- Cruces y tes.´

Diámetro nominal			Distancias				Espesor de la pared,.				Peso aproximado	
D	D´	D x D´	A		L		Distancia mayor		Distancia menor		Tes	Cruz
mm	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg	kg
50,8	X 50,8	2 x 2	114,3	4 1/2	228,6	9	11,1	7/16	11,1	7/16	10	12
63,5	X 50,8	2 1/2 X 2	127,0	5	254,0	10	11,1	7/16	11,1	7/16	12	15
63,5	X 63,5	2 1/2 X 2 1/2	127,0	5	254,0	10	11,1	7/16	11,1	7/16	13	17
76,2	X 50,8	3 X 2	139,7	5 1/2	279,4	11	11,1	7/16	11,1	7/16	15	18
76,2	X 63,5	3 x 2 1/2	139,7	5 1/2	279,4	11	11,1	7/16	11,1	7/16	16	19
76,2	X 76,2	3 x 3	139,7	5 1/2	279,4	11	11,1	7/16	11,1	7/16	17	21
101,6	X 50,8	4 x 2	165,1	6 1/2	330,2	13	12,7	1/2	11,1	7/16	23	26
101,6	X 63,5	4 x 2 1/2	165,1	6 1/2	330,2	13	12,7	1/2	11,1	7/16	24	28
101,6	X 76,2	4 x 3	165,1	6 1/2	330,2	13	12,7	1/2	11,1	7/16	25	29
101,6	X 101,6	4 x 4	165,1	6 1/2	330,2	13	12,7	1/2	12,7	1/2	28	35
152,4	X 50,8	6 x 2	203,2	8	406,4	16	14,3	9/16	11,1	7/16	37	40
152,4	X 63,5	6 x 2 1/2	203,2	8	406,4	16	14,3	9/16	11,1	7/16	38	42
152,4	X 76,2	6 x 3	203,2	8	406,4	16	14,3	9/16	11,1	7/16	39	43
152,4	X 101,6	6 X 4	203,2	8	406,4	16	14,3	9/16	12,7	1/2	42	49
152,4	X 152,4	6 x 6	203,2	8	406,4	16	14,3	9/16	14,3	9/16	45	57
203,2	X 63,4	8 X 2 1/2	228,6	9	457,2	18	15,9	5/8	11,1	7/16	59	64
203,2	X 76,2	8 X 3	228,6	9	457,2	18	15,9	5/8	11,1	7/16	60	65
203,2	X 101,6	8 X 4	228,6	9	457,2	18	15,9	5/8	12,7	1/2	63	71
203,2	X 152,4	8 X 6	228,6	9	457,2	18	15,9	5/8	14,3	9/16	66	77
203,2	X 203,2	8 X 8	228,6	9	457,2	18	15,9	5/8	15,9	5/8	72	88
											^~	

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 10.- Cruces y tes (Continua)

Diámetro nominal			Distancias				Espesor de la pared				Peso aproximado.	
D	D'	DxD´	A		L		Distancia mayor		Distancia menor		Tes	Cruz
mm	mm	pulg.	mm	pulg	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	kg	kg
254,0 X	63,5	10 x 2 1/2	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	11,1	7/16	95	100
254,0 X	76,2	10 x 3	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	11,1	7/16	96	101
254,0 X	101,6	10 x 4	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	12,7	1/2	99	108
254,0 X	152,4	10 x 6	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	14,3	9/16	103	115
254,0 X	203,2	10 X 8	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	15,9	5/8	108	127
254,0 X	254,0	10 X 10	279,4	11	558,0	22	19,1	3/4	19,1	3/4	115	140
304,8 x	76,2	12 x 3	304,8	12	609,6	24	20,6	13/16	11,1	7/16	138	141
304,8 X	101,6	12 x 4	304,8	12	609,6	24	20,6	13/16	12,7	1/2	142	148
304,8 X	152,4	12 x 6	304,8	12	609,6	24	20.6	13/16	14,3	9/16	148	155
304,8 x	203,2	12 x 8	304,8	12	609,6	24	20,6	13/16	15,9	5/8	155	167
304,8 X	254,0	12 x 10	304,8	12	609,6	24	20,6	13/16	19,1	3/4	164	180
304,8 X	304,8	12 x 12	304,8	12	609,6	24	20,6	13/16	20,6	13/16	174	198
355,6 X	76,2	14 X 3	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	11,1	7/16	193	199
355,6 X	101,6	14 x 4	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	12,7	1/2	197	203
355,6 X	152,4	14 X 6	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	14,3	9/16	204	211
355,6 X	203,2	14 X 8	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	15,9	5/8	212	224
355,6 X	254,0	14 x 10	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	19,1	3/4	223	239
355,6 X	304,8	14 X 12	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	20,6	13/16	235	259
355,6 X	355,6	14 X 14	355,6	14	711,2	28	22,2	7/8	22,2	7/8	245	274
406,4 X	101,6	16 X 4	381,0	15	762,0	30	25,4	1	12,7	1/2	253	261
406,4 x	152,4	16 X 6	381,0	15	762,0	30	25,4	1	14,3	9/16	256	268
406,4 X	203,2	16 X 8	381,0	15	762,0	30	25,4	1	15,9	5/8	262	279
406,4 X	254,0	16 X 10	381,0	15	762,0	30	25,4	1	19,1	3/4	268	297
406,4 X	304,8	16 x 12	381,0	15	762,0	30	25,4	1	20,6	13/16	278	312
406,4 x	355,6	16 X 14	381,0	15	762,0	30	25,4	1	22,2	7/8	285	326
406,4 X	406,4	16 x 16	381,0	15	762,0	30	25,4	1	25,4	1	298	352

TABLA 10.- Cruces y tes (Continua).

Diámetro nominal			Distancias				Espesor de la pared					Peso aproximado	
D	D[1]	DxD´	A		L		Distancia mayor			Distancia menor		Tes	Cruz
mm	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm		pulg.	mm	pulg.	kg	kg
457,2	X 101,6	18 x 4	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	12.7	1/2	313	322
457,2	X 152,4	18 x 6	419,1	16 1/2	838.2	33	27,0		1 1/16	14,3	9/16	316	328
457,2	X 203,2	18 x 8	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	15,9	5/8	322	340
457,2	X 254,0	18 x 10	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	19,1	3/4	329	354
457,2	X 304,8	18 x 12	419,1	16 1/2	838.2	33	27,0		1 1/16	20,6	13/16	339	376
457,2	X 355,6	18 x 14	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	22,2	7/8	346	387
457,2	X 406,4	18 x 16	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	25,4	1	359	413
457,2	X 457,2	18 x 18	419,1	16 1/2	838,2	33	27,0		1 1/16	27,0	1 1/16	365	425
508,0	X 101,6	20 x 4	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	12,7	1/2	398	407
508,0	X 152,4	20 x 6	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	14,3	9/16	402	414
508,0	X 203,2	20 x 8	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	15,9	5/8	407	426
508,0	X 254,0	20 x 10	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	19,1	3/4	415	440
508,0	X 304,8	20 X 12	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	20,6	13/16	424	459
508,0	X 355,6	20 X 14	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	22,2	7/8	432	474
508,0	X 406,4	20 x 16	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	25,4	1	444	499
508,0	X 457,2	20 x 18	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	27,0	1 1/16	450	511
508,0	X 508,0	20 X 20	457,2	18	914,4	36	28,6		1 1/8	28,6	1 1/8	465	540
609,6	X 101,6	24 x 4	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	12,7	1/2	626	637
609,6	X 152,4	24 x 6	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	14,3	9/16	631	649
609,6	X 203,2	24 x 8	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	15,9	5/8	640	665
609,6	X 254,0	24 x 10	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	19,1	3/4	650	685
609,6	X 304,8	24 x 12	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	20,6	13/16	662	709
609,6	X 355,6	24 x 14	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	22,2	7/8	672	730
609,6	X 406,4	24 x 16	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	25,4	1	686	758
609,6	X 457,2	24 x 18	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	27,0	1 1/16	693	773
609,6	X 508,0	24 x 20	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	28,6	1 1/8	714	800
609,6	X 609,6	24 x 24	558,8	22	1117,6	44	31,8		1 1/4	31,8	1 1/4	731	848

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 10.- Cruces y tes (Concluye).

Diámetro nominal			Distancias				Espesor de la pared				Peso aproximado.	
D	D´	D x D´	A		L		Distancia mayor		Distancia menor		Tes	Cruz
mm	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	kg	kg
762,0 x	101,6	30 x 4	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	12,7	½	994	1 005
762,0 x	152,4	30 x 6	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	14,3	9/16	999	1 016
762,0 x	203,2	30 x 8	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	15,9	5/8	1 007	1 032
762,0 x	254,0	30 x 10	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	19,1	¾	1 017	1 052
762,0 x	304,8	30 x 12	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	20,6	13/16	1 029	1 076
762,0 x	355,6	30 x 14	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	22,2	7/8	1 040	1 097
762,0 x	406,4	30 x 16	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	25,4	1	1 053	1 124
762,0 x	457,2	30 x 18	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	27,0	1 1/16	1 060	1 138
762,0 x	508,0	30 x 20	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	28,6	1 1/8	1 074	1 165
762,0 x	609,6	30 x 24	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	31,8	1 ¼	1 098	1 213
762,0 x	762,0	30 x 30	635,0	25	1 270,0	50	36,5	1 7/16	36,5	1 7/16	1 134	1 287
914.4 x	152,4	36 x 6	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	14,3	9/16	1 503	1 519
914,4 x	203,2	36 x 8	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	15,9	5/8	1 511	1 535
914,4 x	254,0	36 x 10	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	19,1	¾	1 520	1 555
914,4 x	304,8	36 x 12	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	20,6	13/16	1 532	1 579
914,4 x	355,6	36 x 14	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	22,2	7/8	1 542	1 599
914,4 x	406,4	36 x 16	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	25,4	1	1 556	1 625
914,4 x	457,2	36 x 18	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	27,0	1 1/16	1 563	1 639
914,4 x	508,0	36 x 20	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	28,6	1 1/8	1 576	1 665
914,4 x	609,6	36 x 24	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	31,8	1 ¼	1 600	1 714
914,4 x	762,0	36 x 30	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	36,5	1 7/16	1 636	1 787
914,4 x	914,4	36 x 36	711,2	28	1 422,4	56	41,3	1 5/8	41,3	1 5/8	1 678	1 870

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 11. Carretes

Diámetro nominal d		Espesor de la pared e		Longitud L		Peso aproximado	
				Largos	Cortos	Largos	Cortos
mm	Pulg.	mm	pulg	mm	mm	kg	kg
50,8	2	11,1	7/16	500	250	11	7
63,5	2½	11,1	7/16	500	250	14	9
76,2	3	11,1	7/16	500	250	17	11
101,6	4	12,7	½	500	250	26	17
152,4	6	14,3	9/16	500	250	39	26
203,2	8	15,9	5/8	500	250	59	39
254,0	10	19,1	¾	500	250	84	54
304,8	12	20,6	13/16	500	250	114	76
355,6	14	22,2	7/8	500	250	140	103
406,4	16	25,4	1	500	250	180	118
457,2	18	27,0	1 1/16	500	250	204	131
508,0	20	28,6	1 1/8	500	250	246	159
609,6	24	31,8	1 ¼	500	250	329	214
762,0	30	36,5	1 7/16	500	250	475	310
914,4	36	41,3	1 5/8	750	400	885	573

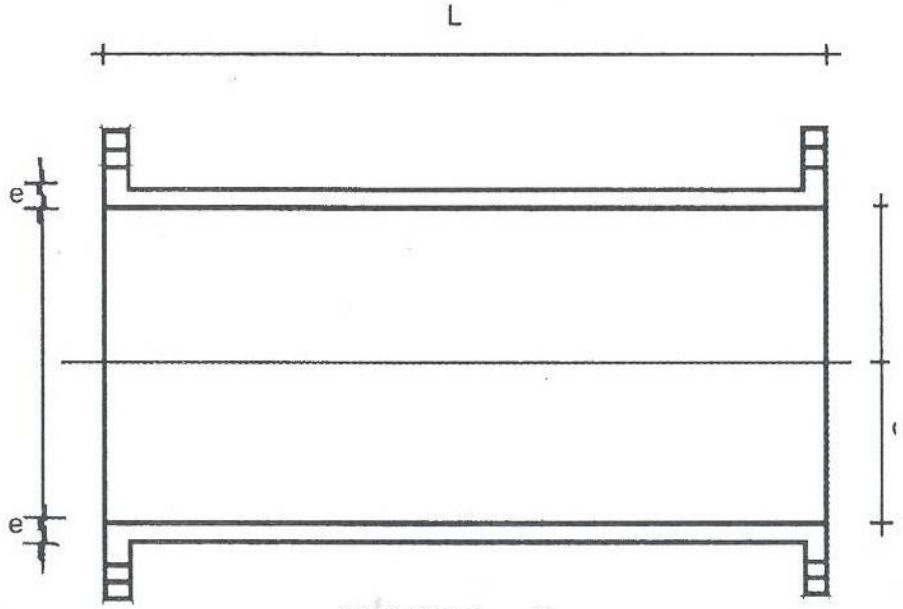


FIGURA 8

TABLA 12.- REDUCCIONES (Continúa)

Diámetro nominal D x d		Distancias						Espesor de la pieza		Peso aprox.
		A		a		H				
mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	kg
76,2 x 50,8	3 x 2	152,4	6	38,1	1 ½	38,1	1 ½	11,1	7/16	7
76,2 x 63,5	3 x 2 ½	152,4	6	38,1	1 ½	38,1	1 ½	11,1	7/16	8
101,6 x 50,8	4 x 2	177,8	7	38,1	1 ½	38,1	1 ½	12,7	½	11
101,6 x 63,5	4 x 2 ½	177,8	7	38,1	1 ½	38,1	1 ½	12,7	½	12
101,6 x 76,2	4 x 3	177,8	7	38,1	1 ½	38,1	1 ½	12,7	½	13
152,4 x 50,8	6 x 2	228,6	9	50,8	2	38,1	1 ½	14,3	9/16	17
152,4 x 63,5	6 x 2 ½	228,6	9	50,8	2	38,1	1 ½	14,3	9/16	18
152,4 x 76,2	6 x 3	228,6	9	50,8	2	38,1	1 ½	14,3	9/16	19
152,4 x 101,6	6 x 4	228,6	9	50,8	2	38,1	1 ½	14,3	9/16	22
203,2 x 50,8	8 x 2	279,4	11	50,8	2	38,1	1 ½	15,9	5/8	23
203,2 x 63,5	8 x 2 ½	279,4	11	50,8	2	38,1	1 ½	15,9	5/8	28
203,2 x 76,2	8 x 3	279,4	11	50,8	2	38,1	1 ½	15,9	5/8	29
203,2 x 101,6	8 x 4	279,4	11	50,8	2	38,1	1 ½	15,9	5/8	32
203,2 x 152,4	8 x 6	279,4	11	50,8	2	50,8	2	15,9	5/8	36
254,0 x 76,2	10 x 3	304,8	12	50,8	2	38,1	1 ½	19,1	¾	40
254,0 x 101,6	10 x 4	304,8	12	50,8	2	38,1	1 ½	19,1	¾	43
254,0 x 152,4	10 x 6	304,8	12	50,8	2	50,8	2	19,1	¾	47
254,0 x 203,2	10 x 8	304,8	12	50,8	2	50,8	2	19,1	¾	54
304,8 x 76,2	12 x 3	355,6	14	50,8	2	38,1	1 ½	20,6	13/16	57
304,8 x 101,6	12 x 4	355,6	14	50,8	2	38,1	1 ½	20,6	13/16	61
304,8 x 152,4	12 x 6	355,6	14	50,8	2	50,8	2	20,6	13/16	66
304,8 x 203,2	12 x 8	355,6	14	50,8	2	50,8	2	20,6	13/16	73
304,8 x 254,0	12 x 10	355,6	14	50,8	2	50,8	2	20,6	13/16	81
355,6 x 101,6	14 x 4	406,4	16	50,8	2	38,1	1 ½	22,2	7/8	79

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 12.- Reducciones (Continúa).

Diámetro nominal D x d		Distancias						Espesor de la pieza		Peso aprox.
		A		a		H				
mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	kg
355,6 x 152,4	14 x 6	406,4	16	50,8	2	50,8	2	22,2	7/8	84
355,6 x 203,2	14 x 8	406,4	16	50,8	2	50,8	2	22,2	7/8	93
355,6 x 254,0	14 x 10	406,4	16	50,8	2	50,8	2	22,2	7/8	101
355,6 x 304,8	14 x 12	406,4	16	50,8	2	50,8	2	22,2	7/8	113
406,4 x 101,6	16 x 4	457,2	18	50,8	2	38,1	1 ½	25,4	1	106
406,4 x 152,4	16 x 6	457,2	18	50,8	2	50,8	2	25,4	1	11
406,4 x 203,2	16 x 8	457,2	18	50,8	2	50,8	2	25,4	1	123
406,4 x 254,0	16 x 10	457,2	18	50,8	2	50,8	2	25,4	1	132
406,4 x 304,8	16 x 12	457,2	18	50,8	2	50,8	2	25,4	1	146
406,4 x 355,6	16 x 14	457,2	18	50,8	2	50,8	2	25,4	1	156
457,2 x 101,6	18 x 4	482,6	19	50,8	2	38,1	1 ½	27,0	1 1/16	124
457,2 x 152,4	18 x 6	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	131
457,2 x 203,2	18 x 8	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	141
457,2 x 254,0	18 x 10	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	152
457,2 x 304,8	18 x 12	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	166
457,2 x 355,6	18 x 14	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	177
457,2 x 406,4	18 x 16	482,6	19	50,8	2	50,8	2	27,0	1 1/16	191
508,0 x 152,4	20 x 6	508,0	20	76,2	3	50,8	2	27,0	1 1/16	161
508,0 x 203,2	20 x 8	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	172
508,0 x 254,0	20 x 10	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	183
508,0 x 304,8	20 x 12	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	198
508,0 x 355,6	20 x 14	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	209
508,0 x 406,4	20 x 16	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	223
508,0 x 457,2	20 x 18	508,0	20	76,2	3	50,8	2	28,6	1 1/8	232

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 12.- Reducciones (Concluye)

Diámetro nominal D x d		Distancias						Espesor de la pieza		Peso aprox.
		A		a		H				
mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	kg
609,6 x 203,2	24 x 8	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	252
609,6 x 254,0	24 x 10	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	266
609,6 x 304,8	24 x 12	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	283
609,6 x 355,6	24 x 14	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	297
609,6 x 406,4	24 x 16	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	313
609,6 x 457,2	24 x 18	609,6	24	76,2	3	50,8	2	31,8	1 ¼	325
609,6 x 508,0	24 x 20	609,6	24	76,2	3	76,2	3	31,8	1 ¼	343
762,0 x 304,8	30 x 12	762,0	30	76,2	3	50,8	2	36,5	1 7/16	450
762,0 x 355,6	30 x 14	762,0	30	76,2	3	50,8	2	36,5	1 7/16	469
762,0 x 406,0	30 x 16	762,0	30	76,2	3	50,8	2	36,5	1 7/16	490
762,0 x 457,2	30 x 18	762,0	30	76,2	3	50,8	2	36,5	1 7/16	506
762,0 x 508,0	30 x 20	762,0	30	76,2	3	76,2	3	36,5	1 7/16	527
762,0 x 609,6	30 x 24	762,0	30	76,2	3	76,2	3	36,5	1 7/16	569
914,4 x 457,2	36 x 18	914,4	36	76,2	3	50,8	2	41,3	1 5/8	756
914,4 x 508,0	36 x 20	914,4	36	76,2	3	76,2	3	41,3	1 5/8	779
914,4 x 609,6	36 x 24	914,4	36	76,2	3	76,2	3	41,3	1 5/8	828
914,4 x 762,0	36 x 30	914,4	36	76,2	3	76,2	3	41,3	1 5/8	927

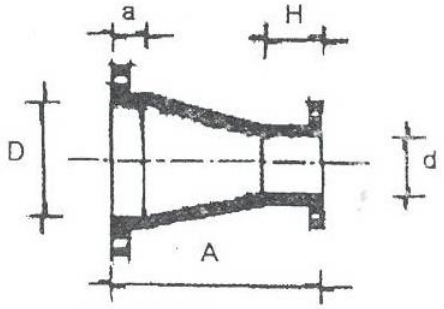


FIGURA 9

CIUDAD D

TABLA 13.- Tapas Ciegas.

Diámetro nominal A		Diámetro de la brida B		Espesor mínimo de brida C		Espesor de la pared D		Peso aproximado
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	
50,8	2	152,4	6	15,9	5/8	14,3	9/16	2,0
63,5	2 1/2	177,8	7	17,5	11/16	15,9	5/8	3,0
76,2	3	190,5	7 ½	19,1	¾	17,5	11/16	3,7
101,6	4	228,6	9	23,8	15/16	22,2	7/8	6,5
152,4	6	279,4	11	25,4	1	23,8	15/16	10,5
203,2	8	342,9	13 ½	28,6	1 1/8	27,0	1 1/16	18,0
254,0	10	406,4	16	30,2	1 3/16	28,6	1 1/8	26,3
304,8	12	482,6	19	31,8	1 ¼	20,6	13/16	35,8
355,6	14	533,4	21	34,9	1 3/8	22,2	7/8	46,8
406,4	16	596,9	23 ½	36,5	1 7/16	25,4	1	62,5
457,2	18	635,0	25	39,7	1 9/16	27,0	1 1/16	74,7
508,0	20	698,5	27 ½	42,9	1 11/16	28,6	1 1/8	96,5
609,6	24	812,8	32	47,6	1 7/8	31,8	1 ¼	144,1
762,0	30	984,3	38 ¾	54,0	2 1/8	36,5	1 7/16	238,3
914,4	36	1168,4	46	60,3	2 3/8	41,3	1 5/8	373,4

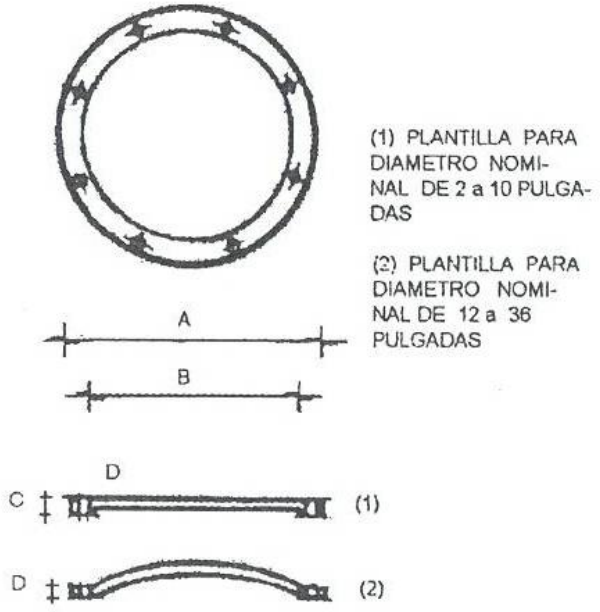


FIGURA 10

TABLA 14.- Bridas utilizadas en válvulas y piezas especiales.

Diámetro nominal d		Diámetro de bridas D		Espesor mínimo de brida e		Diámetro lineal Gramil G		Plantilla para centros de taladros		Diámetros taladros T		Diámetros de los tornillos		Longitud de los tornillos		Número de tornillos
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg			mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	piezas
50,3	2	152,4	6	15,9	5/8	120,7	4 ¾	90º	45º	19,1	¾	15,9	5/8	63,5	2 ½	4
63,5	2 1/2	177,5	7	17,5	11/16	139,7	5 ½	90º	45º	19,1	¾	15,9	5/8	63,5	2 ½	4
75,2	3	190,5	7 ½	19,1	¾	152,4	6	90º	45º	19,1	¾	15,9	5/8	63,5	2 ½	4
101,6	4	228,6	9	23,8	15/16	190,5	7 ½	45º	22º30´	19,1	¾	15,9	5/8	76,2	3	8
152,4	6	279,4	11	25,4	1	241,3	9 ½	45º	22º30´	22,2	7/8	19,1	¾	76,2	3	8
203,2	8	342,9	13 ½	28,6	1 1/8	298,5	11 ¾	45º	22º30´	22,2	7/8	19,1	¾	88,9	3 1/2	8
254,0	10	406,4	16	30,2	1 3/16	362,0	14 ¼	30º	15º	25,4	1	22,2	7/8	88,9	3 ½	12
304,8	12	486,2	19	31,8	1 ¼	431,8	17	30º	15º	25,4	1	22,2	7/8	101,6	4	12
355,6	14	533,4	21	34,9	1 3/8	476,3	18 ¾	30º	15º	28,6	1 1/8	25,4	1	114,3	4 ½	12
406,4	16	596,9	23 ½	36,5	1 7/16	539,8	21 ¼	22º30´	11º15´	28,6	1 1/8	25,4	1	114,3	4 ½	16
457,2	18	635,0	18	39,7	1 9/16	577,9	22 ¾	22º30´	11º15´	31,8	1 ¼	28,6	1 1/8	114,3	4 ½	16
508,0	20	698,5	27 ½	42,9	1 11/16	635,0	25	18º	9º	31,8	1 ¼	28,6	1 1/8	127,0	5	20
609,6	24	812,8	32	47,6	1 7/8	749,3	29 ½	18º	9º	34,9	1 3/8	31,8	1 ¼	139,7	5 ½	20
762,0	30	984,3	38 ¾	54,0	2 1/8	914,4	36	12º51´26´´	6º25´43´´	34,9	1 3/8	31,8	1 ¼	165,1	6 ½	28
914,4	36	1168,4	46	60,3	2 3/8	1085,9	42 3/4	11º15´	5º37´30´´	41,3	1 5/8	38,1	1 1/2	177,8	7	32

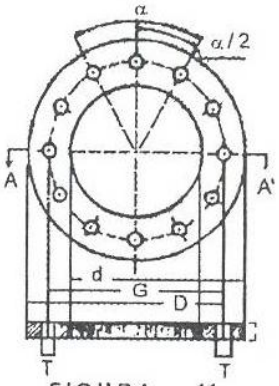


FIGURA 11

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 15.- Empaques de plomo para piezas especiales de fierro fundido.

Diámetro nominal de la pieza		Diámetro interior		Diámetro exterior		Espesor	Ancho y altura del corrugado	Separa-ción del corrugado	Peso teórico
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	mm x mm	mm	kg
50,8	2	54,0	2 1/8	104,8	4 1/8	2	1,5 x 0,75	9,0	0,152
63,5	2 1/2	66,7	2 5/8	123,8	4 7/8	2	1,5 x 0,75	10,0	0,203
76,2	3	79,4	3 1/8	136,5	5 3/8	2	1,5 x 0,75	10,0	0,231
101,6	4	104,8	4 1/8	174,6	6 7/8	2	1,5 x 0,75	12,0	0,361
127,0	5	130,2	5 1/8	196,9	7 3/4	2	1,5 x 0,75	11,0	0,405
152,4	6 1/8	155,6	6 1/8	222,3	8 3/4	2	1,5 x 0,75	11,0	0,478
203,2	8	206,4	8 1/8	279,4	11	3	1,5 x 0,75	12,0	0,976
254,0	10	257,2	10 1/8	339,7	13 3/8	3	2,0 x 1,00	10,0	1,382
304,8	12	308,0	12 1/8	409,6	16 1/8	3	2,0 x 1,00	12,5	2,020
355,6	14	358,8	14 1/8	450,9	17 3/4	4	2,0 x 1,00	11,5	2,724
406,4	16	409,6	16 1/8	514,4	20 1/4	4	2,0 x 1,00	13,0	3,519
457,2	18	460,4	18 1/8	549,3	21 5/8	5	2,0 x 1,00	11,0	4,069
508,0	20	511,2	20 1/8	606,4	23 7/8	5	2,0 x 1,00	12,0	4,818
609,6	24	612,6	24 1/8	717,6	28 1/4	5	2,5 x 1,25	13,0	6,412
762,0	30	765,2	30 1/8	882,7	34 3/4	5	2,5 x 1,25	14,0	8,858
914,4	36	917,6	36 1/8	1047,8	41 1/4	5	2,5 x 1,25	16,0	11,648

NOTAS : Los empaques de plomo de diámetros nominales de 50.8 a 203.2 mm (2" a 8") llevarán dos corrugados por cara y los comprendidos de 254.0 a 914.4 mm (10" a 36") tendrán tres corrugados por cara.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16.- Juntas Gibault.

Diámetro nominal		Espesor mínimo de la pieza		Longitud de los tornillos		No. de tornillos	Peso aprox. normal	Peso Teórico.
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	kilos	kg
50,8	2	30,6	1 3/16	89,0	3 1/2	2	2,70	……
63,5	2 ½	28,6	1 1/8	101,6	4	2	3,40	……..
76,2	3	39,7	1 9/16	139,7	5 1/2	3	4,20	8,00
101,6	4	39,7	1 9/16	139,7	5 1/2	3	5,70	11,00
152,4	6	39,7	1 9/16	139,7	5 1/2	3	10,50	14,00
203,2	8	39,7	1 9/16	139,7	5 1/2	3	15,50	……
254,0	10	46,0	1 13/16	177,8	7	4	20,20	……
304,8	12	46,0	1 13/16	177,8	7	4	25,00	35,00
355,6	14	47,6	1 7/8	177,8	7	6	47,50	……
406,4	16	50,8	2	177,8	7	6	46,00	……
457,2	18	54.0	2 1/8	177,8	7	8	62,30	……
508,0	20	55,6	2 3/16	177.8	7	8	73,00	75,00
609,6	24	57,2	2 1/4	241,3	9 1/2	12	100,0	105,00

TABLA 17.- Juntas de acoplamiento

Pesos de las juntas de acoplamiento.

Diámetro		Peso
mm	pulg	kg
50,8	2	1,50
63,5	2 1/2	1,80
76,0	3	2,50
101,6	4	5,00
152,4	6	7,00
203,2	8	8,50
254,0	10	13,00
304,8	12	19,80

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 18.- Contrabridas

Diámetro nominal		Peso aproximado
mm	pulg	kg
50,8	2	1,8
63,5	2 1/2	3,0
76,0	3	4,0
101,6	4	4,6
152,4	6	8,7
203,2	8	10,4
254,0	10	14,2
304,8	12	21,0

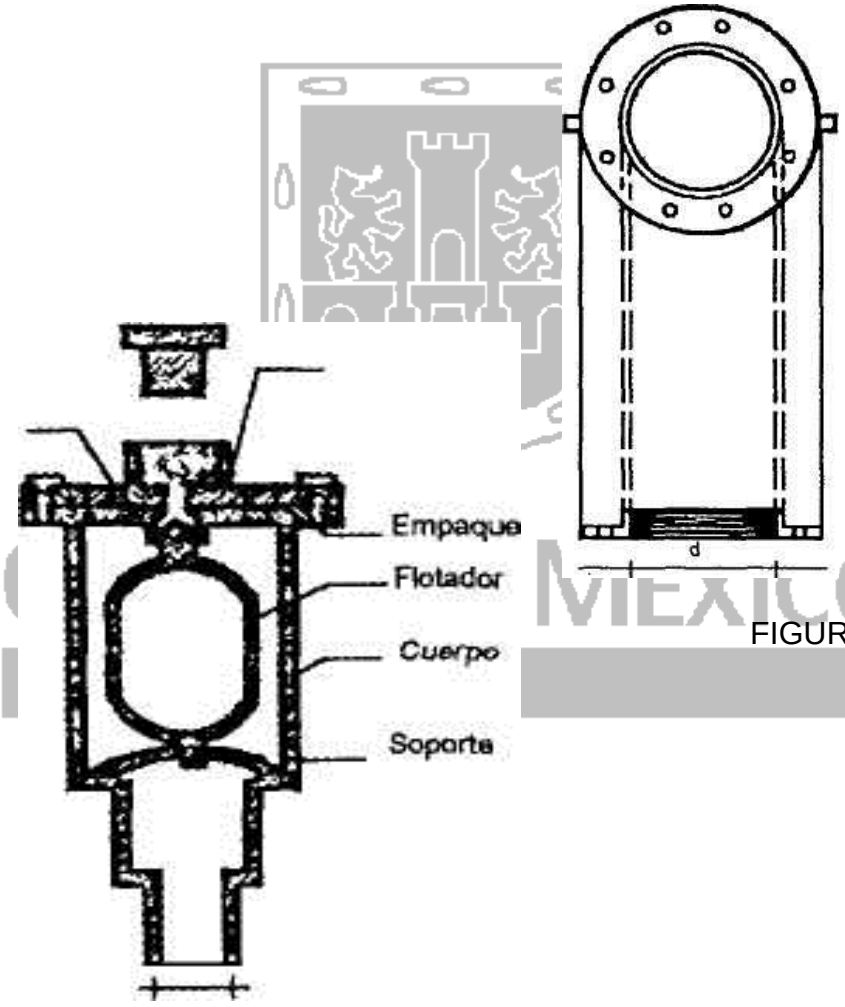
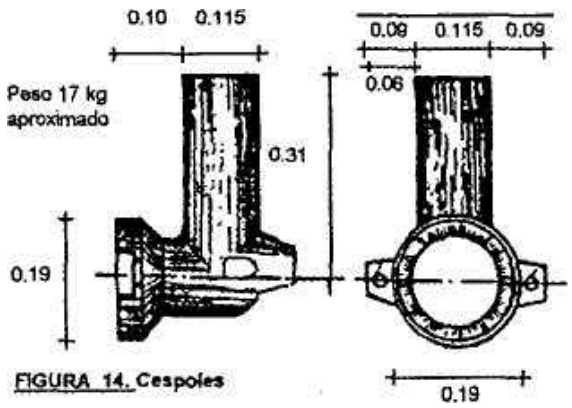


FIGURA 12.

Figura 12.- Válvula para purga de aire



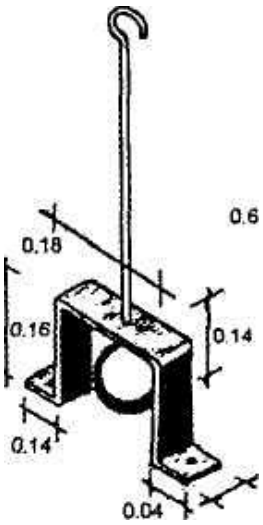


FIGURA 16. Bola de contrapeso

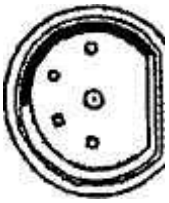


FIGURA 15.- Plato quiebra chorros

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 017 TUBOS Y CONEXIONES CONDUIT METÁLICOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Tubo conduit.- Conducto rígido de sección recta anular de acero, con extremo roscado exterior o sin rosca, empleado en las canalizaciones eléctricas, con la - finalidad de alojar y proteger a los conductores.

A.02. Conexión.- Elemento auxiliar, rígido de sección recta anular, sin rosca o con el extremo roscado exterior o interior, empleado en las canalizaciones eléctricas, cuya finalidad es la de unir, cambiar de dirección y fijar a elementos de apoyo los tubos conduit.

A.03. Según su uso, las conexiones se clasifican en:

a. Codos.- Tramo de tubo doblado a 90 grados, para unir dos tubos perpendiculares entre sí.

b. Niple.- elemento de unión fabricado de un tramo de tubo recto con longitud menor a 60 cm.

c. Cople.- Elemento de unión no mayor de 10 cm, cuyos extremos están diseñados para insertar los tramos de tubo dentro de esta pieza.

d. Contra y monitor.- Par de elementos roscados para fijar rígidamente el tubo a una caja de conexión o gabinete.

e. Abrazaderas.- Elementos de fijación de tuberías visibles en estructuras de apoyo (muros, plafones, etc.).

CIUDAD DE MÉXICO

A.04. Los tubos y conexiones, excepto abrazaderas, se clasifican según:

a. Su peso.
1. Ligeros
2. Semi-ligeros
3. Semi-pesados
4. Pesados.

b. El tipo de recubrimiento.

1. Pintados (esmaltados)
2. Galvanizados

c. El acabado de sus extremos.

1. Con rosca
2. Sin rosca.

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tubos y Conexiones Conduit Metálicos para Instalaciones Eléctricas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubo conduit y sus conexiones	NMX-J-016	SECOFIN
Monitores, contratuercas y abrazaderas para tubos conduit.	NMX-J-017	SECOFIN
Pruebas de doblado para productos de acero	NMX-B-172	SECOFIN
Tubo de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit) tipo pesado.	NMX-B-208	SECOFIN
Tubo de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit) tipo semipesado	NMX-B-209	SECOFIN
Tubos conduit soldados de acero al carbón tipo ligero y extraligero.	NMX-B-210	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDENCIA.
Tubos y accesorios de acero	4.01.01.015	G.D.F.
Metal de aporte para uniones soldadas	4.01.01.017	G.D.F.

C.01. Los tubos, codos y coples metálicos deberán cumplir en general y en particular con lo señalado en las normas mexicanas NMX-B-208 a la NMX-B-210 de acuerdo a su tipo, peso y dimensiones.

C.02. Los tubos conduit de diámetro de 13 mm (1/2") que son sometidos a la prueba de doblado, deben doblarse en frío sin agrietarse, a un ángulo de 90° alrededor de un mandril de radio de 90 mm.
Análogamente a este diámetro, para tubos ligeros y semiligeros, el radio será igual a 6 veces al diámetro exterior. En tubos pesados el radio será igual a 4 veces el diámetro nominal.

C.03. El número de hilos por 25.4 mm y la longitud de la sección roscada de cada extremo de tubo, ni pie o codo, deberá ser la indicada en la norma mexicana NMX-B-208. La rosca debe tener una conicidad en toda su longitud y dicha conicidad debe ser 1:16.

C.04. Los tubos conduit se deberán suministrar con un largo no menor de 3 metros salvo convenio previo entre el fabricante y el Departamento estos tubos tendrán una tolerancia de + 6 mm.

CIUDAD DE MÉXICO

C.05. Los tubos, codos y niples conduit serán de sección anular, espesor uniforme, prácticamente rectos a simple vista, no deberán presentar defectos superficiales como escorias, rebabas y defectos de costura en sus partes externas e internas, que puedan afectar a la cubierta protectora de los conductores. El esmaltado o el galvanizado, para aquellos tubos y conexiones así especificadas, deberá ser uniforme y cubrir perfectamente toda la superficie de la pieza.

C06. En los tubos conduit metálicos y conexiones que estén recubiertos de zinc; éste debe poseer un peso mayor o igual a 150 g/m^2 para tubos y accesorios ligeros y semipesados y mayor o igual a 75 g/m^2 para tubos semiligeros. El espesor mínimo del recubrimiento de zinc debe ser de 0,02 mm para tubos y conexiones del tipo pesado.

C.07. La superficie de los recubrimientos debe ser continua y uniforme; sin embargo una rugosidad ocasional debida a un flujo accidental del recubrimiento puede ser aceptada a juicio del representante del Departamento.

C.08. En el caso de los codos de 90°, el ángulo que deben formar los ejes de las bocas del codo será de 90° con una tolerancia de ± 3º. La variación del radio de curvatura al eje central de los codos puede ser de ± 10 mm.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El proveedor debe proporcionar al representante del Departamento, cuando éste lo requiera, los resultados de los pruebas a que se hayan sometido los lotes de los cuales provengan los tubos y accesorios.

E.02. Cuando el representante del Departamento lo determine, se debe efectuar una inspección visual al lote para verificar que se cumpla con lo establecido en este capítulo y en su caso, someter a prueba cualquiera de los tubos y/o accesorios.

E.03. El muestreo se debe efectuar al azar, tomando una muestra por cada lote de 500 piezas o fracción para las pruebas de doblado.
Para comprobación de peso, recubrimiento y dimensiones, se puede tomar una muestra por cada 100 piezas o fracción.

E.04. Los métodos de muestreo y prueba de soldado se deben efectuar como lo indica la norma mexicana NMX-B-172; las inspecciones visuales y la medición de diámetros, longitudes, espesores de recubrimiento de zinc y peso de las piezas y tubos se deben realizar como lo señalan las normas mexicanas NMX-J-016, NMX-B-208, NMX-B-209 y NMX-B-210 citadas en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Los tubos y conexiones conduit metálicos que no cumplan con lo indicado en esta norma se rechazarán, salvo que imperfecciones ocasionales de manufactura pudieran ser reparadas a juicio del representante del Departamento.

F.02. En el caso de que se presentara alguna falla, se deben efectuar dos pruebas más de la que falló y de acuerdo a los resultados de ambas pruebas el representante del Departamento determinará si acepta o rechaza los tubos y/o conexiones.

F.03. En todos los tubos inspeccionados, se determinará una tolerancia de hasta ± 6 mm de longitud con respecto al valor nominal. La tolerancia en cuanto a su diámetro será la indicada en la siguiente tabla:

Tubos ligeros, semi-ligeros y semi-pesados.

Tamaño nominal mm (pulg)	Variaciones admitidas en el diámetro en exteriores en mm
13 a 51 (1/2 a 2)	± 0,13
63 (2 ½)	± 0,15
76 (3)	± 0,20
100 (4)	± 0,25

Tubos pesados.

Tamaño nominal mm (pulg)	Variaciones admitidas en el diámetro exterior en mm
Hasta 32 (1 ¼)	± 0,34 mm
Mayores a 32 (1 ¼)	± 1% del diámetro

F.04. En todos los lotes de tubos inspeccionados, las diferencias de peso entre el peso por metro efectivo y el peso nominal teórico especificado en las tablas del fabricante, se admitirá una variación ± 10% para lotes con peso menor o igual a 10 toneladas y de ± 8% en lotes de peso mayor que 10 toneladas.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 018 CAJA Y GABINETE PARA USOS ELÉCTRICOS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Mueble empleado en las instalaciones eléctricas para empalmar, dar salida, colocar los conductores y alojar implementos, equipos eléctricos o dispositivos, con el fin de protegerlos contra accidentes, así como brindar una protección adecuada al equipo o equipos y evitar algún contacto accidental de las personas con líneas o equipos energizados. La caja se usa para hacer conexiones y derivaciones de conductores y alojar contactos y apagadores. El gabinete es un mueble, con volumen mayor al de la caja y en donde se alojan dispositivos y/o aparatos eléctricos para su protección y operación de servicio especificado.

A.02. Para el presente capítulo se tienen las siguientes definiciones complementarias:

a. Caja para cortacircuito (Baja tensión).- Recipiente donde se instala un aparato que manualmente o automáticamente interrumpe la corriente eléctrica cuando es excesiva, peligrosa, o cuando se requiere hacer una operación en algún punto intermedio del sistema.

b. Caja de registro.- Recipiente o recinto metálico o de PVC empleado en las instalaciones eléctricas para empalmar, dar salida o extraer los conductores que estén dentro de tuberías conduit, alojar implementos o equipo eléctrico, con el fin de protegerlo y con el objeto de prevenir a las personas de contacto accidental

c. Gabinete. Recinto, o recipiente diseñado para montaje superficial o empotrado, provisto de un marco, montura o bastidor en el que se puede instalar una o varias puertas oscilantes cuya función principal en el diseño de los diferentes tipos de gabinetes, es el de impedir que los operarios o personal no autorizado entre en contacto accidental con las partes energizadas localizadas en el interior de éstos. Los diferentes tipos de gabinetes, sus aplicaciones y condiciones ambientales ocasionales, se definen a continuación:

1. Gabinete tipo 1. Construido para uso interior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Gabinete tipo 2. Construido para uso interior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

3. Gabinete tipo 3. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y polvo; y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

4. Gabinete tipo 3R. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

5. Gabinete tipo 3S. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y polvo; en el cual el mecanismo externo sigue operando cuando se formen capas de hielo.

6. Gabinete tipo 4. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y polvo; salpicaduras de agua y chorro directo de agua y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

7. Gabinete tipo 4X. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y polvo; salpicaduras de agua, chorro directo de agua y corrosión y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

8. Gabinete tipo 5. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, acumulación de polvo en el ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

9. Gabinete tipo 6. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua, entrada de agua durante la inmersión temporal ocasional a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

10. Gabinete tipo 6P. Construido para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua, corrosión, entrada de agua durante la inmersión prolongada a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del gabinete.

11. Gabinete tipo 12. Construido (sin discos desprendibles) para uso interior o exterior y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, el polvo del ambiente, fibras, partículas flotantes, goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; salpicaduras ligeras de escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

CIUDAD DE MÉXICO

12. Gabinete tipo 12K. Construido (con discos desprendibles) para uso interior o exterior, con el mismo grado de protección que el gabinete tipo 12.

13. Gabinete tipo 13. Construido para uso interior, para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, el polvo del ambiente, fibras, partículas flotantes, rociado y salpicaduras de escurrimientos de agua, así como de aceite y refrigerantes no corrosivos.

d. Placa desprendible.- Parte de la pared de un gabinete fundido o moldeado de forma tal que, mediante el uso de uno o más arillos de espesor menor al material de la pared, dentro del exterior del perímetro del arillo que se va a retirar, pueda romperse fácilmente durante la instalación, con objeto de proporcionar una abertura similar a la que se obtiene con un disco desprendible.

e. Cubierta.- Parte sin bisagras del gabinete que cubre una abertura.

f. Puerta. Parte con bisagra del gabinete que cubre una abertura.

g. Grado de protección.- La capacidad de protección proporcionada por un gabinete contra el acceso a partes que resulte en un riesgo de lesión, el ingreso de objetos sólidos extraños y/o el ingreso de agua, verificada mediante métodos de prueba normalizados.

h. Ubicaciones interiores.- Áreas las cuales son protegidas de la exposición al medio ambiente.

i. Disco desprendible.- Una parte de la pared de una hoja de metal del gabinete hecho de forma tal, que pueda retirarse fácilmente empleando un martillo, desarmador o pinzas, en cualquier momento durante la instalación, con el objeto de proporcionar una abertura de un dispositivo auxiliar o canalización, cables o accesorios.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. La caja se usa para hacer conexiones y derivaciones de conductores y para alojar contactos, apagadores, dispositivos de control, y salidas para la instalación de alumbrado. Se clasifica según su uso en los siguientes tipos:

a. Para tubos conduit en general:

1.- Para salidas de conductores.

2.- Para facilitar la instalación de conductores en los ductos y la unión de los mismos.

3.- Para alojar contactos, apagadores y dispositivos de control.

b. Según su localización:

1.-Interior.
2.-Exterior.

c. Según su hermeticidad:

1.- Ordinaria

2.- Contra agua

3.- Contra polvo

4.- A prueba de explosión

d. Según el material con que está construida:

1. Aluminio
2. Acero inoxidable
3. Acero galvanizado
4. Plástico

A.04. El gabinete se clasifica:

a. Según los aparatos que protege:

1.- Arrancadores

2.- Centro de control de motores

3.- Contactores

4.- Conductores y barras

5.- Estaciones de botones

6.- Interruptores de seguridad, selector o electromagnético, entre otros

7.- Tableros.

8.- Seccionadores

9.- Interruptor de potencia.

10.- Equipo de medición

11.- Equipo de señalización.

12.- Apartarrayos

13.- Otros

CIUDAD DE MÉXICO

b. Por sus características de enfriamiento:

1. Ventilados.

1.1. Por convección (V.C.)

1.2. Forzada sin filtro de aire (V.F.)

1.3. Por evacuación forzada sin filtro de aire (V.E.F.)

1.4. Forzada con filtro de aire a la entrada

1.5. Por evacuación forzada con filtro de aire a la entrada y a la salida.

2. No ventilados (herméticos, los cuales no permiten el paso de aire, líquidos o gases).

c. Por la protección ofrecida y sus usos:

1. Tipo 1: Usos generales
2. Tipo 2: A prueba de goteo
3. Tipo 3: Para servicio a la intemperie
4. Tipo 4: A prueba de lluvia
5. Tipo 5: Hermético al agua y al polvo
6. Tipo 6: Hermético al agua, al polvo y resistente a la corrosión.
7. Tipo 7: Hermético al polvo
8. Tipo 8: Sumergible hermético al polvo y al agua
9. Tipo 9: A prueba de gases explosivos, conteniendo equipo que opera en agua.
10. Tipo 10: A prueba de gases explosivos, conteniendo equipo que opera en aceite.
11. Tipo 11: A prueba de polvos explosivos.
12. Tipo 12: Para uso en túneles, lumbreras o similares.
13. Tipo 13: Resistente a la corrosión y a prueba de goteo.
14. Tipo 14: Uso industrial, hermético al polvo y a prueba de goteo.
15. Tipo 15: Uso industrial, hermético al aceite y al polvo.

A.05. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requerimientos generales de calidad e indicar los métodos de prueba que deben cumplir las cajas y gabinetes para equipo eléctrico.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS.

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

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Norma Oficial de Instalaciones Eléctricas (utilización)	NOM-001-SEDE	Secretaría de Energía.
Cajas de conexiones para instalaciones eléctricas.	NMX-J-023/1	ANCE
Gabinetes para equipos eléctricos de control y distribución.	NMX-J-023/2	ANCE
Términos empleados en industria eléctrica.	NMX-J-281	ANCE
Gabinetes para uso en equipo eléctrico. Requerimientos específicos y métodos de prueba	NMX-J-235/2	ANCE
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.
Proyecto de instalaciones eléctricas.	2.03.09.003	G.D.F.
Proyecto de intercomunicación y sonido.	2.03.09.006	G.D.F.
Instalación de tubos para canalización de conductores eléctricos.	3.01.02.024	G.D.F.
Instalación de cajas registro para conductores eléctricos	3.01.02.027	G.D.F.
Instalación de accesorios eléctricos	3.01.02.028	G.D.F.
Instalación de equipo eléctrico de control y protección.	3.01.02.030	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Todas las superficies interiores de las cajas, con las cuales puedan tener contacto los conductores forrados, deben ser lisas y estar exentas de salientes que puedan deteriorar el aislamiento de los conductores.

C.02. Los orificios destinados al paso de conductores en las tapas de las cajas deben tener las aristas lisas y redondeadas o estar provistos de boquillas aislantes adecuadas, puede ser suficiente un solo orificio para que pasen juntos los diferentes conductores aislados; el paso de otras clases de conductores en tapas metálicas debe ser a través de otro orificio separado y provisto de boquilla aislante para cada alambre o cable que constituya un solo conductor.

C.03. Las roscas de las cajas provistas de ellas, para atornillar los tubos conduit, deben ser siempre en Sistema Americano Normal así como las de los tubos y tener por lo menos 3,5 vueltas completas del filete o hilo de la rosca, pero no más de 5, siempre que la rosca pase todo el espesor de la pared en que esté hecha. En este caso la caja debe estar constituida de manera que se pueda instalar debidamente un monitor normal del tamaño nominal en el extremo de cada tubo que se monte.

C.04. Las cajas de conexión destinadas a emplearse con conductores protegidos o aislados con materiales dieléctricos, deben ser de metal. Las cajas destinadas para conductores que deban montarse sobre aislantes, deben ser de materiales aislantes.

C.05. Los pequeños vástagos o barras que llevan algunas cajas, para colgar los implementos eléctricos, deben ser de hierro, acero, bronce, latón o de fundición maleable.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. Las cajas con protección contra la corrosión deben ser hechas de lámina previamente galvanizada o recubierta con cadmio o fabricadas de algún metal o liga que resista por sí mismo la corrosión. Pueden protegerse también con pinturas adecuadas o por un recubrimiento de zinc que debe cumplir con las pruebas estipuladas.

C.07. Las piezas adicionales para las cajas no deben ser de fundición blanca de hierro; pero se pueden aceptar de ese material cuando se suministre con las cajas de hierro fundido o estén montadas en fábrica como un componente de ellas. Las piezas adicionales para las cajas, excepto las barras para colgar implementos, deben estar protegidas contra la corrosión en forma equivalente a

la exigida para las cajas, con la excepción de que la pintura ordinaria no se considera aceptable más que en el interior de las partes hechas de fundición y siempre que no se trate de abrazaderas o conectores para tubos metálicos flexibles o para conductores para tubos metálicos flexibles o para conductores con protección metálica exterior.

C.08. Las aberturas que no vayan a ser utilizadas en las cajas deben ser cerradas en forma efectiva con tapones o placas de metal. Se eximirán de este requisito, en las cajas de uso ordinario, las perforaciones que tengan un diámetro no mayor de 6,4 mm y las ranuras destinadas a colocar abrazaderas o a facilitar la remoción de los tapones, siempre que la superficie total de las perforaciones de cualquier forma que haya en la caja no exceda de 2,7 cm, incluyendo los taladros destinados al montaje de las abrazaderas, que el total de las que tenga cada lado no pase de 1,3 cm^2 y que las de fondo no excedan de 1,9 cm^2.

C.09. La caja registro de salida, caja para tubería, la cubierta para caja registro y la tapa para caja empotrable destinada para usarse en lugares húmedos con la cubierta cerrada debe tener una cubierta con sistema de autocierre o equivalente.

C.10. La cubierta o tapa para caja empotrable para un receptáculo no debe impedir el asentamiento completo de una clavija con la superficie del receptáculo, teniendo las dimensiones que se especifican en la Tabla 1.

C.11. El espesor de la caja y la cubierta para caja registro de salida de lámina metálica, diferente a la lámina de aluminio, no debe ser menor a 1,60 mm. Sin embargo:

a.- En la caja de lámina de acero, el mínimo espesor comprendido en una distancia no mayor de 6,0 mm desde cualquier doblez en ángulo recto, puede ser de 1,0 mm.

b. El promedio de espesor de los lados y extremos de la caja estampada puede ser de 1,5 mm basado en tres mediciones realizadas sobre el lado y el extremo de la caja pero medidas a no menos de 9,5 mm desde el doblez lateral en ángulo recto.

Las tres mediciones deben realizarse en una línea perpendicular al frente de la caja en un punto a 6,0 mm desde el frente, a 6,0 mm del doblez en ángulo recto en el fondo y a un punto equidistante entre estos dos.

b. La cubierta de hoja de acero laminada puede construirse de un acero que cuente con un espesor menor al requerido si el espesor total de la cubierta ensamblada no es menor a 1,60 mm.

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 1. Clavija de dos alambres

Dimensiones de la clavija (1) mm.	Longitud. mm.	Tipo de cordón (2)	Área de sección transversal.		Longitud del cordón. m
			mm^2	AWG:	
9,5 X 25,4	25,4	SPT-1	0,82	18	0,9
22,2 de diámetro	50,8	SJT SJO	2,082 2,083	14 14	0,9 0,9

NOTAS:

1) La clavija de prueba puede ser configurada a las dimensiones especificadas para clavijas fundidas de dimensiones pequeñas, si se montan en materiales fundidos usando un molde de dimensiones apropiadas y deben cumplir con sus requisitos establecidos.

2) Los cordones flexibles deben cumplir con sus requisitos establecidos por sus normas.

3) SPT1- Cordón con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo para instalaciones de 300 V.

SJT – Cordón uso rudo con aislamiento y cubierta termoplásticos para operar a 300 V.

SJO – Cordón uso rudo con aislamiento y cubierta termofija, resistente a los aceites para operar a 300 V.

C.12. Todas las partes mecánicas y eléctricas montadas en o dentro de la caja o gabinete deben pasar las pruebas aplicables al tipo de gabinete, a menos que se especifique otra cosa.

C.13. Las aberturas para tubos conduit o conectadores roscados en cajas y gabinetes deben ser de tal designación y forma que el tubo conduit se inserte fácilmente, permitiendo que la boquilla del tubo conduit o contratuerca asiente adecuadamente.

C.14. La caja registro de salida y su cubierta fabricada con lámina de aleación de aluminio no debe ser menor a 2,30 mm de espesor, excepto que la sección de un doblez agudo que cuente con un radio de curvatura no mayor a 6,0 mm puede ser menor a 2,30 mm, pero no menor a 2,20 mm de espesor. La aleación de aluminio debe tener una resistencia a la tensión no menor a 115 MPa.

C.15. El espesor de la caja y la cubierta para caja registro de metal fundido, no debe ser menor de 3,0 mm; ademas:

CIUDAD DE MÉXICO

a.- La pared de una caja de hierro maleable o de una caja de aluminio, latón o bronce, ya sea fundida a presión o con molde permanente, no debe ser menor de 2,0 mm de espesor.

b.- El espesor de una pared no menor de 2,38 mm, es aceptable para el ajuste de un tornillo para cubierta, en el área por debajo del montaje de la cubierta, si dicha área no es mayor de 32,00 mm^2 y no tiene una dimensión en línea recta mayor de 13 mm.

c.- El espesor de una cubierta de metal fundido distinto al hierro maleable, aluminio, latón o bronce, fundido a presión o en molde permanente, puede ser menor a lo requerido, pero no menor de 2,0 mm, siempre y cuando la cubierta esté forrada con un material aislante firmemente adherido no menor de 0,80 mm de espesor.

C.16. Todas las superficies de una caja y todas sus partes adheribles de metal ferroso, incluyendo los tornillos y cubierta deben estar protegidos contra la corrosión. Cuando se utilice una protección no metálica contra la corrosión, ésta debe cumplir con las “pruebas de resistencia a la corrosión y de recubrimientos de pintura” indicadas en la Norma Mexicana NMX-J-235/1 a la cual se hace Referencia en la cláusula “B”.

C.17. El recubrimiento de zinc en una superficie interna no debe tener un espesor promedio menor de 4 µm, ni un espesor mínimo menor a 2,5 µm. Un recubrimiento de zinc en una superficie externa, no debe tener un espesor promedio menor de 13,0 µm, ni un espesor mínimo menor 10,0 µm. Sin embargo:

a.- El acero inoxidable no necesita protegerse.

b. Se permite que los extremos cortados y orificios troquelados de una superficie formada de material galvanizado, el área bajo las cabezas de los tornillos que sujetan los costados de una caja registro multisalidas y las superficies roscadas de los orificios de una caja no se protejan.

c. Las uniones soldadas deben tener un recubrimiento protector.

d. La reparación entre las superficies internas y los tornillos, debe permitir el paso de una esfera de 19 mm de diámetro, aunque no esté especificado.

C.18. El promedio de espesores de las paredes de las cajas hechas con lámina de hierro galvanizado o con lámina no protegida, debe ser como mínimo de 1,6 mm. Las paredes de las cajas hechas de fundición ordinaria de hierro y las de aluminio fundido deben tener por lo menos un espesor de 3,2 mm y el espesor de las cajas hechas de fundición maleable debe tener un espesor mínimo de 2,4 mm. Las cajas obtenidas por vaciado en moldes metálicos no tienen requisitos de espesor.

C.19. El exterior de una caja registro de salida de aluminio, tal como una caja de piso, que esté diseñada para usarse en concreto o tabicón, debe recubrirse con pintura de base asfáltica y dos capas de esmalte horneado o equivalente.

C.20. El área debajo de partes retirables o ajustables, tales como las orejas de montaje y abrazaderas, deben estar recubiertas de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior.

C.21. El espesor de las láminas de acero no debe ser menor del establecido en la Tabla 2 y mayor de 0,9 mm de espesor en los puntos en donde se conecte un tubo conduit rígido.

C.22. El resorte usado para cerrar una cubierta sobre un artefacto eléctrico, debe ser de un material que sea resistente a la corrosión.

C.23. Los tornillos autorroscantes y las pijas no son aceptables para ensamblar una caja.

TABLA 2. Espesores de lámina de acero.

Ancho máximo de piezas metálicas rectangulares, soportadas en las cuatro orillas, en mm	Espesor nominal de láminas roladas en frío, sin marco de soporte o refuerzo equivalente, en mm	Espesor nominal del acero al bajo carbón, con marco de soporte o refuerzo equivalen te, en mm
130	0,607	0,607
180	0,795	0,607
250	0,912	0,795
300	1,214	0,912
500	1,519	1,214
710	1,897	1,519
1000	2,660	1,519
1420	3,420	1,519

C.24. El ancho mínimo interno de una caja empotrable no debe ser menor de 44,45 mm; sin embargo, para una caja destinada para alojar un artefacto eléctrico estrecho, se permite un ancho mínimo hasta de 25,0 mm.

C.25. Una caja para tubería debe tener un área de sección transversal no menor a la especificada en la Tabla 3, basada en la mayor designación de la canalización que puede conectarse a ésta.

TABLA 3.- Área de la sección transversal de las cajas para tubería.

Designación del tubo (conduit) (1)	Designación cm	Área de la sección transversal cm^2
16 (1/2”)	1,27	3,92
21 (3/4”)	1,90	6,88
27 (1”)	2,54	11,15
35 (1 ¼”)	3,17	19,30
41 (1 ½”)	3,81	26,27
53 (2”)	5,08	43,30
63 (2 ½”)	6,35	61,78
78 (3”)	7,62	95,39
91 (3 ½”)	8,89	127,57
103 (4”)	10,16	164,26
129 (5”)	12,70	258,14
155 (6”)	15,24	372,78
1) La designación colocada a la izquierda del paréntesis no tiene unidades. Los valores de identificación al principio sustituirán a los que están dentro del paréntesis.		

C.26. La caja para tubería con una longitud interna medida como se muestra en la Figura 1, igual o mayor que las dimensiones especificadas en la Tabla 4, debe estar permanentemente marcada con el máximo número y el tamaño de conductores que puedan alojarse en ella.

CIUDAD DE MÉXICO

C.27. La caja para tubería que no cambia la dirección del cableado que pasa a través de ésta, debe tener una longitud no menor que ocho veces el diámetro nominal del tubo (conduit) de mayor diámetro que puede estar conectado a ésta, indicado en la Tabla 3. La longitud se mide dentro de la caja desde el centro del tope del mamelón del tubo (conduit), hasta el lado opuesto; o para una caja para tubería con una sola entrada, hasta la pared opuesta.

Sin embargo, una caja para tubería destinada a instalarse con varios conductores que ocupen menos del máximo permitido en éstas, según lo indicado en la Tabla 5, no necesita cumplir con estos requerimientos, siempre que la caja haya sido probada para ese uso y esté marcada permanentemente con el número y tamaño máximo de conductores permitidos, de acuerdo con la Tabla 6.

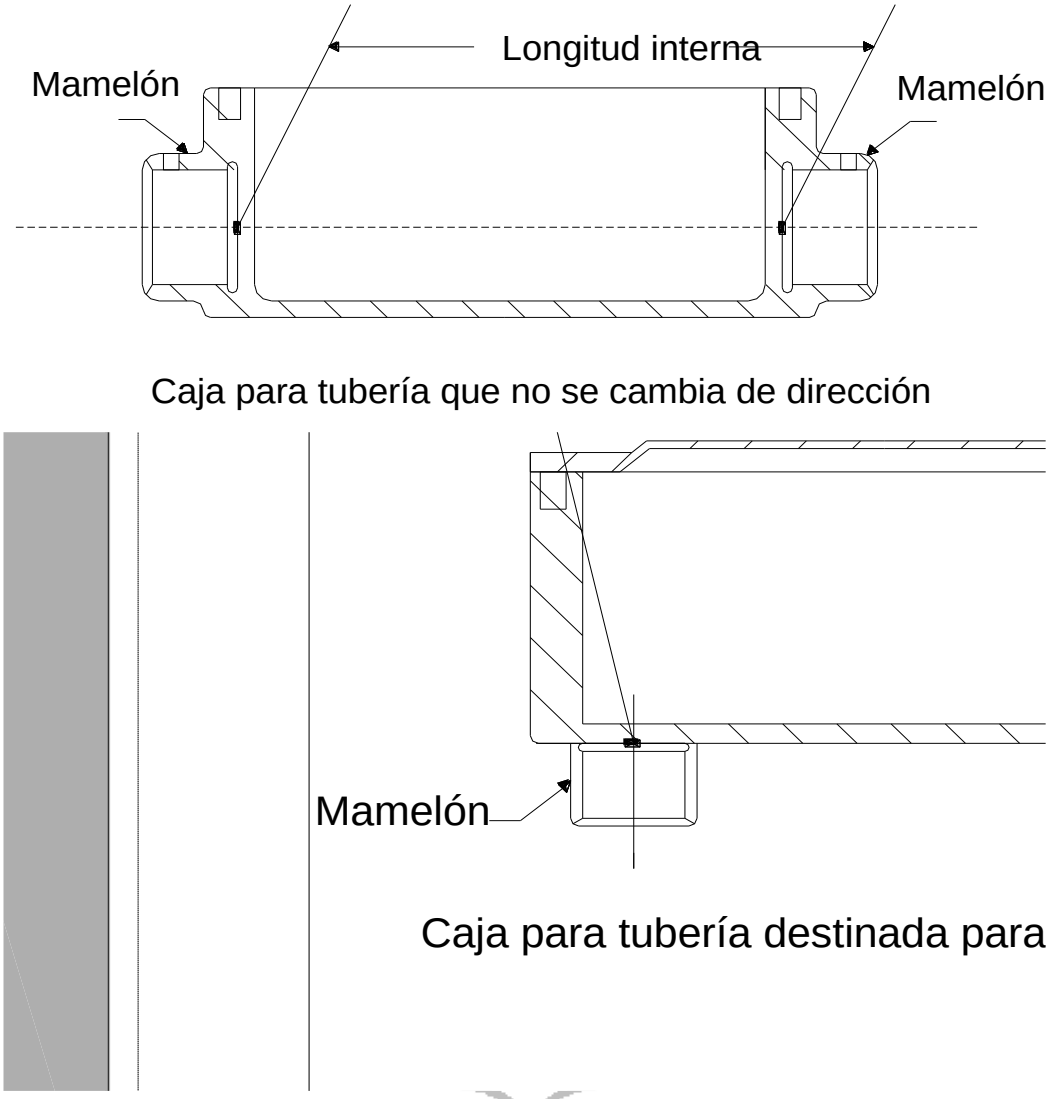


FIGURA 1. Longitud de las cajas de tubería.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4.- Distancia mínima entre mamelones de una caja para tubería para instalación con tres conductores.

Área de la sección transversal del conductor mm²	Distancia mínima (mm)							
	Designación comercia de los mamelones de la caja para tubería							
	21(1)	35 (1 1/4)	41 (1 1/2)	53 (2)	63 (2 1/2)	78 (3)	91 (3 1/2)	103 (4)
21,2 (4)	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*	114,3* 57,15* 101,6*
26,7 (3)	_ _ _	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*	126,9* 64,77* 107,95*
33,6 (2)	_ _ _	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*	138,18* 69,09* 114,30*
42,4 (1)	_ _ _	_ _ _	147,83* 101,60* 121,92*	147,83* 101,60* 121,92*	147,83* 101,60* 121,92*	147,83* 101,60* 121,92*	147,83* 101,60* 121,92*	147,83* 101,60* 121,92*
53,5 (1/0)	_ _ _	_ _ _	153,92* 113,79* 127,00*	153,92* 113,79* 127,00*	153,92* 113,79* 127,00*	153,92* 113,79* 127,00*	153,92* 113,79* 127,00*	153,92* 113,79* 127,00*
67,4 (2/0)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	191,26* 127,00* 149,35*	191,26* 127,00* 149,35*	191,26* 127,00* 149,35*	191,26* 127,00* 149,35*	191,26* 127,00* 149,35*
85,0 (3/0)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	234,95* 136,65* 174,50*	234,95* 136,65* 174,50*	234,95* 136,65* 174,50*	234,95* 136,65* 174,50*	234,95* 136,65* 174,50*
107,2 (4/0)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	245,87* 146,05* 203,20*	245,87* 146,05* 203,20*	245,87* 146,05* 203,20*	245,87* 146,05* 203,20*	245,87* 146,05* 203,20*
127,0 (250)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	259,08* 170,43* 213,36*	259,08* 170,43* 213,36*	259,08* 170,43* 213,36*	259,08* 170,43* 213,36*
152,0 (300)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	321,06* 188,47* 221,49*	321,06* 188,47* 221,49*	321,06* 188,47* 221,49*	321,06* 188,47* 221,49*
177,0 (350)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	377,70* 201,68* 227,08*	377,70* 201,68* 227,08*	377,70* 201,68* 227,08*	377,70* 201,68* 227,08*
203,3 (400)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	261,62*	261,62*	261,62*
253,0 (500)	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	315,72*	315,72*	315,72*

Notas: * Aplica a cajas para tuberías sin cambio de dirección.

*Aplica a cajas para tuberías destinadas para permitir un cambio de dirección.

*Aplica a cajas para tubería que tiene un mamelón en la pared opuesta de la cubierta removible.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 5.- Factores de relleno en tubo (conduit).

Número de conductores.	Uno	Dos	Más de dos.
Todos los tipos de conductores.	53	31	40

TABLA 6. Distancias mínimas para entrada de tubería en cajas.

Área de sección transversal del conductor.		Distancia mínima a la cubierta mm
mm^2	AWG	
2,082 a 5,260	14 a 10	No especificado
8,367 a 13,30	8 a 6	38,0
21,51 a 26,67	4 a 3	50,0
33,62	2	65,0
42,41	1	76,2
53,5 a 67,43	0 a 2/0	90,0
85,01 a 107,2	3/0 a 4/0	100,0
126,7	250	115,0
152 a 177,3	300 a 350	125,0
202,7 a 253,4	400 a 500	150,0
304,0 a 354,7	600 a 700	200,0
380 a 456,0	750 a 900	200,0
506,7 a 633,4	1 000 a 1 250	255,0
750,1 a 1013	1 500 a 2 000	305,0

CIUDAD DE MÉXICO

C.28. La caja para tubería destinada para permitir un cambio de dirección en un eje de un sistema de tubo (conduit), debe tener una distancia interna entre cada entrada para tubo (conduit) y el mamelón de entrada de la pared opuesta que aloje un conductor común, no menor a la especificada en el inciso (a) siguiente; o entre cada entrada para tubería y la pared opuesta no menor a la suma de los puntos (a) y (b) siguientes:

a) Seis veces el diámetro nominal del tubo (conduit) mayor para el cual la caja es destinada.

b) La suma de los diámetros nominales de las otras entradas para tubo (conduit) en la misma pared de la caja.

C.29. Si una caja para tubería tiene una entrada para tubería en la pared opuesta de la cubierta removible, puede tener una distancia desde la cubierta a la pared opuesta, no menor a la especificada en la Tabla 5.

Con respecto a la distancia interna de cada canalización, debe medirse desde los puntos localizados en la entrada para tubería donde el eje de la canalización pasa a través del plano del tope del mamelón del tubo conduit hasta la superficie interna de la cubierta.

C.30. El orificio en una caja para tornillo de fijación, no debe tener una dimensión mayor de 6,74 mm.

La ranura en una caja que vaya a usarse únicamente dentro de una envolvente metálica completa, es aceptable con una dimensión no mayor de 15,9 mm y otra dimensión no mayor de 32 mm.

C.31.- El área de una ranura u orificio tipo espiga no debe ser mayor de 26 mm^2.
Una ranura u orificio tipo espiga no debe localizarse en un tapón desprendible para entrada del tubo (conduit) con una designación de 16 (1/2”) o mayor.

C.32. El área total de todos los orificios en cualquier lado o extremo de una caja, no debe ser mayor de 130 mm^2. El área total de todos los orificios en toda la caja y en su fondo, no debe ser mayor al especificado en la Tabla 7.

TABLA 7.- Área máxima de los orificios en una caja.

CIUDAD DE MÉXICO

Tipo de caja.	Área máxima de todos los orificios. mm^2	Área máxima del orificio en el fondo. mm^2
Unidad sencilla, o unidad múltiple de 2 a 4 compartimientos.	292	215
Unidad múltiple de 5 a 7 compartimientos.	506	430
Unidad múltiple de 8 ó más compartimientos.	720	645

C.33.- El área de un orificio roscado cuyo uso sea el de alojar un tornillo de puesta a tierra, no se considera. Al calcular el área de los orificios, el lado oblicuo de una caja se considera, como parte de su extremo, como se muestra en la Figura 2.

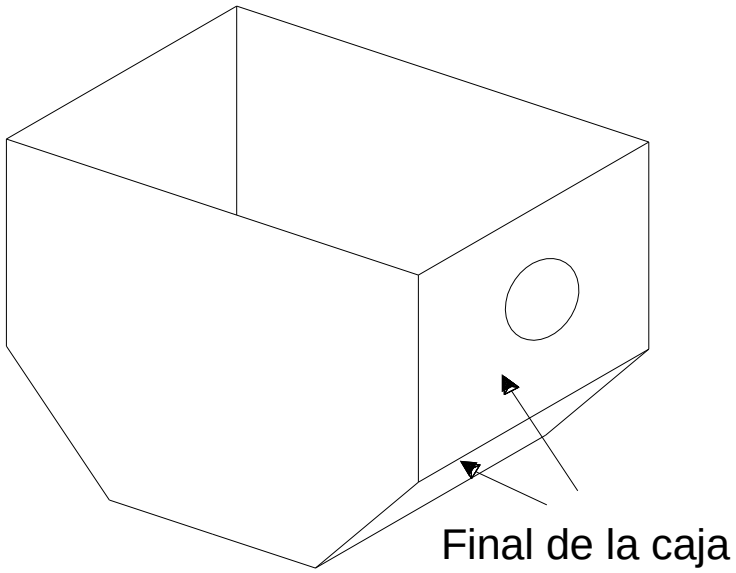


FIGURA 2. Final de la caja

C.34. La cubierta de caja no debe tener orificios a excepción de aquellos para ensamblarse a la caja, como se describe en los siguientes párrafos:

a.- A excepción de una cubierta para una caja empotrable multisalidas, no se debe proporcionar más de cuatro orificios para montar la cubierta a la caja. Cada orificio debe ser un barreno redondo, una ranura única o muesca no bifurcada, o una ranura tipo llave. El orificio redondo para montaje no debe ser mayor a 5,56 mm de diámetro. La ranura no debe tener dimensiones mayores de las especificadas el la Figura 3.

CIUDAD DE MÉXICO

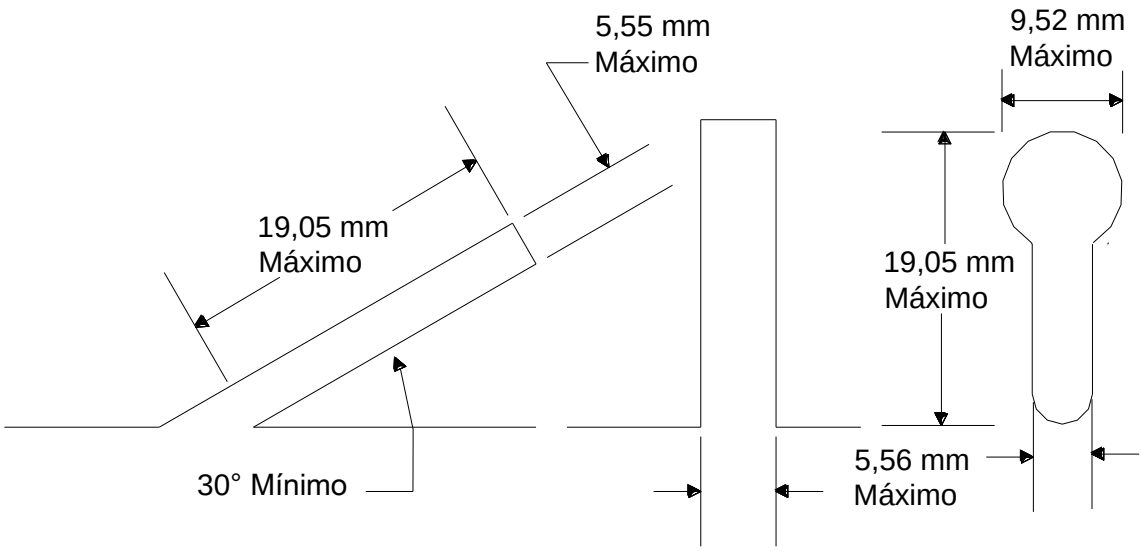


FIGURA 3. Orificios en cubierta para cajas.

b.- La cubierta para una caja empotrable multisalidas, no debe tener más de dos orificios de montaje para cada compartimiento involucrado.

c.- La cubierta que tiene ranuras de montaje, ranuras tipo llave o ambas, pero sin orificios de montaje puede tener un solo orificio no mayor de 5,0 mm de diámetro, localizado a no más de 6,40 mm del borde exterior de la cubierta, con excepción de una cubierta, la cual debe tener ese orificio localizado a no más de 13 mm del borde exterior de la cubierta.

d.- Puede proporcionarse un orificio que vaya a ser cerrado en el campo mediante un artefacto eléctrico, tal como un interruptor, contacto, portalámparas o por una tapa para caja empotrable.

e.- No deben existir orificios en una caja para tubería diferente a los utilizados para:

1. La conexión con el tubo (conduit);
2. Alojar los tornillos del montaje de la cubierta.

CIUDAD DE MÉXICO

C.35. El tapón desprendible debe cubrir completamente la abertura en la cual está localizado y el claro entre el tapón desprendible y la abertura no debe ser mayor a 0,25 mm.

C.36. El tapón de lámina o placa utilizada para cerrar una abertura no utilizada, en una caja de metal, no debe tener un espesor menor de 1,35 mm si es de acero, y no menor de 2,0 mm de espesor si es de aluminio, a menos que cumpla con lo estipulado en lo siguiente:

a.- El tapón de lámina de acero o placa no menor de 0,25 mm de espesor y construido de tal manera que no pueda removerse por una fuerza de 90 N aplicada en cualquier dirección propia para su extracción, es aceptable para cerrar un orificio no utilizado que:

1. Esté en una caja de piso cuando:

   1.1 Sea destinada a instalarse únicamente en concreto.

   1.2 Es embalada en una caja de cartón marcada.

2.- Es roscado; y

3. Es de una designación no mayor de 41 (1 ½”).

b. Si el tapón o placa para cerrar una abertura no utilizada es laminada, el espesor total no debe ser menor a 1,35 mm. La construcción de un tapón o placa que emplea un tornillo para asegurar, debe cerrarse de tal forma que sea efectivo aunque los tornillos lleguen a aflojarse ligeramente.

c. El tapón de metal fundido para cerrar un orificio en una caja registro de salida no debe ser más delgado de 1,60 mm si es de zinc o aluminio fundido a presión o hierro maleable y el espesor no debe ser menor a 3,2 mm si es de aluminio o hierro fundido en arena. El tapón de zinc fundido a presión, no debe ser mayor de 27 (1”) designación del tubo (conduit).

d. El tapón de resina fenólica, empleado para cerrar un orificio no utilizado en una caja, no debe tener un espesor menor de 2,5 mm.

e.- El tapón o placa de hierro o acero empleado para cerrar un orificio no utilizado en una caja metálica de salida, debe protegerse contra la corrosión.

C.37. La caja debe proveerse con lo indicado a continuación para su conexión a un sistema de alambrado:

a. El orificio para la conexión de tubo (conduit) tipo pesado y semipesado puede barrenarse y contar con roscado cónico en el campo y el espesor de la pared de la caja donde sea hecha la perforación no debe ser menor a 6,5 mm.

b. Si las cuerdas para la conexión del tubo (conduit) tipo pesado y semipesado no tienen roscado tipo cónico a lo largo del orificio en la pared de la caja en los mamelones para tubo (conduit), o parecidos en el metal, no deben existir menos de cinco hilos de cuerda completos y debe existir un orificio de entrada liso y redondeado para los conductores el cual ofrezca una protección a los conductores equivalente a aquella proporcionada por un monitor para el tubo (conduit).

CIUDAD DE MÉXICO

c. El diámetro de garganta de un orificio de entrada debe estar dentro de los límites especificados en la Tabla 8 y el cumplimiento debe determinarse por los verificadores de límite, ilustrados en la Figura 4 y teniendo las dimensiones especificadas en la Tabla 9.

d. Se deben suministrar abrazaderas o sujetadores como parte de cualquier caja metálica, provista con un tapón desprendible de una designación de tubo (conduit), menor a 16 (1/2”). Si las abrazaderas o sujetadores son movibles, no necesitan suministrarse para cada tapón desprendible en la caja.

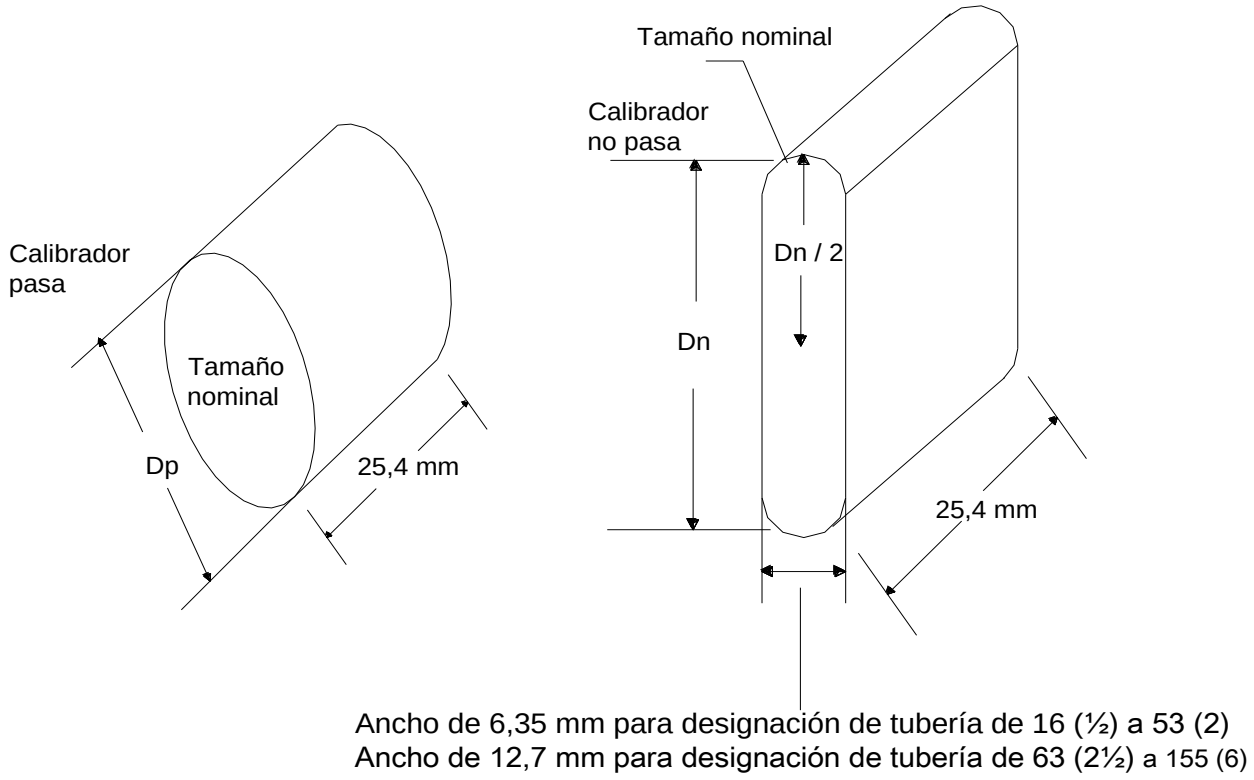


FIGURA 4.- Calibradores límites para verificación de las gargantas de los monitores.

TABLA 8.- Diámetro de garganta para orificios de entrada.

Designación del tubo (conduit). (1)	Diámetro de garganta para orificios.	
	Mínimo mm	Máximo mm
16 (1/2”)	14,2	15,80
21 (3/4”)	18,9	20,93
27 (1”)	24	26,64
35 (1-1/4”)	32	35,05
41 (1-1/2”)	37	40,89
53 (2”)	47,24	52,50
63 (2-1/2”)	56,44	62,71
78 (3”)	70	77,92
91 (3-1/2”)	81	90,12
103 (4”)	92	102,26
129 (5”)	115	128,19
155 (6”)	139	154,05
(1) La designación no tiene unidades. Los valores de identificación que preceden a los paréntesis, sustituirán a los que están dentro de éstos.		

e. La abrazadera provista como parte de una caja registro de salida y destinada para asegurar el tubo flexible o cable, debe cerrar el orificio de entrada en la caja alrededor del cable o el tubo flexible.

f.- El tapón desprendible diferente a los descritos en los incisos C.24 y C.25, proporcionado en una caja registro de salida para el tubo (conduit), con designación de 16 (1/2”) o mayor, debe rodearse en ambas superficies interior y exterior, por una superficie plana concéntrica que permita una adecuada instalación de una contratuerca. La superficie plana debe extenderse en todas direcciones más allá de la orilla del tapón desprendible a una distancia no menor de aquella especificada en la Tabla 10.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9.- Diámetro de los calibradores límite para las gargantas de los monitores.

Designación del tubo (conduit) (1)	Diámetro de pasa (a) Dp mm	Diámetro de no pasa (a) Dn mm
16 (1/2”)	14,199	15,824
21 (3/4”)	18,821	20,955
27 (1”)	23,952	26,670
35 (1 ¼”)	31,521	35,077
41 (1 ½”)	36,779	40,919
53 (2”)	47,219	52,527
63 (2 ½”)	56,413	62,738
78 (3”)	70,104	77,953
91 (3 ½”)	81,077	90,145
103 (4”)	91,999	102,286
129 (5”)	115,341	128,219
155 (6”)	138,608	154,076

(1) La designación no tiene unidades. Los valores de identificación que preceden a los paréntesis, sustituirán a los que están dentro de éstos.

NOTA – a) La tolerancia aplicable es de ± 0,013 mm.

TABLA 10. Diámetros de tapones desprendibles y ancho de las superficies planas que los rodean

Designación del tubo (conduit) (1)	Diámetro de tapones desprendibles (2) mm	Ancho mínimo de la superficie plana que rodea al tapón. mm
16 (1/2”)	22,23	3,38
21 (3/4”)	28,17	3,96
27 (1”)	34,93	5,03
35 (1 ¼”)	44,04	6,96

NOTAS:

1) La designación no tiene unidades. Los valores de identificación que preceden a los paréntesis, sustituirán a los que están dentro de éstos.
2) Aplicar una tolerancia de ± 0,79 mm y de – 0,38 mm al diámetro del tapón desprendible. Los diámetros de los tapones desprendibles deben ser medidos en puntos diferentes al lugar donde el material permanece después de retirar el tapón.

CIUDAD DE MÉXICO

C.38.- El método para fijar las orejas ajustables a la caja debe permitir que la caja sea montada con su frente embutido en la superficie de montaje y con su frente a 12,7 mm y distancias menores enfrente de esa superficie.

C.39. El orificio para clavo de soporte en una caja debe localizarse de tal manera que el clavo no sobresalga más de 6,5 mm del interior de la superficie posterior de la caja, cuando la caja sea instalada con el clavo pasando a través de su interior.

C.40. El niple para el montaje de un luminario debe contar con no menos de cinco hilos completos y debe estar fabricado de hierro maleable, acero u otro material de propiedades mecánicas similares.

C.41. La caja destinada para conectarse a una canalización metálica o cable con envolvente metálica debe permitir una continuidad eléctrica de puesta a tierra. Sin embargo, una parte que no aloje alambrado no necesita conectarse eléctricamente con los medios de puesta a tierra.

C.42. La caja registro provista con abrazaderas o sujetadores para la fijación del tubo flexible no metálico, cable con cubierta no metálica, cable de acometida o similar, debe tener un barreno roscado para utilizar un tornillo de puesta a tierra.

C.43. La caja registro no necesita de un barreno roscado si está provista de los medios de sujeción tales como conectadores o clip de sujeción del cable, o de un tornillo autorroscante que pueda identificarse con el propósito de asegurar el conductor de puesta a tierra.

C.44. Los tornillos de sujeción para las cajas deben tener un diámetro mínimo de 4,2 mm y una cuerda de 13 hilos por centímetro como máximo.

CIUDAD DE MÉXICO

C.45.-El tornillo para puesta a tierra provisto en una caja registro debe ser:

a.- Número 8-32 o mayor

b.- Tener una cabeza pintada de verde, ya sea ranurada, hexagonal o ambas;

c.- Ser de acero galvanizado, acero inoxidable, cobre o alguna aleación de cobre.

Únicamente tornillos de acero galvanizado o inoxidable se deben proveer en una caja registro de aluminio.

C.46.-El tornillo de puesta a tierra debe acoplar por lo menos dos hilos completos y deben usarse conectadores junto con arillos, roldanas de presión o un método equivalente capaz de sujetar un conductor de área de sección transversal de 5,3 mm^2 (10 AWG) bajo la cabeza del tornillo.

C.47. El gabinete debe encerrar completamente todas las partes vivas (energizadas) que puedan alojarse en él

C.48. Todos los gabinetes deben suministrarse con medios de montaje

C.49. Las orillas del gabinete no deben presentar filos por constituir un riesgo de lesión bajo uso normal o mantenimiento.

C.50. Todos los gabinetes deben tener la rigidez necesaria para mantener su forma y permitir que las puertas y cubiertas cierren correctamente.

C.51. Los gabinetes pueden proporcionarse con orificios para montaje de equipos y accesorios, los cuales deben cumplir con lo indicado en la Tabla 11.

TABLA 11. Orificios para montaje de equipos.

Dimensiones máximas del gabinete (mm)	Área de la superficie más grande del gabinete (cm^2)	Área total máxima de los orificios (cm^2)	Área máxima de cualquier orificio (cm^2)
457	870	1,93	0,452
más de 457	más de 870	3,36	0,839

CIUDAD DE MÉXICO

C.52. Los medios de montaje proporcionados en el interior del gabinete debe cumplir con lo indicado en la Tabla 12.

TABLA 12. Orificios para montaje del gabinete

Dimensiones máximas del gabinete (mm)	Área de la superficie más grande del gabinete (cm^2)	Número máximo de orificios (cm^2)	Área total máxima de los orificios (cm^2)
178	206	4	7,7
457	870	6	7,7
1020	2540	6	9,7
más de 1020	más de 2540	8	12,9

C.53. Los gabinetes pueden contar con aberturas provistas para que se tapen con el equipo instalado en campo (tal como botones de desconexión, seguros de puertas, entre otros).

C.54. Todas las aberturas para tubo conduit deben ser discos desprendibles y estos estar formados de tal manera que puedan quitarse fácilmente para que no se caigan durante su manejo.

C.55. Todo gabinete debe contar con cuatro aberturas adicionales máximo (para el escape de aire o para el drenado de pintura durante el proceso de pintado, o similares). El tamaño de estas aberturas debe ser de 3,2 milímetros por 3,2 milímetros como máximo para dos aberturas y 6,4 milímetros por 6,4 milímetros máximo para las otras dos aberturas, para gabinete de 457 milímetros máximo de largo o ancho, en los cuales la superficie más larga no exceda 871 cm^2. En un gabinete más grande la abertura máxima debe ser 6,4 mm por 6,4 mm.

C.56. El gabinete de lámina metálica (no se considera cubierta o puerta) debe tener el espesor especificado en las Tablas 13, 14 y 15.

TABLA 13 Espesor mínimo de la lámina metálica para gabinetes fabricados con aluminio, cobre o bronce

Sin marco soporte		Con marco soporte o refuerzo equivalente		Espesor mínimo
Ancho máximo[a] cm	Largo máximo[b] cm	Ancho máximo[a] cm	Largo máximo[b] cm	
45,7 50,8	**No límite** 63,5	106,7 114,3	No límite 139,7	1,91
63,5 73,7	No límite 91,4	152,4 162,6	No límite 198,1	2,41
94,0 106,7	No límite 134,6	221,0 236,2	No límite 289,6	3,10
132,1 152,4	No límite 188,0	312,4 330,2	No límite 406,4	3,89

a. La dimensión más pequeña de una pieza de hoja metálica que es parte del gabinete. Las superficies adyacentes de un gabinete pueden tener soportes comunes y pueden hacerse de una sola hoja.

b. “No límite” se aplica solamente si la orilla de la superficie está doblada al menos 12,7 mm o sujeta a superficies adyacentes que normalmente no se retiran durante el uso normal.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 14 Espesor mínimo de la lámina metálica para cubiertas y puertas

Dimensiones máximas		Espesor mínimo basado en la dimensión máxima, mm[a]			
Líneal	Área	Gabinete de empotrar[b]		Gabinete de sobreponer.	
cm.	cm^2	Acero[c]	Aluminio, cobre o bronce	Acero[d]	Aluminio, cobre o bronce
17,8	206	1,35	1,91	1,35	1,91
45,7	870	1,70	2,41	1,35	1,91
61,0	2 300	1,70	2,41	1,35[c]	1,91[c]
102,0	2 540	2,36	3,10	1,70[c]	2,41[c]
152,0	9 700	2,36	3,10	2,36	3,10
Mayor de 152,0	Mayor de 9 700	3,12	3,89	3,12	3,89

a El espesor de un domo separado usado en conjunto con una lámina plana se permite que esté basado en la dimensión del domo.

b. Las dimensiones dadas son las de la abertura en el gabinete.

c. Si un gabinete de sobreponer tiene marco o frente y además una construcción puerta en puerta, el espesor de la lámina metálica usada para el marco, frente y puertas debe ser como se especifica para un gabinete de montaje para empotrar.

d. El espesor mínimo se refiere al material base y no incluye el espesor del recubrimiento.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 15.- Espesor de la lámina metálica para gabinetes de acero.

Sin marco soporte.		Con marco soporte o refuerzo equivalente.		
Ancho máximo[a] cm	Largo máximo[b] cm	Ancho máximo[a] cm	Largo máximo[b] cm	Espesor mínimo[c] mm
45,7 50,8	No límite 63,5	68,6 73,7	No límite 91,4	1,35
55,9 63,5	No límite 78,7	83,8 88,9	No límite 109,2	1,52
63,5 73,7	No límite 91,4	99,1 104,1	No límite 129,5	1,70
83,8 96,5	No límite 119,4	129,5 137,2	No límite 167,6	2,03
106,7 119,4	No límite 149,9	162,6 172,7	No límite 213,4	2,36
132,1 152,4	No límite 188,0	203,2 213,4	No límite 261,6	2,74
160,0 184,4	No límite 228,6	246,4 261,6	No límite 322,6	3,12

a. La dimensión más pequeña de una pieza de hoja metálica rectangular que es parte del gabinete. Las superficies adyacentes de un gabinete pueden tener soportes comunes y pueden hacerse de una sola hoja.

b. "No límite" se aplica solamente si la orilla de la superficie está doblada al menos 12,7 mm o sujetada a superficies adyacentes que normalmente no se retiran durante el uso normal.

c. El espesor mínimo se refiere al material de la base y no incluye el espesor del recubrimiento.

CIUDAD DE MÉXICO

C.57. El material usado para una mirilla de observación y que forme parte del gabinete, debe sujetarse en forma confiable, de tal manera que no pueda desplazarse en servicio y debe proporcionar protección mecánica de las partes encerradas.

C.58. El vidrio de una mirilla de observación hasta 102 mm en cualquier dimensión y de un espesor no menor a 1,40 mm o el vidrio para una ventanilla de observación que no tenga ninguna dimensión mayor a 305 mm y espesor no menor a 2,92 mm, no necesita someterse a evaluación.

El vidrio usado para cubrir una abertura más grande debe cumplir con las pruebas de resistencia al astillamiento.

C.59. Las juntas machihembradas se deben usar en cubiertas de apertura frecuente para gabinete de interruptores con fusibles o controladores. Estas uniones requieren una gran precisión de maquinado en las juntas y buen ajuste de los pernos. La unión machihembrada para un controlador provisto de cubierta para cerrar una caja estará dividida en dos compartimientos separados por una pared; a su vez, la unión se formará de una armadura que ajuste con una lengüeta en la cubierta, suficiente para completar el cierre del gabinete y la separación de los compartimientos.

C.60. Las orillas de un gabinete no deben estar afiladas para evitar constituir un riesgo de lesión.

C.61. El metal en el cual se introduzcan tornillos debe permitir que al menos entren dos cuerdas completas. Los remaches, tornillos y medios de sujeción similares en un gabinete de lámina metálica deben tener un diámetro al menos 50% mayor que el espesor de la lámina metálica acabada en la cual se usen.

Excepción 1: Si el espesor original es mayor o igual al paso de la cuerda, se permite extruir la cuerda de la lámina metálica y roscar el orificio para dar el espesor necesario para dos cuerdas completas.

Excepción 2: Deben considerarse aceptables las siguientes combinaciones del mínimo número de cuerdas y el mínimo espesor de la lámina:

- 32 cuerdas por 25,4 mm instalados en 1,35 mm
- 28 cuerdas por 25,4 mm instalados en 1,70 mm
- 24 cuerdas por 25,4 mm instalados en 2,03 mm
- 20 cuerdas por 25,4 mm instalados en 2,36 mm
- 18 cuerdas por 25,4 mm instalados en 2,74 mm
- 16 cuerdas por 25,4 mm instalados en 3,12 mm

CIUDAD DE MÉXICO

C.62. El sujetador que se use con un tornillo convencional, que no sea un orificio roscado o una tuerca, es aceptable si tiene la resistencia mecánica necesaria y si es aceptable en otro caso para su aplicación.

C.63. No necesitan tapas interiores aquellos gabinetes autosoportados cuyos aparatos de control contenidos en ellos y partes energizadas expuestas estén a más de 15 cm del piso.

C.64. Las superficies interior y exterior de un gabinete tipo 1 hecho de metal ferroso, deben protegerse contra la corrosión mediante barnizado, pintado, galvanizado, u otro medio equivalente, o debe probarse como se describe en la Norma NMX-J-235/2-ANCE, citada en la Cláusula B de Referencias.

C.65. Se considera que los gabinetes están total y adecuadamente instalados, cuando no permitan la entrada de una varilla de 3 mm de diámetro por ninguna abertura, excepto si la distancia entre la abertura y las partes energizadas expuestas es mayor de 10 cm; en este caso se puede permitir la entrada de una varilla hasta de 13 mm. En gabinetes con drenaje, los agujeros para este fin no deben permitir la entrada de una varilla que tenga un diámetro mayor de 6 mm y se debe mantener a su vez una distancia mayor de 10 cm entre la parte energizada más cercana y las perforaciones de drenaje que sean mayores de 3 mm de diámetro. En el caso de que esta distancia sea menor, se deben instalar barreras aislantes entre las perforaciones de drenaje y las partes energizadas para evitar el contacto de éstas con una varilla recta y rígida.

No aplica esta disposición a todos aquellos gabinetes herméticos que deban impedir la entrada o salida del aire, gas, agua o aceite.

C.66. La perforación en un gabinete para fijar una placa de datos debe tener fondo, (es decir no se permitirá que quede libre una parte del tornillo de fijación o fuera del lugar que le corresponde). Las perforaciones en gabinetes para asegurar mecanismos, no deben tener fondo, deben estar cerradas ya sea soldada la parte en su lugar o la parte debe acoplar por lo menos 5 hilos completos y estar asegurada contra remoción.

C.67. Las perforaciones para pernos en los gabinetes se deben tomar en cuenta como parte de la trayectoria de la flama, en el caso de una explosión. La perforación no debe ser mayor de 0,8 mm que el diámetro del perno. Los pernos pueden localizarse aproximadamente en la mitad de la junta, pero la distancia desde la perforación para el perno hasta el exterior del gabinete no debe ser menor de 12,7 mm. La distancia desde la junta hasta la superficie inferior de la cabeza del perno debe ser igual o por lo menos la mitad del ancho de junta requerida o en su caso como se indica en la Tabla 16.

C.68. Los gabinetes ventilados deben cumplir con los mismos requisitos de los no ventilados, con la excepción de que deben tener aberturas para ventilación. En los gabinetes herméticos que necesiten ser ventilados, se debe proporcionar por medio de aire forzado desde una fuente exterior (ventilador extractor) al lugar donde se encuentre el gabinete, para producir una presión mayor que la presión atmosférica dentro del mueble.

Ciudad de México

TABLA 16. Especificaciones de las cuerdas en los gabinetes.

Diámetro máximo de las secciones roscadas, (mm)	Número de hilos por pulgada		Ancho máximo del gabinete (mm)
	Máximo	Mínimo	
Sin límite	20	5	de 0 a 1420
Hasta 9,5	24	5	de 0 a 1420
Más de 9,5	24 28 32	6 7 8	de 0 a 299 de 300 a 500 de 501 a 1420

C.69. Las juntas en los gabinetes para usos eléctricos deben asegurar un ajuste hermético en todos sus puntos; si son del tipo metal a metal, deben tener una superficie de contacto de por lo menos 5 mm de ancho.

Se deben usar preferentemente este tipo de juntas a las de empaque; pero cuando se lleguen a usar las de empaque, deben ser éstas de un material no combustible y a prueba de insectos; deben estar de tal forma diseñadas que el material del empaque quede mecánicamente fijo y protegido, de manera que haya contacto en un ancho mínimo de 5 mm en todos los puntos alrededor de la junta.

C.70. Por ningún motivo se debe usar el hule como material de empaque o de adhesivo en la sujeción mecánica al fijar el empaque en su lugar.

C.71. Los gabinetes deben usar juntas planas y uniones roscadas sobre pequeñas cubiertas en las partes cuyas áreas estén sujetas a leves presiones de explosión y donde el espacio libre entre pernos no exceda de 15 cm, sobre todo en cubiertas planas de acero y en placas de aluminio y cubiertas fundidas de poco espesor. En caso de ser necesaria una separación de pernos mayor a 15 cm, deben tener nervaduras o alguna construcción que dé la rigidez suficiente para evitar flexiones entre los pernos.

La distancia más corta a lo largo de la junta, desde el interior del gabinete a la orilla de la perforación, puede ser menor de 11 mm pero no menor de 6,4 mm para juntas de 25 mm de ancho o menor de 11 mm para juntas de más de 25 mm.

CIUDAD DE MÉXICO

La separación máxima permitida entre superficies planas debe ser de 0,1 mm para una distancia a lo largo de la junta mayor de 15 cm; sin embargo, no se acepta la junta cuando esos valores permitan el paso de flamas durante la pruebas de explosión.

C.72. Los gabinetes deben llevar juntas escalonadas en los ángulos rectos o los escalones para detener el paso de las flamas al momento de ocurrir una explosión. El claro radial no debe exceder de 0,05 mm.

C.73. Los gabinetes deben estar protegidos contra:

a. Contacto humano en partes energizadas o en movimiento

b. Penetración de cuerpos sólidos extraños.

c. Penetración de líquidos

d. Daños mecánicos

e. Incendio o explosiones debidas a la formación de un arco eléctrico.

C.74. Un gabinete hecho de material aislante, ya sea todo o en parte, debe tener medios de unión aceptables para proporcionar continuidad de la puesta a tierra entre aberturas para tubos (conduit) múltiples en el gabinete. Los medios de unión deben cumplir con la prueba de continuidad eléctrica y los medios de unión deben ensamblarse completamente en el gabinete.

C.75. Un conductor provisto para puesta a tierra, en lugar del tornillo, debe ser de cobre sólido con una área de sección transversal no menor a 2,082 mm^2 o aluminio sólido con un área de sección transversal no menor a 3,307 mm^2 y debe ser de 13 cm a 15 cm de largo.

CIUDAD DE MÉXICO

C.76. La bisagra de una puerta debe ser suficientemente resistente para ejecutar su función prevista sin distorsión y debe sujetarse con seguridad.

C.77. Para cada puerta deben proporcionarse dos o más bisagras, excepto que:

a) Se permite una sola bisagra en cualquier lado de una puerta no mayor a 127 por 229 mm, siempre y cuando la longitud de la bisagra no sea menor a un tercio de la longitud del lado más largo y esté centrada en la puerta.

b) Se permite una sola bisagra en una puerta que tenga dimensiones mayores a 127 por 229 mm, siempre y cuando la longitud de la bisagra no sea menor al 80% de la longitud total de la puerta y esté centrada en la puerta.

c) Se permite una sola bisagra que se extienda aproximadamente a toda la longitud de la puerta.

C.78. El espaciamiento entre bisagras debe medirse entre sus centros y el espaciamiento entre una bisagra y el extremo de una puerta debe medirse desde la orilla de la bisagra tal como se indica en la Tabla 17.

C.79. Todas las puertas deben contar con un cerrojo de acción positiva de un diseño y construcción resistente, a excepción de un gabinete que tenga una puerta, se permiten como medios de sujeción tornillos o cerraduras en lugar del cerrojo.

C.80. Las puertas dobles que se traslapen deben asegurarse mediante un mínimo de dos cerrojos, colocados uno en cada extremo. Sólo se requieren cerrojos en la puerta que cierra al final. Las puertas dobles que no se traslapan deben tener dos cerrojos por puerta colocados uno en cada extremo de cada puerta.

TABLA 17. Espaciamientos de bisagras para gabinetes metálicos.

Espaciamiento máximo		Construcción de la puerta o cubierta	
Desde cada extremo de la puerta o cubierta.	Entre centros de bisagras	Ancho de la pestaña	Metal y espesor mínimo
mm	mm	mm	mm
102	610	Ninguno	
102	813	Ninguno	Acero 2,36
			Al, Cu o bronce 3,09
102	914	12,7	
152	914	12,7	
254	914	12,7	
229	914	25,4	
305	1 016	25,4	Acero 2,36
			Al, Cu o bronce 3,09

a Se permite que las bisagras estén espaciadas 152 mm desde el extremo de una puerta o cubierta a no más de 1,14 m a lo largo de los extremos de la bisagra.

b. Se permite que las bisagras estén espaciadas 152 mm desde el extremo de una puerta o cubierta que tenga tres bisagras

c. Ver las Tablas 3 y 4.

CIUDAD DE MÉXICO

C.81. Las perforaciones "falsas" y monitores para tuberías conduit de los gabinetes para usos eléctricos deben cumplir con lo especificado en la Tabla 18.

TABLA 18. Perforaciones “falsas” y monitores para tubería conduit de los gabinetes.

Diámetro nominal del tubo conduit, en mm.	Diámetro de la perforación (tolerancias mínima y máxima), en mm.			Monitor	
	Mínima	Nominal	Máximo	Diámetro de la pestaña (A) en mm.	Altura aproximada (H) en mm.
13	21,8	22	23,0	26	10
19	27,8	28	29,0	32	11
25	34,5	35	35,7	39	13
32	43,7	44	44,9	49	14
38	49,9	50	51,2	55	15
51	62,3	63	63,5	68	16
64	75,0	76	76,2	81	19
76	90,9	91	92,1	97	21
89	104,0	105	105,6	112	24
101	117,1	118	118,7	125	25
127	144,5	145	146,1	154	30
152	172,2	173	173,8	183	32

C.82. La lámina de las mallas metálicas desplegadas y la lámina metálica perforada dentro de los gabinetes no deben tener un espesor menor de 1,2 mm.

Cuando las aberturas de la malla o las perforaciones tengan un área mayor de 3,2 cm, la lámina metálica no debe ser menor de 2,6 mm de espesor.

CIUDAD DE MEXICO

C.83. Se permite el uso de la lámina metálica de 0,6 mm de espesor para mallas de metal desplegado que sirvan de protección a pequeños dispositivos necesarios para evitar arcos eléctricos. La malla expuesta sobre cualquier lado de la superficie del dispositivo que se desea proteger, debe tener un área no mayor de 450 cm^2 y ninguna dimensión mayor de 30 cm. Por ningún motivo el ancho de una abertura protegida como se ha descrito será mayor de 9 cm.

C.84. Para una puerta que tenga orillas con pestaña y de un ancho o largo no mayor a 457 mm, se permite que el cerrojo consista de:

a. Un perno colocado en la pared lateral del envolvente o gabinete que se atore con una ranura o accesorio de cierre en la pestaña de la puerta; o

b. Un perno colocado en la pestaña de la puerta que se atore con una ranura o un accesorio de cierre en la pared lateral del gabinete.

c. El gabinete que tenga una puerta de 457 mm o menos en cualquier dimensión se permite que emplee un seguro de cierre rápido que proporcione una sujeción equivalente a la de un perno.

C.85. Para abrir una puerta con pestaña debe proporcionarse una perilla, una puerta con manija o medios equivalentes, a menos que sea usado un cerrojo con cerradura automática o de rebote.

C.86. La abertura para la conexión de un sistema de alambrado que no pueda usarse en el gabinete debe taparse mediante un disco desprendible, una cubierta, o un tapón. La tapadera debe estar formada de metal de un espesor igual o mayor a 1,35 mm o de un material no metálico aceptable para el propósito. La tapadera debe quitarse fácilmente, pero no debe caerse durante el manejo normal.

C.87. El orificio roscado para la conexión de tubo (conduit) roscado, a través de todo el gabinete debe tener cuando menos tres cuerdas completas. La construcción debe ser tal que la boquilla del tubo pueda ajustarse adecuadamente como está previsto, a excepción de que se permiten dos cuerdas completas si la abertura roscada cumple con la prueba de aberturas roscadas en gabinetes.

CIUDAD DE MÉXICO

C.88. El empaque cuya función es evitar la entrada de agua o humedad debe ser de caucho, o material similar y no debe mostrar deterioro aparente ni cambios en su dureza de más de 10 unidades.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El número de pruebas a efectuar y el tamaño de la muestra representativa en cada uno de los lotes de las cajas y/o gabinetes, se llevarán a cabo según lo establecido contractualmente y/o según lo juzgue conveniente el Gobierno del Distrito Federal.

E.02. En la obtención de muestras de cajas para usos eléctricos se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. Cada grupo de cajas de conexión iguales del lote de entrega, se debe considerar como lote de prueba.

b. Para el examen del tipo, subtipo y usos a que se destinen, así como para una estimación preliminar aproximada del tamaño nominal de las cajas y del o los tubos o conductores protegidos con que deban emplearse, se debe considerar como muestra a cada una de las cajas de conexión que formen el lote de entrega.

c. Se debe dividir cada lote de prueba en un número de partes igual al de muestras necesarias como se indica en la siguiente Tabla 19, tomando después al azar de cada parte, una caja de conexión para constituir así un lote de muestras.

TABLA 19. Muestras necesarias por lote.

C a j a s p a r a:	Muestras necesarias.
Tubo conduit	2
Tubos metálicos flexibles o para conductores flexibles	3
Tubos metálicos lisos	4
Tubos conduit provistos de postes para colgar implementos.	5
Tubos metálicos flexibles o para conductores blindados, provistos de postes para colgar implementos.	6
Tubos metálicos lisos, provistos de postes para colgar implementos.	7

CIUDAD DE MÉXICO

E.03 Las cajas de conexión y registro para instalaciones eléctricas se deben someter a las siguientes pruebas:

a. Determinación de dimensiones.-Se deben medir los componentes principales de las cajas, tapas y piezas adicionales, ésto se debe llevar a cabo por medio de calibradores con aproximación de por lo menos 0,5 mm; se exceptúan las medidas del espesor de las paredes, las de los tapones, de los orificios sin cuerda destinados a recibir los tubos y las que se hagan a las piezas de ajuste en las que se deben usar instrumentos con aproximación mínima de 0,01 de mm.

b. Comprobación de cuerdas.- Por medio de calibradores de roscas y tapón se deben comprobar todas las conexiones roscadas de las cajas. Se deben revisar todas las cuerdas.

c. Sujeción de tapones.- Las pruebas a los tapones desprendibles se deben llevar a cabo aplicando a los mismos una fuerza de prueba por medio de una barra cilíndrica de 6 mm de diámetro aproximadamente, en el lugar en que sea más probable que pueda originarse el desprendimiento del tapón. La carga se debe aumentar gradualmente y cuando mucho hacerlo a razón de 5 N por segundo.

   Los tapones desprendibles deben soportar una fuerza estática de 90 N aplicada perpendicularmente a su plano, sin que se desprendan de la caja en que estén colocados.

d. Soporte de las cajas.- Las pruebas para los soportes de las cajas deben hacerse, cuando estén instaladas en la forma debida, haciendo crecer la carga de prueba cuando mucho a razón de 5 Newton por segundo.

e. Sujeción de tubos y conductores.- Los accesorios para sujetar los tubos a las cajas o para conectar estos tubos entre sí, deben estar hechos de manera que cuando se haga pasar una corriente de 30 amperes, del tubo a la pieza que lo sujeta, la caída de potencial entre ambas partes sea 10 milivoltios. Asimismo, los accesorios deben soportar durante un minuto sin dañarse y sin que se desprenda el tubo, una fuerza tractiva aplicada en la dimensión de su eje en el sentido que tienda a sacarlo del implemento; los valores de dicha fuerza se señalan en el subinciso E.02.g, de este mismo inciso.

   Las abrazaderas u otras piezas que se emplean para unir a las cajas con los tubos metálicos flexibles o los conductores con blindaje metálico, deben ser capaces de sujetarlos de manera que no se desprendan los tubos conductores, ni las abrazaderas cuando se aplique al cable o tubo durante 5 minutos una fuerza tractiva de 680 N en dirección del eje de éste, en el sentido que tienda a separarlo del implemento, aún cuando se haga flexionar el cable o tubo al estar aplicado el esfuerzo.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Pruebas a vástagos para colgar implementos.- Los vástagos para colgar implementos que tengan las cajas y la unión con estas cajas, deben ser capaces de soportar sin desprenderse ni sufrir deformaciones permanentes, la aplicación durante 5 minutos de una fuerza estática de 900 N en la dirección del eje del vástago y en el sentido que tienda a desprenderlo de la caja. Deben soportar además la aplicación, durante un minuto, de un par de torsión perpendicular el eje del vástago, del valor indicado en la Tabla 20.

TABLA 20. Par de torsión perpendicular en el eje del vástago.

Diámetro nominal del poste para colgar implementos (mm)	Par de torsión a aplicar (N-cm)
3,18 o menor	2,300
6,35 o más grande	4,600

g. Pruebas mecánicas de cajas y tapas.- Las pruebas mecánicas en cajas y tapas deben hacerse aplicando las cargas de tal manera que éstas alcancen su valor máximo en un tiempo no menor de 20 segundos.

Las cajas metálicas fundidas obtenidas en moldes metálicos, deben resistir la aplicación durante un minuto, de una fuerza de compresión de 250 N para cada metro cuadrado o fracción, de la superficie de la base, uniformemente repartida sobre ésta, sin que se produzcan deformaciones permanentes. Al retirar la carga, la caja debe regresar a su forma normal. La deformación no debe ser permanente en las cajas metálicas fundidas u obtenidas de moldes metálicos, diseñadas para emplear tubos conduit, al serle aplicada a dichas cajas, durante un minuto, una fuerza tractiva con los valores especificados en la Tabla 21, en los lugares destinados a recibir los tubos y en dirección del eje de los mismos.

TABLA 21.-Fuerza tractiva en lugares a recibir tubos.

Diámetro nominal del tubo que se empleará con el implemento.	Par con que debe apretarse	Carga para la prueba de flexión, N.		Fuerza tractiva a aplicar, N.	
mm (pulg)	N - cm	Tubo liso	Tubo roscado	Tubo liso	Tubo roscado
9,53 (3/8”)	2,300	90	230	1,800	2,200
12,70 (½”)	3,450	140	360	2,200	3,100
19,05 (¾”)	5,750	230	450	3,100	4,500
25,40 (1”)	8,050	320	640	4,000	5,400
31,75 (1 ¼”)	11,500	450	730	5,000	6,800
38,10 (1 ½”)	13,800	550	730	5,900	7,700
50,80 (2”)	18,450	730	730	7,700	9,000
63,50 (2 ½”)	18,450	--	730	---	11,000
76,20 (3”)	18,450	--	730	---	13,500
88,90 (3 ½”)	18,450	--	730	---	15,500
101,60 (4”)	18,450	--	730	---	17,000

CIUDAD DE MÉXICO

h. Pruebas contra la lluvia en cajas.- En las pruebas para las cajas contra la lluvia la caja debe montarse en la forma que se vaya a usar con sus conductores o tubos, y aplicársele durante una hora con una regadera una lluvia artificial que equivalga a una fuerte lluvia, cayendo ésta en la parte superior y en los lados que queden expuestos de la caja al ser instalada, con el agua cayendo verticalmente al principio y posteriormente con una inclinación de 60 grados con respecto a la vertical.

i. Pruebas contra corrosión.- Las pruebas contra la corrosión en cajas deben seguir los lineamientos descritos en la Norma NMX-J-023/1, indicada en la cláusula B de Referencias.

j. Prueba de espesor de recubrimiento metálico. Se emplea para determinar el espesor del recubrimiento de zinc. La prueba debe realizarse solamente cuando sea requerido un espesor de recubrimiento especificado.

k. Prueba de resistencia a la luz ultravioleta y agua.

l. Cámara de prueba de intemperie.

m. Prueba de resistencia a la niebla salina.

n. Prueba de verificación de volumen.

o. Prueba de verificación de superficie plana.

p. Prueba a soportes.

q. Prueba a tapones.

r. Prueba a placas de montaje.

s. Prueba para lugares mojados y húmedos.

t. Prueba de resistencia a la humedad.

u. Prueba a compuesto sellante.

v. Prueba de hermeticidad al concreto.

CIUDAD DE MÉXICO

E.04. El empaque de espuma expandida de celda cerrada debe someterse a lo siguiente:

Se deben preparar tres especímenes, cada uno de 29,0 mm ± 0,5 mm de diámetro y 12,7 mm ± 0,5 mm de espesor, utilizando los espesores de material que sean necesarios. Cada espécimen se somete a 24 horas a una temperatura de 296 K (23 °C) ± 2 °C, mientras se comprime a un tercio de su espesor original entre placas de acero. Al final de este periodo, los especímenes se retiran de las placas de compresión. Después de 24 horas adicionales, el espesor se mide al centro de cada espécimen.

Después de la prueba el espesor del empaque no debe ser menor al 50% de su deflexión original.

E.05. El espesor de una caja, la cubierta de una caja y la tapa para una caja empotrable de lámina de aleación de aluminio, o de metal fundido, debe medirse con un vernier o un micrómetro.

El espesor promedio se determina por el promedio de un mínimo de tres lecturas en tres superficies distintas. Si las lecturas se obtienen en la misma superficie, entonces los lugares en los cuales estas lecturas son tomadas, deben ser igualmente espaciados a lo largo de la superficie.

E.06. Los gabinetes que formen la muestra, sobre la que se realizarán las pruebas se aceptarán si:

a. Cuentan con secciones de respiración para aliviar las presiones internas de explosión.

b. Tienen volúmenes internos combinados no mayores de 5 dm^3

c. Tienen una cubierta resistente no menor de 9,5 mm de espesor en juntas.

d. Las juntas son de maquinado exacto y no menores de 9,5 mm de ancho, además de estar debidamente ensambladas por medio de pernos y en tal forma que un calibrador tipo lámina de 0,038 mm no penetre en la junta más de 3,2 mm en cualquier punto.

e. Una sección con respiración construida adecuadamente para dar protección contra la propagación de flama

CIUDAD DE MÉXICO

E.07. Los procedimientos y equipos necesarios para llevar a cabo las pruebas mencionadas en los subincisos siguientes deben cumplir con lo establecido en las normas mexicanas que se relacionan en la cláusula B de Referencias.

a. Pruebas de penetración de varilla.- Esta prueba debe hacerse intentando penetrar al interior del gabinete con el extremo de una varilla recta del diámetro especificado. Se cumplirá con éste requisito sólo si la varilla no puede penetrar en el gabinete.

Las aberturas que se encuentren en la parte inferior no necesitan probarse, siempre que el gabinete esté instalado a 15 centímetros del suelo como máximo.

b. Pruebas de goteo para gabinete a prueba de goteo o hermético a las gotas.- El gabinete debe estar montado debajo de una charola de goteo de agua que se extienda más allá de todos los lados expuestos de dicho gabinete; esta charola debe producir además del goteo, salpicadura. El fondo de la misma debe estar equipado con surtidores distribuidos uniformemente, uno por cada 130 cm^2 del área de la charola.

   Cada surtidor debe tener una rapidez de goteo de aproximadamente 20 gotas de agua por minuto. La duración de la prueba debe ser de 30 minutos.

   El gabinete se considerará a prueba de goteo si no hay acumulación de agua en el interior y que no haya entrado agua a un nivel superior de la parte energizada más baja.

   El gabinete se considerará hermético al goteo siempre que no haya entrado agua en él.

c. Prueba de lluvia.
d. Prueba de polvo.
e. Prueba de chorro de agua.
f. Prueba de resistencia al enmohecimiento
g. Prueba de resistencia a la corrosión
h. Prueba de inmersión.- El gabinete del tipo sumergible debe ser aprobado completo y sumergido en un tanque con el conduit conectado, pero sin aplicar selladores en el tubo roscado. El conduit debe ser apretado con el par indicado en la Tabla 22.

TABLA 22. Valores de apriete del tubo conduit.

CIUDAD DE MÉXICO

Tamaño nominal del conduit en mm	Par de apriete N-m
19 y menores	980-960
25, 32 y 38	1 090-1 210
51 y mayores	1 750-1 930

El tanque debe llenarse con agua, de tal manera, que el punto más alto del gabinete quede a 1,8 m por debajo de la superficie del agua. Después de 30 minutos debe sacarse el gabinete del tanque, quitar el exceso de agua de la superficie del gabinete y posteriormente abrirse. El gabinete puede considerarse sumergible, sólo si el agua no penetró en él.

i. Prueba de aceite.- El gabinete sujeto a prueba recibirá un chorro de aceite o líquido refrigerante por medio de una boquilla que tenga una abertura de 9,5 milímetros de diámetro y que proporcione como mínimo 7,5 litros por minuto. El chorro debe dirigirse sobre el gabinete desde todos los ángulos y a una distancia entre 30 y 45 cm durante 30 minutos. En el caso de que el gabinete contenga un dispositivo de operación externa, este dispositivo debe operarse a razón de 30 operaciones por minuto durante toda la prueba. Puede instalarse un tubo conduit para igualar las presiones internas y externas, pero no debe servir como drenaje.

El gabinete puede ser considerado a prueba de aceite, a prueba de polvo y a prueba de goteo, sí el aceite o refrigerante no entra en él.

j Prueba de explosión.- Los gabinetes deben soportar pruebas de explosión con mezclas explosivas de gas natural y aire, para determinar si son lo bastante fuertes para resistir las presiones de una explosión determinada; el promedio general de resistencia para gabinetes del tipo totalmente cerrado, es menor de 6,86 MPa (70 kg_f/cm^2), pero este valor puede ser mayor. La resistencia de los gabinetes debe controlarse tomando en cuenta que las presiones se desarrollan rápidamente y por lo tanto, los esfuerzos resultantes alcanzados son del tipo de una carga viva.

k. Prueba hidrostática.- Todos los gabinetes deben ser de construcción sólida y debe soportar la presión interna resultante de explosiones, sin romperse y sin que se aflojen sus uniones o juntas. El gabinete debe soportar también sin ruptura o deformación permanente, una prueba hidrostática empleando una presión igual a cuatro veces la máxima presión interna desarrollada durante la prueba de explosión.

El gabinete fabricado de acero rolado debe soportar, sin deformación permanente, una prueba hidrostática de por lo menos 3 veces la máxima presión desarrollada durante la prueba de explosión. En el caso de que para un determinado grupo de dispositivos protegidos, no sea deseable que alguno de sus gabinetes se deforme durante la prueba, la prueba de presión hidrostática de 3 veces la presión de explosión puede omitirse, siempre y cuando, cada gabinete soporte una prueba de presión hidrostática de por lo menos 2 veces la máxima presión de explosión sin deformación permanente.

l. Resistencia mecánica.- Los gabinetes sumergibles, los impermeables y los sellados a prueba de polvo sean interiores o exteriores deben soportar una carga estática de 2 metros de agua durante 30 minutos y tener monitores para conduit o dispositivos equivalentes para la conexión a prueba de agua en la entrada del conduit y medios externos de montaje.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08. La dureza de un material sin envejecer se determina de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-J-235/1-ANCE-2000 a la cual se hace mención en la cláusula B de Referencias.

E.09. Queda a juicio del representante del Gobierno de Distrito Federal, el someter a prueba, cualquiera de las cajas y/o gabinetes señalados en esta norma; en el caso de presentarse alguna falla, se deberán ejecutar dos pruebas más de la prueba que falló y de acuerdo a los resultados de ambas pruebas el representante del Gobierno de Distrito Federal determinará si se acepta o rechaza el lote.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Todas las cajas y gabinetes para usos eléctricos que no cumplan con lo indicado en esta norma serán rechazados, excepto los casos de imperfecciones de manufactura ocasionales, que pudieran ser reparados a juicio del Gobierno del Distrito Federal.

F.02. La caja debe tener un dren para desagüe, que contenga un tapón desprendible un orificio sin rosca o un orificio emboquillado para un alambrado visible abierto.

F.03. La caja debe proveerse de medios de soporte de tal manera que pueda sujetarse en el lugar, sin necesidad de depender de la soportaría de cualquier sistema de alambrado.

F.04. Las orejas de soporte de lámina de acero suministradas con la caja, deben tener un espesor no menor a 0,91 mm si están fabricadas de un material no recubierto, y no menor de 0,99 mm si están fabricadas de material galvanizado.

CIUDAD DE MÉXICO

F.05. Las orejas deben montarse a la caja y prevenir el giro de las mismas con respecto a la caja y los tornillos usados para sujetar las orejas a la caja no deben ser menores al N° 6 y no deben tener más de 32 hilos por cada 25,4 mm.

F.06. El fabricante o proveedor de las cajas y gabinetes para usos eléctricos, debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante del Gobierno del Distrito Federal para verificar que se cumplan los requisitos de calidad en la fabricación, así como testificar las pruebas que se apliquen y los resultados esperados.

F.07. El representante del Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a gabinetes y cajas para usos eléctricos, siempre y cuando estos procedan de un fabricante con certificado expedido por un organismo reconocido por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	019	APAGADORES, CONTACTOS Y PORTALÁMPARAS.

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Conjunto de dispositivos eléctricos que permiten controlar y transmitir la corriente eléctrica, además de conectar los conductores por los cuales circula ésta en un circuito.

A.02. Para el presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:

a. Portalámpara roscado tipo Edison.- Dispositivo eléctrico en el que se fija una lámpara de base roscada por medio de dos superficies conductoras que se vinculan mecánicamente entre sí, pero eléctricamente aisladas, una de las cuales se compone de un cuerpo cilíndrico roscado hembra llamado casquillo y la otra de un disco o placa de contacto central.

b. Portalámparas para lámparas de descarga eléctrica.-Dispositivo que soporta las terminales de una lámpara de descarga eléctrica y provee un medio de conexión para las mismas

c. Contacto de pared.- Dispositivo destinado a empotrarse o fijarse a la pared

d. Contacto central.- Elemento conductor situado en la parte central interna del portalámparas que establece el circuito eléctrico con la placa de contacto.

e. Contacto lateral.- Elemento conductor situado en la parte lateral interna del portalámparas que establece el circuito eléctrico con la base roscada de la lámpara.

f. Contacto fijo.-Dispositivo fijo, empotrado o sobrepuesto, conectado a la instalación eléctrica.

g. Contacto portátil.-Dispositivo destinado a conectarse, o ser parte integral de cordones flexibles (extensiones), que puede moverse con facilidad de un lugar a otro, mientras permanece conectado a la alimentación.

h. Contacto múltiple.-Combinación de dos o más contactos fijos o portátiles.

i. Contactos para aparatos electrodomésticos.- Dispositivo destinado a empotrarse o fijarse a aparatos electrodomésticos.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. Los apagadores se pueden clasificar en dos grupos:

a. Intercambiables.- Para uso interior, intemperie, a prueba de humedad y explosión, entre otros.

b. Fijos.- Para uso interior.

A.04. Los contactos se clasifican:

a. De acuerdo al grado de protección contra choque eléctrico cuando está montado para uso normal:
   1. Con protección normal
   2. Con protección incrementada

b. De acuerdo a la existencia de gabinetes:
   1. Abierto
   2. Cerrado

c. De acuerdo con la existencia de obturadores:
   1. Con obturador
   2. Sin obturador

d. De acuerdo con el método de aplicación y montaje del contacto

   1. Tipo superficie
   2. Tipo empotrado
   3. Tipo semiempotrado
   4. Tipo tablero
   5. Tipo arquitrabe
   6. Tipo portátil
   7. Tipo mesa (sencillo o múltiple)
   8. Tipo alojado en el suelo
   9. Tipo aparato electrodoméstico

e. De acuerdo con el método de instalación, como consecuencia del diseño:

   1. Contacto fijo donde la placa o tapa se puede quitar sin el desplazamiento de los conductores.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Contacto fijo donde la placa o tapa no se puede quitar sin el desplazamiento de los conductores.

A.05. Clasificación del portalámparas roscado tipo Edison en función de su aplicación:

a. Interior.- Portalámparas que se utilizan dentro de locales cerrados, pueden ser entre otros los siguientes:

1. De anillo roscado (tubo corto)
2. Colgante
3. Para lámpara de vapor de sodio de alta presión
4. Con terminales aisladas penetrantes

5. Portalámparas mixtos o adaptadores y estos a su vez con:

5.1. Interruptor integrado
5.2. Sensor de presencia
5.3. Sensor de intensidad luminosa
5.4. Contacto integrado
5.5. Clavija o con algún otro dispositivo

b. Exterior.- Portalámparas que se utilizan fuera de locales cerrados, expuestos a la intemperie pero no expuestos a la lluvia, pueden ser entre otros los siguientes:

1. De anillo roscado (tubo corto)
2. Colgante
3. Para lámpara de vapor de sodio de alta presión
4. Con terminales aisladas penetrantes
5. Mixtos o con adaptadores
6. Con interruptor integrado
7. Con sensor de presencia
8. Con sensor de intensidad luminosa
9. Con contacto integrado
10. Con clavija o con algún otro dispositivo

c. Intemperie.- Portalámparas que se utilizan en el exterior pero que pueden exponerse a la lluvia, tenemos entre otros los siguientes:

1. Portalámparas intemperie (cola de rata),
2. Tipo anuncio,
3. De uso temporal para alumbrado.

CIUDAD DE MÉXICO

A.05. Objeto.- El objeto de este capítulo, es el de establecer los requerimientos generales mínimos de calidad de los apagadores, contactos y portalámparas, así como el de indicar las pruebas que deben cumplir estos dispositivos para una operación eficiente y segura.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01.La siguiente normatividad tiene relación con el presente capítulo:

Conceptos	Capítulos de referencia	Dependencia
Interruptores para instalaciones electrodomésticos en circuitos monofásicos.	NMX– J –05	SECOFI
Portalámparas roscadas tipo Edison	NMX – J – 024	ANCE
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Sistema general de unidades de medida	NOM-008	SECOFI
Instalaciones eléctricas (utilización)	NOM-001	SEDE
Productos eléctricos, conductores, conductores con aislamiento a base de policloruro de vinilo, para instalaciones hasta 600 V, especificaciones.	NMX – J – 010	ANCE
Iluminación – bases roscadas tipo Edison, especificaciones.	NMX – J – 352	ANCE
Conductores, cables de energía de baja tensión, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno, para instalaciones hasta 600 V, especificaciones.	NMX – J – 451	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

Conceptos	Capítulos de referencia	Dependencia
Artefactos eléctricos, requisitos de seguridad, especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 508	ANCE
Requisitos de seguridad, acondicionamiento por humedad, método de acondicionamiento.	NMX – J –565	ANCE
Prueba de riesgo de incendio parte 2 – 10 : métodos de prueba basados en hilo incandescente / caliente, aparato del hilo incandescente y procedimiento de prueba común.	NMX – J - 565/2-10	ANCE
Prueba de riesgo de incendio parte 2 –11: métodos de prueba basados en hilo incandescente / caliente, método de prueba de inflamabilidad de hilo incandescente para productos finales .	NMX – J – 565/2-11	ANCE
Requisitos de seguridad, resistencia del aislamiento, métodos de prueba.	NMX – J – 568	ANCE
Clavijas	NMX – J - 163	ANCE
Grados de protección proporcionados por los gabinetes (código IP).IEC	NMX – J - 529	ANCE
Receptáculos	NMX – J - 412	ANCE
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01 Los apagadores, contactos, y portalámparas están diseñadas para trabajar a 127, 220 voltios de tensión o más y a una corriente de 110 amperios, además deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. No deben tener partes vivas normalmente expuestas.

b. Los apagadores, contactos y portalámparas que tengan terminales accesibles no deben instalarse en cubiertas metálicas de luminarios o en bases descubiertas de lámparas portátiles de mesa o de pie.

c. Deben estar sujetos firmemente a sus medios de soporte.

d. La caja o cuerpo de los apagadores, contactos y portalámparas debe ser de material aislante no inflamable o de material autoextinguible, con punto de reblandecimiento no menor de 373 K (100°C)

e. Los dispositivos deben ser capaces de conducir continuamente su corriente nominal, sin mostrar un incremento de temperatura mayor de 303 K (30°C) sobre la temperatura ambiente (en este caso consideran 298 K (25°C ± 1°C)).

f. Las partes conductoras, así como las terminales de los dispositivos deben ser de plata, cobre, latón-cobre o latón plateado; se pueden fabricar además con combinaciones entre dichos materiales.

g. Los tornillos de las terminales deben ser de latón cobre, fierro latonado, cobrizado o terminado con cualquier metal que sea buen conductor de la electricidad.

h. las partes metálicas no conductoras de corriente como los herrajes, resortes, tornillos y otros elementos de fijación, deben estar protegidos contra la oxidación y aislados.

i. Las terminales deben ser diseñadas de tal manera, que sujeten al conductor entre las superficies del metal y aseguren buen contacto. Si el dispositivo llega a quedar sometido a giros y/o vibraciones, se deben incluir roldanas de presión en las terminales.

C.02. Para el adecuado funcionamiento de los apagadores se debe tener en cuenta:

a. La distancia mínima entre partes conductoras y tierra o entre partes de polaridad opuesta, debe ser la apropiada con objeto de evitar la formación de un arco eléctrico.

b. El ciclo de operación de un apagador, que consiste en hacer funcionar el apagador desde la posición inicial a la final (apagado-prendido), es de 10 000 operaciones

C.03. Los dispositivos eléctricos deben poseer marcas indelebles de la siguiente manera:

a. Para apagadores y contactos se debe marcar su tensión nominal en voltios y su corriente de operación en amperios. Para dichos dispositivos se permite una variación de hasta ± 10% en sus valores de operación.

CIUDAD DE MÉXICO

C.04. Los contactos deben construirse de tal forma que un contacto no pueda aceptar clavijas o adaptadores para tensiones y corrientes diferentes de aquellas para las cuales el contacto está diseñado.

C.05. En los contactos se debe tener en cuenta la distancia mínima necesaria entre partes conductoras y tierra o entre partes de polaridad opuesta, para evitar la formación de un arco eléctrico.

C.06. En los portalámparas el casquillo debe tener como mínimo dos hilos de cuerda de rosca derecha. Los portalámparas con rosca para niple, deben tener elementos para evitar que el niple penetre hasta donde pueda hacer contacto con partes energizadas.

C.07. Los portalámparas con placa de apoyo deben estar provistos de cuando menos dos entradas para tornillos. Los dispositivos de fijación no deben tener partes metálicas accesibles que puedan quedar energizadas (aún en caso de falla del portalámparas). Las partes de un portalámparas con las cuales los conductores aislados pueden tener contacto, no deben tener bordes afilados o alguna otra falla que pueda llegar a dañar el aislamiento de los conductores.

C.08. El espacio para los alambres de conexión en la tapa del portalámparas debe ser suficientemente amplio para permitir la conexión de los mismos. Las entradas de los conductores deben estar completamente abiertas, libres de bordes cortantes.

C.09. Los portalámparas deben permitir la inserción de la lámpara correspondiente y hacer el adecuado contacto con el elemento central. Los portalámparas con terminales de cable, deben tener cuando menos diez centímetros de longitud de cable, debiendo tener éste un forro termoplástico. Las puntas del alambre deben carecer de forro (o material aislante) en su último centímetro.

CIUDAD DE MÉXICO

C.10. Para portalámparas con cuerpo y tapas de metal, el contacto entre éstas y las partes energizadas debe preverse, para lo cual se debe utilizar una pieza intermedia de material aislante que no debe removerse con el uso normal; la longitud de la pieza aislante debe sobresalir del cuerpo lo suficiente, para evitar un posible contacto entre el cuerpo y el casquillo de la lámpara.

C.11. Los portalámparas con interruptores deben ser diseñados de tal manera que se evite el contacto accidental entre las partes móviles del interruptor y los conductores de alimentación.

C.12. Los portalámparas deben tener una resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos causados por la inserción de una lámpara, así como la causada por el roscamiento de un portalámpara a un niple, además la fijación y uso normal.

C.13. Los casquillos pueden ser fabricados en aluminio, cobre o aleaciones de cobre que posean cuando menos un 65% de este metal.

C.14. Portalámparas roscado tipo Edison para servicio interior:

a. Los materiales que se utilizan para la fabricación del cuerpo y/o separadores de los portalámparas de uso interior deben permitir alojar en forma segura las partes vivas, evitar contactos accidentales con éstas y protegerlas tanto a éstas como a los componentes internos de daños externos así como satisfacer los métodos de prueba indicados en la Norma Mexicana NMX–J–024-ANCE, los cuales son los siguientes:

1. Acondicionamiento por humedad
2. Hilo incandescente
3. Resistencia de aislamiento
4. Resistencia dieléctrica a la tensión
5. Corriente de fuga en corriente alterna
6. Protección contra choque eléctrico
7. Incremento de temperatura
8. Seguridad para tornillos de conexión

CIUDAD DE MÉXICO

b. Los materiales del cuerpo de los portalámparas deben ser preferentemente de los materiales siguientes: porcelana, materiales moldeados en composiciones fenólicas, metálicos, hule vulcanizado u otros, siempre y cuando satisfagan los métodos de prueba que se establecen en la Norma Mexicana NMX–J–024-ANCE.

c. Los cuerpos y componentes metálicos, así como los conductores expuestos, deben tener los medios necesarios y suficientes para evitar hacer contacto con las partes vivas.

d. El espacio para la conexión del portalámparas debe ser suficientemente amplio para permitir la conexión normal de instalación, de igual manera si existen entradas específicas para conductores éstas deben ser de fácil acceso.

e. Los cuerpos que por diseño tengan integrada la fijación del portalámparas , deben estar provistos de los medios necesarios para permitir una instalación segura en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM–001-SEDE

C.15. Portalámparas roscado tipo Edison para servicio exterior (intemperie)

a. Los cuerpos de los portalámparas para uso exterior deben cumplir con lo que se especifica en la Norma Mexicana NMX–J–024–ANCE.

b. No debe utilizarse hierro o acero natural con recubrimientos como parte conductora.

c. Puede utilizarse acero inoxidable para tuercas y tornillos de conexión y también para partes conductoras de corriente que no estén sujetas a arqueos.

d. No debe utilizarse acero inoxidable para el contacto central del portalámparas.

e. El cuerpo de los portalámparas resistentes a la intemperie deben ser de porcelana, de compuesto fenólico o moldeado en frío u otro material para tal propósito.

C.16. Los portalámparas deben tener una marca indeleble en la cual se indique la tensión nominal (en voltios), la corriente nominal (en amperios) y la potencia (en watts) de operación, se permite una variación en los mismos hasta de ± 10% en operación.

C.17. Todos los equipos y materiales que se utilicen en las instalaciones eléctricas deben tener grabado el nombre del fabricante, así como así como de sus características eléctricas que permitan precisar su uso correcto

CIUDAD DE MÉXICO

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01 Para las muestras de apagadores, contactos y portalámparas, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. Cada grupo de apagadores, contactos y portalámparas, de un lote de entrega, se debe considerar como lote de prueba.

b. Se debe considerar como muestra cada uno de los apagadores, contactos y

portalámparas, que formen el lote de entrega.

c. Se debe dividir cada lote de prueba en un número de partes igual al de muestras necesarias; tomando después al azar de cada lote una pieza para constituir así un lote de muestras.

d. Los tornillos, u otras piezas que se emplean para sujetar los apagadores, contactos y portalámparas deben ser capaces de sujetarlos de manera que no se desprendan éstos ni sus partes energizadas.

E.02. Los dispositivos eléctricos deben someterse a las siguientes pruebas:

a. Los apagadores y contactos a la prueba de alta tensión, en la cual deben soportar sin avería durante un minuto la aplicación de 900 voltios raíz, raíz cuadrática media medida a 60 hertz, aplicada entre las partes.

b. Carga con los contactos en posición de abierto para apagadores.

c. Las pruebas para los apagadores, contactos y portalámparas deben hacerse cuando sean colocadas en forma correcta en el sitio de instalación.

E.03. Los apagadores deben someterse además a las siguientes pruebas:

a. Sobrecarga : los apagadores deben soportar 50 ciclos de operación en un minuto a una corriente igual a 150% de la corriente nominal y a tensión y frecuencia nominales, para apagadores hasta 10 amperios de capacidad

b. Ciclos de operación: el apagador debe ser capaz de operar sin fallar en 10 000 ciclos de operación (10 a 12 ciclos por minuto) a corriente nominal y a condiciones atmosféricas normales en cada uno de los siguientes casos:

1. Con un circuito resistivo
2. Con un circuito inductivo
3. Con una lámpara como carga

c. Determinación de la resistencia; se debe medir la resistencia entre contactos que debe ser menor de 0,02 ohms. Esta prueba debe efectuarse después de la prueba de ciclos de operación.

E.04. Para asegurar el cumplimiento de las características de seguridad que se establecen en la Norma Mexicana NMX–J–024–ANCE los portalámparas roscado tipo Edison deben someterse a las pruebas tipo, enunciadas en ésta y que a continuación se enumeran:

CIUDAD DE MÉXICO

a. La temperatura del cuarto de pruebas debe mantenerse a 273 K (20 ° C ± 5° C)

b. Se debe verificar que el portalámparas bajo prueba resiste la penetración a la humedad bajo las condiciones de uso normal, así como acondicionar el espécimen para que se someta a las pruebas eléctricas.

c. Este método de prueba se aplica a todos los portalámparas de uso interior y exterior señalado en la Norma Mexicana NMX–J–024–ANCE

   1. Para los portalámparas de uso interior se aplica el acondicionamiento por el método de la cámara húmeda, el cual debe realizarse y cumplir con lo que se establece en la Norma Mexicana NMX-J-565-ANCE

   2. Para los portalámparas de uso exterior se utiliza el acondicionamiento por el método de la cámara de lluvia.

d. La resistencia de aislamiento se determina de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-568-ANCE

e. La resistencia dieléctrica a la tensión se determina de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-567-ANCE, realizándose la prueba únicamente a temperatura ambiente.

f. El incremento de temperatura se determina de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-508-ANCE. Durante y al término de esta prueba, el portalámparas no debe mostrar señales de reblandecimiento, deformaciones ni quemaduras

g. La prueba de torsión tiene como objetivo verificar que el casquillo metálico del portalámparas del tipo fijo, no gire en condiciones normales de trabajo y que los portalámparas con rosca integrada tengan una resistencia mecánica a la torsión de acuerdo a lo que se indica en la Norma Mexicana NMX-J-024-ANCE

h. En la prueba de tracción se verifica que el casquillo metálico de los portalámparas del tipo roscado no se desplace en condiciones normales de trabajo y los de rosca integrada tengan una resistencia a la tracción de acuerdo a lo que se indica en la Norma Mexicana NMX-J-024-ANCE

i. La prueba de sujeción de los cables para los portalámparas tipo exterior se lleva a cabo para verificar la resistencia mecánica a la tensión de los cables de acuerdo a lo que se indica en la Norma Mexicana NMX-J-024-ANCE

j. La prueba de resistencia del ensamble entre la tapa y el cuerpo se realiza para verificar que éstos cumplen con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-J-024-ANCE en los portalámparas metálicos de base media.

CIUDAD DE MÉXICO

k. La prueba de hilo incandescente se debe determinar de acuerdo con las Normas Mexicanas NMX-J-565/2-10-ANCE y NMX-J-565/2-11-ANCE

l. Las pruebas de fuga en corriente alterna y la de protección contra choque eléctrico se deben efectuar de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-508-ANCE

m. La prueba al mecanismo interruptor y la de sobrecarga se deben realizar para verificar que un portalámparas con este tipo de mecanismo es capaz de desempeñarse aceptablemente cuando se somete a pruebas de sobrecarga y duración de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-J-024-ANCE

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Una vez efectuadas las pruebas mencionadas en el inciso D.02, D.03 y D.04 a los apagadores, contactos y portalámparas utilizados en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal, éstos pueden ser aceptados o rechazados a juicio del propio Gobierno del Distrito Federal

F.02. En el caso de que se presente alguna falla, se debe analizar ésta y repetir una vez más la prueba y de acuerdo a los resultados de ésta el representante del Gobierno del Distrito Federal debe determinar si acepta o rechaza los apagadores, contactos y/o portalámparas.

F.03 Todos los apagadores, contactos y portalámparas utilizados en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal o especificados en el proyecto, deben ser rechazados si no cumplen con los requisitos indicados en esta Norma y queda a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal ordenar la repetición de una prueba o la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de los apagadores, contactos y/o portalámparas.

E.04. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a los apagadores, contactos y portalámparas , siempre y cuando éstos procedan de un fabricante con certificado de calidad expedido por un organismo reconocido por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 020 TABLERO ELÉCTRICO

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Equipo necesario para la conexión, desconexión, protección y control en instalaciones eléctricas tanto en su distribución como en sus elementos de arranque y paro.

A.02. Para el presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:

a.- Tablero de control.- Estructura integrada por un marco de fierro ángulo, solera y madera, para instalar en él interruptores, arrancadores magnéticos y estaciones de botones que alimentan y protegen eléctricamente a los motores y controles de los equipos diversos.

Son dispositivos que deben alimentar, proteger, interrumpir y en ocasiones medir y transferir la energía eléctrica de las zapatas o barras principales a circuitos primarios y secundarios de una red de distribución. Los elementos básicos de los tableros deben ser los interruptores.

b.- Tablero de distribución.- Estructura o conjunto de paneles donde se pueden montar, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común e instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza deben ser accesibles por la parte frontal y posterior. Son aquellos tableros de potencia utilizados para la distribución de energía eléctrica a las tensiones comunes para tal distribución, dentro de un edificio o local.

c.- Tablero de pared.- Gabinete metálico compuesto principalmente de interruptores y otros dispositivos de protección contra sobrecorriente, para la distribución de circuitos con cargas relativamente pequeñas de alumbrado, fuerza, calefacción, etc, y diseñado para sobreponerse o embutirse en paredes o estructuras y con acceso únicamente por el frente.

d.- Tablero de piso.-.Gabinete metálico fabricado con una estructura como soporte, colocada sobre el piso y el cual puede estar formado por una o varias secciones ensambladas; con acceso por el frente y por atrás; puede incluir barras, interruptores y otros dispositivos de protección, así como aparatos de medición y control.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. Los tableros eléctricos se clasifican de la siguiente manera:

a. Tablero de control
b. Tablero de distribución
c. Tablero de pared
d. Tablero de piso

A.04. El objeto de este capítulo, es el de establecer los requerimientos generales mínimos de calidad, así como el de indicar las pruebas que debe cumplir el conjunto tablero-gabinete del equipo eléctrico, para una operación correcta y segura

B. REFERENCIAS.

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

Concepto	Normas de referencia	Dependencia.
Instalaciones eléctricas (utilización)	NOM-001	SEDE
Tableros eléctricos de distribución y/o control en baja tensión, ensamblados en fábrica.	NMX-J-118	SECOFI
Gabinetes para uso en equipo eléctrico, parte 1 requerimientos generales, especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J 235/1	ANCE
Gabinetes para uso en equipo eléctrico, parte 2 requerimientos generales, especificaciones y métodos de prueba.	MNX-J-235/2	ANCE
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F
Disposiciones generales (Libro 1 tomo único de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.	1.01.002	G.D.F.
Cajas y gabinetes para usos eléctricos.	4.01.02.018	G.D.F.
Interruptores y estación de botones.	4.01.02.021	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

Concepto	Normas de referencia	Dependencia.
Instalación de tubos para canalizaciones de conductores eléctricos.	3.01.02.024	G.D.F.
Instalación de accesorios eléctricos.	3.01.02.028	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos.	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de equipo eléctrico de control y protección.	3.01.02.030.	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. El espacio libre entre los conductores y la canalización no debe ser menor que 250% del área transversal total (incluyendo el aislamiento).

C.02. Los tableros deben ser construidos con materiales capaces de resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos, térmicos y dinámicos, resultantes de la corriente de corto circuito admisible, así como presentar una adecuada protección contra la humedad y corrosión del medio para el que fueron diseñados.

C.03. Los tableros deben ser construidos para que se pueda acceder fácilmente a todos sus dispositivos.

C.04. Todos los dispositivos del tablero que se accionen manualmente deben localizarse a una altura conveniente que permitan su fácil y adecuada operación. Esta altura no debe ser mayor de 2,00 m.

CIUDAD DE MÉXICO

C.05. Para el montaje e instalación de los tableros de control se debe tener en cuenta que todos los instrumentos de medición, medios de operación, barras, terminales y demás dispositivos deben estar de tal forma que su montaje, alambrado, mantenimiento y reemplazo sea lo más fácil posible, para lo que se deben dejar áreas libres alrededor de los tableros.

C.06. Para los tableros de control que se coloquen en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal, se deben tener en cuenta los factores de ajuste indicados en la Tabla 5.

TABLA 5 Factores de ajuste

Tipo de tablero	Altitud msnm	Factores de ajuste	
		Tensión	Corriente
Baja tensión	2200	0,9833	0,9966
Alta tensión	2200	0,8800	0,9760

C.07. La tensión nominal (Vn) de operación de un tablero, debe ser la indicada por el fabricante, así como sus límites mínimos y máximo de operación para no ocasionar daño al mismo. Los valores de tensión normalizados se muestran en la Tabla 6:

La tensión nominal de aislamiento (Va) del circuito en un tablero será el valor de tensión para el que fue diseñado éste y para el cual están referidas las pruebas de distancia de aislamiento y fuga, y las propiedades dieléctricas; la tensión máxima de operación no debe exceder en más del 10 % a la tensión nominal de aislamiento, a menos que se indique otro valor.

TABLA 6 Tensión nominal de operación de un tablero eléctrico

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

CIUDAD DE MÉXICO

C.08. La corriente nominal (In) del circuito de un tablero debe ser establecida por el fabricante, así como su posible variación; en virtud de que la corriente nominal y la tensión nominal determinan la aplicación del tablero; la corriente nominal debe ser conducida por todos los elementos del tablero sin que ocurra un incremento de temperatura en ellos, mayor que el indicado en la Tabla 7:

TABLA 7. Límites de elevación de temperatura.

Partes del tablero de control	Elevación de temperatura (en grados centígrados)
Terminales para conductores aislados externos	Hasta 70°
Medios de operación manual: de metal de material aislante	 15° 25°
Gabinetes y tapas de acceso externo: Superficies metálicas Superficies aislantes.	Si las tapas y gabinetes no se tocan durante las operaciones normales, puede aumentar la temperatura 10° más. 30° 40°

C.09. La corriente máxima que soporta un tablero en un lapso aproximado de un segundo, será el valor "rcm" (raíz cuadrática) de la corriente que este circuito pueda llevar durante un tiempo corto. Dicho valor se debe aplicar en algunos de los métodos de prueba.

C.10. Para tomar en cuenta la elevación de la temperatura en las barras colectoras y conductoras de aluminio y cobre se deben considerar los siguientes factores: esfuerzos mecánicos del material conductor, efectos posibles del equipo adyacente, límite de temperatura permisible del material aislante en contacto con el conductor y el efecto de la temperatura de los conductores sobre los aparatos conectados a ellos.

CIUDAD DE MÉXICO

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. Las pruebas de rutina que se realicen en los tableros eléctricos se deben llevar a cabo para detectar fallas en los materiales y en la fabricación de éstos después de ensamblados o en su transporte y manejo.

Los tableros eléctricos que sean ensamblados con componentes normalizados de otros fabricantes deben someterse a las pruebas de rutina establecidas por el fabricante que ensamble el tablero. Estas pruebas deben ser las siguientes y pueden llevarse a cabo en cualquier orden:

a. Inspección del tablero eléctrico incluyendo el alambrado y si es necesario, pruebas de operación eléctrica.

b. Prueba dieléctrica.

c. Verificación de medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

d. La realización de las pruebas de rutina por el fabricante no relevará al instalador del tablero eléctrico de la obligación de verificarlas después de la instalación.

E.02. Las pruebas de rutina mencionadas en el inciso anterior deben cumplir con las normas correspondientes indicadas en la cláusula B de Referencias

E.03. Las pruebas tipo deben estar destinadas a verificar el cumplimiento de lo requerido en éste capítulo para un tablero eléctrico determinado. Se llevarán a cabo en un tablero muestra o en tales partes de tablero manufacturadas sobre el mismo diseño o uno similar. Estas pruebas deben ser las siguientes:

a. Limites de elevación de temperatura

b. Propiedades dieléctricas (aislamiento)

c. Resistencia al corto-circuito

d. Continuidad de los circuitos de protección

e. Distancia de aislamiento y de fuga

f. Operación mecánica

g. Grado de protección

CIUDAD DE MÉXICO

Estas pruebas se pueden llevar a cabo en cualquier orden y/o en diferentes muestras del mismo tipo. Si por alguna razón llegaran a hacerse modificaciones a algún tablero eléctrico, deben llevarse a cabo nuevas pruebas tipo, siempre que tales modificaciones puedan haber afectado adversamente los resultados de las pruebas originales.

E.04. Todos los tableros eléctricos deben ser probados en forma individual, hasta que cumplan con los requisitos establecidos para los tableros utilizados en instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal; a menos de que se especifique otra indicación por escrito, deben cumplir con lo establecido en esta Norma, sin lo cual, serán susceptibles de ser rechazadas a juicio del propio Gobierno del Distrito Federal.

E.05. Los procedimientos y equipo necesario para llevar a cabo las pruebas tipo y las de rutina enunciada, deben cumplir con lo establecido en las Normas de la cláusula B de Referencias.

E.06. Queda a juicio del Gobierno del Distrito Federal, el someter a prueba cualquiera de los dispositivos y/o elementos de los tableros eléctricos.

E.07. Los tableros hechos de los siguientes materiales se consideran que cumplen con los requerimientos de corrosión interior y exterior de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX–J–235/2 ANCE 2000:

a. Cobre, aluminio, cinc, o acero inoxidable

b. Bronce o latón que contengan al menos 80% de cobre.

E.08. La pintura y cualquier otro acabado debe cumplir con los requerimientos de la norma indicada en el inciso anterior.

E.09. Además de las pruebas mencionadas en el inciso D.02 y dependiendo del tipo de tablero se deben considerar entre otras las siguientes, para comprobar el cumplimiento de la Norma Mexicana NMX–J–235/2 ANCE 2000:

:

a. Goteo

b. Lluvia

c. De polvo

d. Congelamiento externo

e. De chorro

f. De 24 horas bajo rocío salino (corrosión interna)

g. De 600 horas bajo rocío salino (corrosión externa)

h. De 1200 horas (dióxido de azufre – dióxido de carbono)

i. Rayado

E.10. Cada tipo de tablero debe evaluarse con las pruebas de diseño específicas como se indica en la Tabla 8.

CIUDAD DE MÉXICO

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01 Una vez efectuadas las pruebas de rutina mencionadas en el inciso D.01. a los tableros eléctricos utilizados en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal, éstos podrán ser aceptados o rechazados a juicio del propio Gobierno del Distrito Federal

F.02. En el caso de que se presente alguna falla, se deben ejecutar dos pruebas más de la prueba que falló y de acuerdo a los resultados de ambas pruebas el Gobierno del Distrito Federal debe determinar si acepta o rechaza el tablero y/o dispositivo.

F.03. Todos los tableros eléctricos utilizados en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal o especificado en el proyecto, deben ser rechazados si no cumplen con los requisitos indicados en esta Norma y queda a criterio del Gobierno del Distrito Federal ordenar la repetición de una prueba o la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de los tableros y/o dispositivos.

F.04. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a los tableros eléctricos, siempre y cuando éstos procedan de un fabricante con certificado de calidad expedido por un organismo reconocido por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

TABLA 8 Pruebas de diseño aplicables

Tipo de gabinete	Pruebas aplicable
1	Entrada de varilla (a) Protección contra corrosión interna
2	Entrada de varilla (a) Goteo Protección contra corrosión interna Empaques Desalinación
3	Polvo exterior Congelamiento externo Protección contra corrosión externa Empaques Desalinación

Continua.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8 Pruebas de diseño aplicables (Continúa)

Tipo de gabinete	Pruebas aplicable
3R	Entrada de varilla (a) Lluvia Congelamiento externo Protección contra corrosión externa Empaques Desalinación
3S	Polvo exterior Congelamiento externo Protección contra corrosión externa Empaques Desalinación
4	Congelamiento externo Chorro de agua cayendo Protección contra corrosión externa Empaques Desalinación
4X	Congelamiento externo Chorro de agua cayendo Protección contra corrosión externa Protección adicional contra corrosión Empaques Desalinación
5	Polvo interior Protección contra corrosión interna Empaques Desalinación
6	Congelamiento externo Protección contra corrosión externa Inmersión Empaques Desalinación

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8 Pruebas de diseño aplicables

Tipo de gabinete	Pruebas aplicable
6P	Congelamiento externo Protección contra corrosión externa Protección adicional contra corrosión Presión Empaques Desalinación
12, 12K	Polvo interior Protección contra corrosión interna Empaques Desalinación
13	Protección contra corrosión interna Exclusión de aceite Empaques Desalinación
(a) Requerido sólo cuando sea ventilado	

Concluye

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 021 INTERRUPTORES Y ESTACIÓN DE BOTONES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Interruptor. Dispositivo eléctrico diseñado para abrir o cerrar uno o varios circuitos eléctricos por medio de palanca u otro componente que accione el movimiento de contactos.

A.02. Estación de botones. Interruptor ensamblado en una caja o gabinete, formando una o varias unidades básicas, operados exteriormente, algunas veces incluyen otros dispositivos como luces indicadoras o interruptores selectores.

A.03. Para el presente capítulo se tienen las siguientes definiciones:

a. Amperes nominales. Es la corriente que el fusible conduce continuamente sin deteriorarse y sin exceder la temperatura en los límites especificados.

b. Capacidad interruptiva. Valor mayor de la corriente alterna o continua, el cual debe interrumpir el fusible bajo las condiciones indicadas por las normas.

c. Corriente asimétrica. Aquella que tiene una onda senoidal fuera del eje de simetría debido a una componente CC sobrepuesta.

d. Corriente simétrica Corriente con una onda simétrica respecto al eje cero. Este término se aplica a corriente alterna únicamente.

e. Corriente pico de fuga. Corriente máxima instantánea que pasa a través de un fusible durante el tiempo total de apertura

f. I^2 t. Medida de la energía calorífica generada en un circuito durante la fusión o apertura de un fusible.

g. Interruptor en caja de lámina, también conocido como interruptor de seguridad. Ver Figura 1. Dispositivo que abre o cierra circuitos mediante una navaja con puerta y palanca exterior para la operación del interruptor y con fusibles integrados.

CIUDAD DE MÉXICO

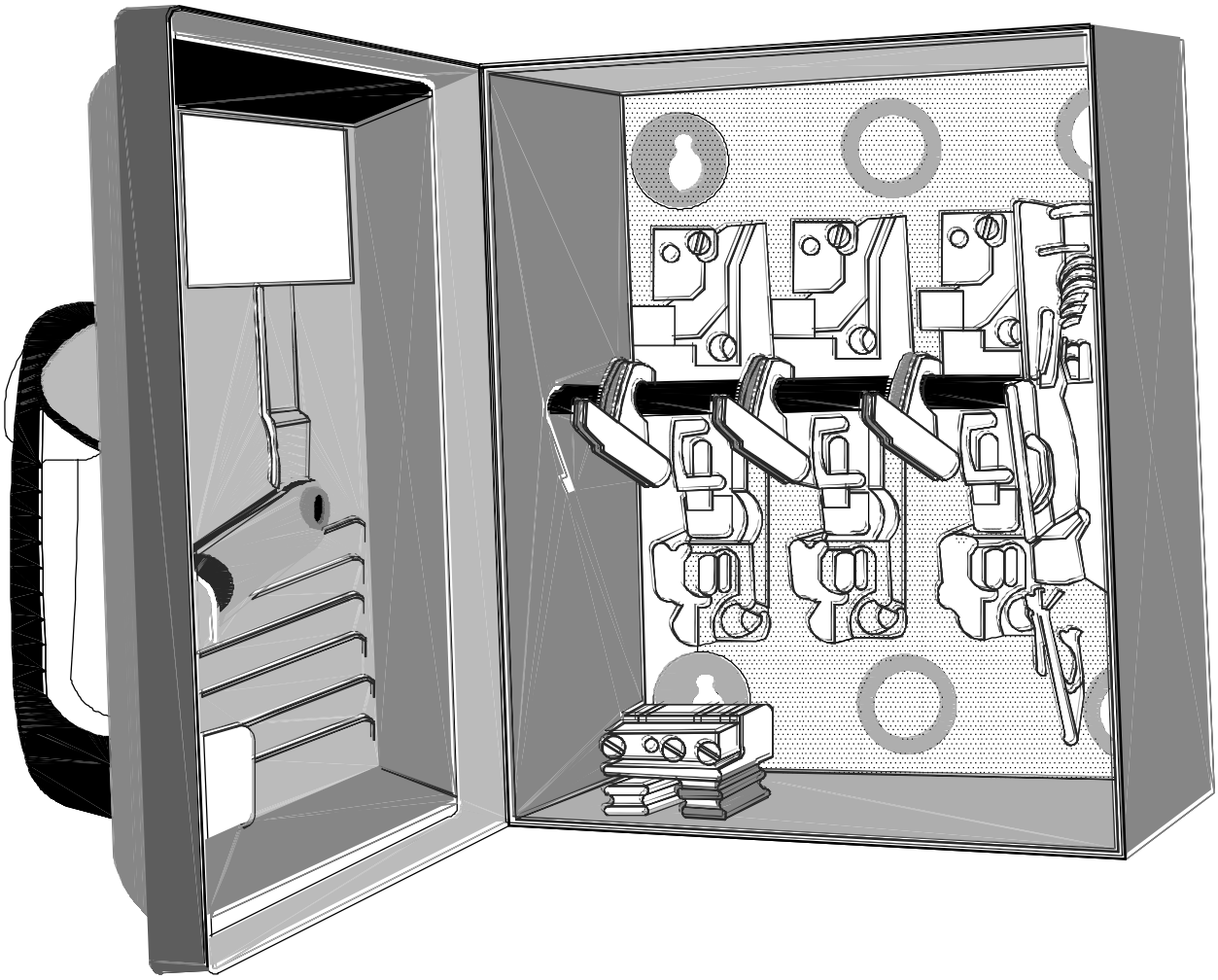
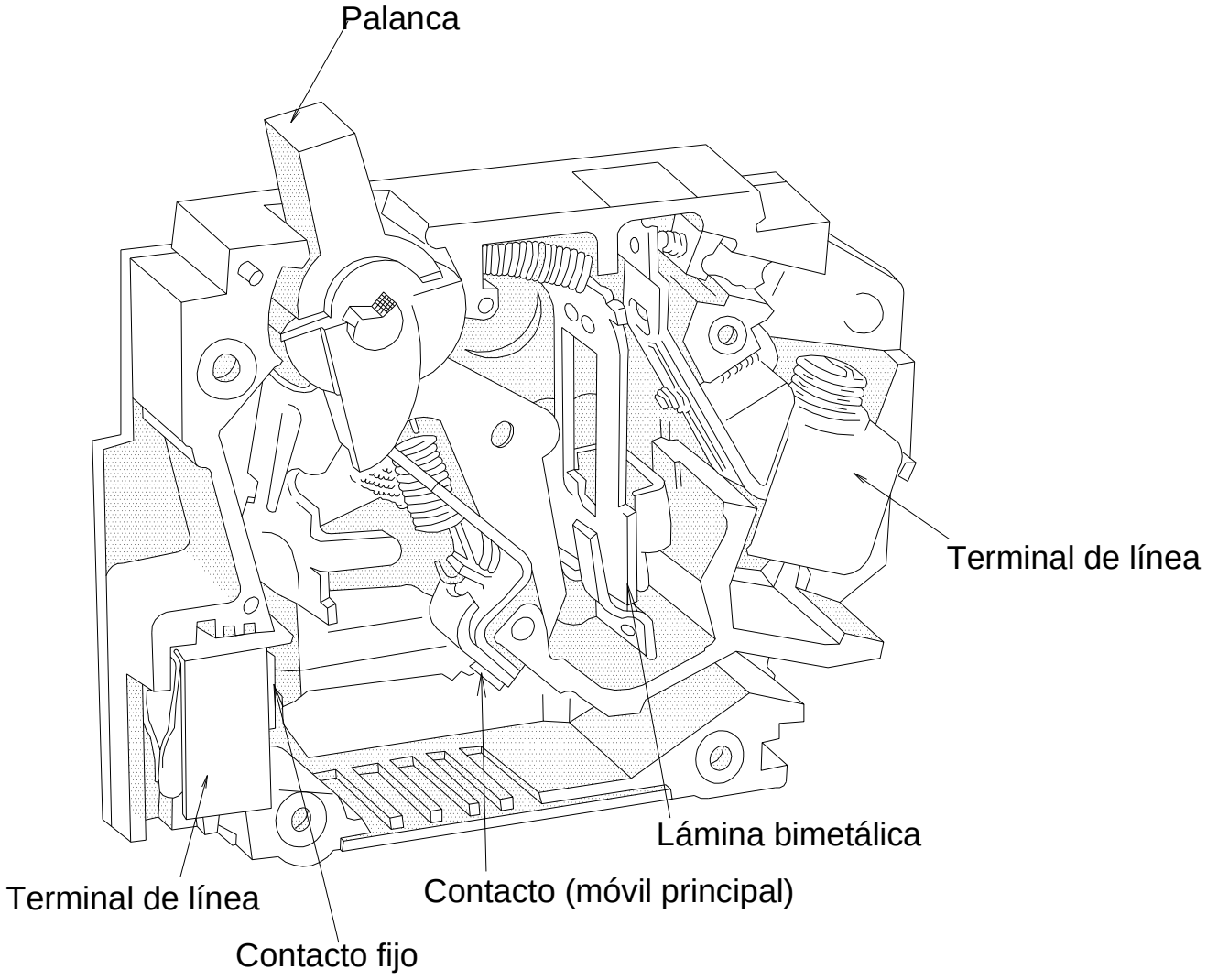


FIGURA 1. Interruptor de seguridad

h. Interruptor termomagnético. Dispositivo que abre el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga accionado por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético. Ver figura 2.



CIUDAD DE MEXICO

FIGURA 2. Interruptor termomagnético

i. Interruptor termomagnético instantáneo. Dispositivo de seguridad energizado por el circuito magnético de la corriente de sobrecarga o de corto circuito, que protege a los circuitos derivados de los motores.

j. Interruptor termomagnético de tiempo inverso. Dispositivo equivalente al fusible de tiempo retardado, que tiene un elemento magnético para responder en forma instantánea a la corriente de corto circuito severa o a valores excesivos de sobrecarga en el arranque.

k. Limitador de corriente. Elemento diseñado para funcionar únicamente en corriente de falla de alta magnitud y el cual no debe operar en sobrecargas menores sin considerar el tiempo.

l. Retardo. Término que se aplica a los tiempos de apertura del fusible en exceso de un ciclo donde el tiempo puede variar dentro de la normatividad establecida.

m. Sobrecarga. Término que se emplea para referirse a una sobrecorriente, cuya magnitud no es suficiente para ser considerada como un circuito corto.

n. Tiempo de arqueo Tiempo comprendido entre la fusión del elemento responsable de la corriente (tal como el listón del fusible) a la apertura final del circuito.

o. Tiempo de apertura. Tiempo total transcurrido entre el principio de la sobrecorriente específica y la interrupción final del circuito, a tensión nominal.

p. Tiempo de fusión. Tiempo requerido por la corriente para fundir el elemento sensible a ella en una sobrecarga específica.

q. Tiempo de retardo. Término empleado por las Normas NEMA y UL para definir en cartuchos fusibles, un tiempo mínimo de apertura de 10 segundos en una sobrecarga de 500% del valor nominal del fusible.

CIUDAD DE MÉXICO

A.04. El interruptor manual y automático por su tipo de operación puede ser:

a. Sobrecorriente. Debido a sobrecarga y corto circuito

.

b. Falso contacto

c. Alta temperatura.

A.05. El interruptor automático se clasifica:

d. Según el número de polos:

1. Un polo.
2. Dos polos con un polo protegido.
3. Dos polos con dos polos protegidos.
4. Tres polos con tres polos protegidos.
5. Cuatro polos con tres polos protegidos.
6. Cuatro polos con cuatro polos protegidos.

e. Por el tipo de protección contra influencias externas:

1. Encerrado
2. No encerrado

f. Por el tipo de montaje:

1. Sobreponer
2. Empotrado.
3. Tipo tablero de distribución.

g. Por el tipo de terminales de conexión:

1. Tipo tornillo para conductores de cobre externos.
2. Tipo sin tornillo para conductores de cobre externos.
3. Planas para conexión rápida para conductores externos.
4. Tipo tornillo para conductores de aluminio externos.

h. Por la corriente de disparo instantáneo:

1. Tipo B.
2. Tipo C.
3. Tipo D.

CIUDAD DE MÉXICO

i. Por la característica I^2 t.

j. Por su construcción:

1. Simple (solamente botones en sus diferentes tipos).- Pulsador en forma de hongo iluminado, de palancas, entre otros.

2. Combinado.- Con lámpara piloto, con llave, con seguro, entre otros.

A.06. El interruptor de seguridad manual puede ser de navajas, de navajas con fusibles de tapón roscado o con fusibles de cartucho, y clasificarse:

a. Por el tipo de servicio:

1. Ligero.- Diseñado para aplicaciones donde el número de operaciones no es frecuente, recomendado para uso residencial, edificios comerciales, talleres, entre otros. Se fabrican de 30 a 200 amperes con 240 volts máximo.

2. Pesado.- Diseñado para aplicaciones donde el número de operaciones es frecuente y el requisito de seguridad, funcionamiento y continuidad es importante. Se fabrica de 400 a 1200 amperes con 200 volts y de 30 a 1200 amperes con 600 volts máximo de corriente alterna.

A.07. El interruptor automático en caja moldeada diseñado para utilizarse en tableros de distribución de alumbrado o similares se clasifica:

a. Limitador de corriente.
b. Disparo instantáneo
c. Automático y de circuito por falla a tierra, clase A
d. Con fusible integral y protectores de falla de corriente alta
e. Ajustable
f. Para calefacción, aire acondicionado y refrigeración (CAAR)
g. Operado a control remoto
h. Para servicio de desconexión
i. Para 400 Hz
j . Tipo removible
k. Conectado en serie
l. Con unidad de disparo intercambiable
m. Automático tipo alta intensidad de descarga

A.08. La estación de botones se clasifica:

a. Por el tipo de montaje.
   1. Sobreponer
   2. Empotrado

b. Para usos generales

c. A prueba de agua

d. Para alto riesgo

e. Por el tiempo de contacto
   1. Momentáneo
   2. Sostenido

CIUDAD DE MÉXICO

f. Por el material de gabinete
   1. Aluminio
   2 Acero inoxidable
   3. Neopreno

A.09. El objeto de este capítulo, es el de establecer los requerimientos generales mínimos de calidad de los interruptores y estación de botones, así como el de indicar las pruebas que deben cumplir estos dispositivos y los resultados de éstas, acordes con la normatividad vigente, para lograr una operación eficiente y segura en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

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

Concepto	Normas de referencia	Dependencia.
Interruptores de uso general para instalaciones eléctricas fijas – Especificaciones generales y métodos de prueba.	NMX– J - 005	ANCE
Fusibles para baja tensión – parte 1.Requisitos generales.	NMX– J - 009/248/1	ANCE
Desconectadotes eléctricos de navajas de baja tensión, descubiertos.	NMX – J -18	SECOFI
Portafusibles de tapón roscado de eslabón y cartucho.	NMX – J -20	SECOFI
Clasificación de materiales aislantes	NMX– J -153	SECOFI
Productos eléctricos - Desconectadores en gabinete y de frente muerto – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX– J -162	ANCE
Cuchillas seleccionadoras de operación con o sin carga. Terminología.	NMX– J – 210	ANCE
Vocablos técnicos usados en interruptores de potencia.	NMX – J – 211	SECOFI

Continua...

CIUDAD DE MEXICO

Concepto	Normas de referencia	Dependencia.
Envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico. Parte 1 – Requerimientos generales– Especificaciones y métodos de prueba.	NMX– J – 235/1	ANCE
Productos eléctricos - Interruptores - Interruptores automáticos en caja en caja moldeada – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 266	ANCE
Estación de botones para aparatos de control industrial.	NMX– J – 304	SECOFI
Arrancadores manuales a tensión plena para motores de corriente alterna.	NOM – J – 305	SECOFI
Cuchillas seccionadoras de operación con carga para media tensión – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 323	ANCE
Productos eléctricos - Cuchillas seccionadoras de operación sin carga para alta tensión para servicio interior y exterior especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 356	ANCE
Fotointerruptores	NMX – J – 358	SECOFI
Interruptores selectores y lámparas indicadoras para aparatos de control industrial.	NMX – J – 361	SECOFI
Contactores.	NMX – J – 422	SECOFI
Coordinación de aislamiento. Parte 1 definiciones, principios y reglas.	NMX – J – 150-1	ANCE
Productos eléctricos. Conectadores. Conectadores de cobre tipo compresión Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 170	ANCE
Gabinetes para equipos eléctricos de control y distribución.	NMX – J - 235	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa

Concepto	Normas de referencia	Dependencia.
Productos eléctricos. Conectadores. Conectadores de aluminio tipo compresión para uso en conexiones eléctricas con conductores de aluminio a aluminio y/o aluminio cobre, del tipo aéreo. Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J – 254	ANCE
Técnicas de pruebas en alta tensión – Parte 1 definiciones generales y requerimientos de prueba.	NMX – J – 271/1	ANCE
Productos eléctricos – Conectadores de aluminio tipo mecánico – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J - 383	ANCE
Productos eléctricos – Conectadores de cobre tipo mecánico – Especificaciones y métodos de prueba.	NMX – J - 395	ANCE
Receptáculos.	NMX – J - 412	ANCE
Grados de protección proporcionados por los envolventes.	NMX – J -529	ANCE
Productos de distribución y de control de baja tensión. Parte 1. Reglas generales. Parte 2. Interruptores automáticos.	NMX – J -538/1 y 2	ANCE
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Los interruptores manuales o automáticos para protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas o similares, deben diseñarse y construirse de forma que su uso normal sea confiable y sin peligro al usuario. Las características de calidad descritas en el texto del presente capítulo, se aplican tanto a interruptores automáticos como a los manuales.

C.02. Las conexiones ya sean eléctricas o mecánicas, deben soportar los esfuerzos mecánicos que ocurren en uso normal.

C.03. Las partes conductoras de corriente y las conexiones, incluyendo las partes destinadas para los conductores de protección, deben ser de:

a. Cobre.

b. Una aleación que contenga por lo menos 58% de cobre para las partes trabajadas en frío, o por lo menos 50% de cobre para las otras partes.

c. Otro metal recubierto apropiadamente, no menos resistente a la corrosión que el cobre.

C.04. Las terminales para los conductores externos deben ser tales que éstos puedan conectarse, asegurando que la presión de contacto necesaria para su conexión se mantenga permanentemente.

C.05. Las terminales deben ser fácilmente accesibles para su conexión.

C.06. Los interruptores manuales o automáticos en caja moldeada se deben proporcionar con un medio para su montaje.

C.07. Los interruptores en caja moldeada deben tener una cubierta integral para todas las partes conductoras y su mecanismo, excepto la manija de operación y las terminales de alambrado.

C.08. Deben tener la resistencia y rigidez necesaria para el uso para el cual fueron diseñados y satisfacer los requerimientos de prueba de las Normas Mexicanas NMX, indicadas en la Cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

C.09. El gabinete para la estación de botones debe diseñarse para que se instalen botones de control, lámparas indicadoras, botones iluminados e interruptores selectores y pueden alojar de uno a cuatro de estos dispositivos. Ver Figura 3

C.10. Los Gabinetes deben tener características señaladas en las Tablas 1 y 2 y los tipos según el fabricante.

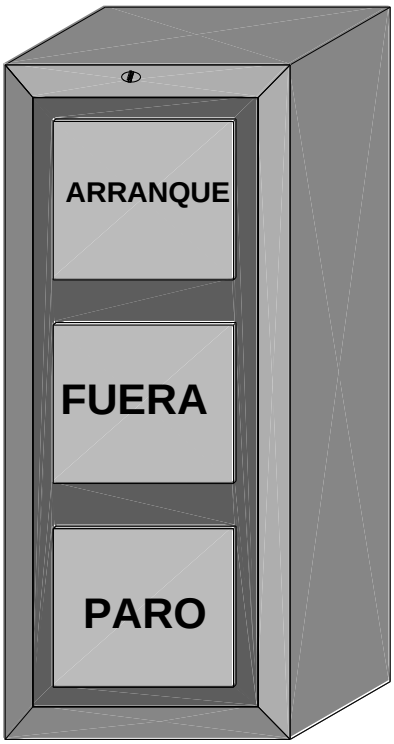


FIGURA 3. Estación de botones

TABLA 1 Gabinetes de estación de botones con unidades para botones operadores, con las diferentes leyendas y sus características.

GABINETES PARA USOS GENERALES, TIPO 1 - CONTACTO MOMENTÁNEO		
Número de unidades	Placa con leyenda	Catálogo del fabricante
1	Arrancar	
	Parar	
	Parar (con seguro)	
2	Arrancar- parar	
	Arrancar- parar (con seguro)	
	Adelante- atrás	
	Abierto- cerrado	
	Arriba- abajo	
	Dentro- fuera	
3	Arrancar- parar – luz piloto roja, 120 V	
	Adelante- atrás- parar (con seguro)	
	Arriba- abajo- parar	
	Abrir- cerrar- parar	
	Alta- baja- parar	

CIUDAD DE MÉXICO

GABINETE USOS GENERALES, TIPO 1 - CONTACTO SOSTENIDO		
2	Arrancar- para	
	Dentro-fuera-luz piloto,120 V (con operador tipo selector)	
GABINETE HERMÉTICO AL AGUA Y POLVO, TIPO 4 - CONTACTO MOMENTÁNEO		
1	Arrancar- parar	
	Parar	
	Parar (con seguro)	
2	Arrancar- parar	
	Arrancar- parar (con seguro)	
	Adelante- atrás	
	Arriba- abajo	
	Abierto- cerrado	
	Dentro- fuera	
GABINETE HERMÉTICO AL AGUA Y AL POLVO, TIPO 4 - CONTACTO SOSTENIDO		
2	Arrancar- parar	
	Dentro- fuera	
	Manual- automático	
COLGANTE, EN GABINETE DE NEOPRENO, TIPO 4 – CONTACTO MOMENTÁNEO		
2	Arrancar- parar	
	Adelante- atrás	
	Arriba- abajo	
GABINETE A PRUEBA DE GASES Y POLVOS EXPLOSIVOS, TIPOS 7 Y 9 – CONTACTO MOMENTÁNEO		
1	Arrancar- parar	
	Parar (con seguro)	
2	Arrancar- parar (con seguro)	
	Adelante- atrás	
	Arriba- abajo	
	Abierto- cerrado	
	Dentro- fuera	
GABINETE A PRUEBA DE GASES Y POLVOS EXPLOSIVOS TIPOS 7 Y 9- CONTACTO SOSTENIDO		
2	Arrancar- parar	
	Dentro- fuera	

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2 Gabinetes de aluminio y acero inoxidable, para estación de botones, de 30 mm de diámetro.

EN GABINETE DE ALUMINIO A PRUEBA DE GOTEO, ACEITE Y POLVO NEMA 1, 3, 4 Y 13			
Numero de unidades	Placa de leyenda	Características	Catalogo del fabricante
1	Arrancar	Botón operador, contacto momentáneo	
	Parar	Botón operador, contacto momentáneo	
	Fuera- dentro	Selector de 2 posiciones, contacto sostenido	
	Manual-auto-fuera	Selector de 3 posiciones, contacto sostenido	
2	Arrancar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arrancar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo, con seguro en parar	
	Arriba-abajo	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arrancar-parar	Botón operador, contacto sostenido	
3	Adelante-atrás-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arriba-abajo-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Abrir-cerrar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Alto-Bajo-Parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
EN GABINETE DE ACERO INOXIDABLE A PRUEBA DE GOTEO, ACEITE Y POLVO NEMA 1, 3, 4 Y 13			
1	Arrancar	Botón operador, contacto momentáneo	
	Parar	Botón operador, contacto momentáneo	
	Fuera- dentro	Selector de 2 posiciones, contacto sostenido	
	Manual-auto-fuera	Selector de 3 posiciones, contacto sostenido	
2	Arrancar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arrancar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo, con seguro en parar	
	Arriba-abajo	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arrancar-parar	Botón operador, contacto sostenido	
3	Adelante-atrás-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Arriba-abajo-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Abrir-cerrar-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	
	Alto-bajo-parar	Botones operadores, contacto momentáneo	

CIUDAD DE MÉXICO

C.11. Los interruptores automáticos o manuales en instalaciones domésticas o similares deben llevar marcado en forma indeleble y legible como mínimo los siguientes datos:

a. Nombre del fabricante o marca registrada.

b. Identificación del equipo.

c. Tensión.

d. Corriente.

e. Frecuencia.

f. Capacidad de cortocircuito en amperes; el fabricante puede marcar la capacidad de cortocircuito encerrada en un rectángulo sin indicar las unidades.

g. Diagrama de alambrado.

h. Temperatura ambiente de referencia, en K (°C.)

i. Grado de protección (sólo si es diferente de IP20).

j. Para interruptores automáticos tipo D la corriente máxima de disparo instantánea.

k. Tensión de resistencia al impulso asignado U_{imp}

l. La leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia.

m. Designación del nombre y número de la Norma Oficial Mexicana para su fabricación.

C.12. Los interruptores automáticos en caja moldeada deben llevar marcado en forma indeleble y legible como mínimo los siguientes datos:

a. Nombre o marca registrada del fabricante.

b. Valores eléctricos.

c. Símbolos para corriente alterna, directa, o ambas.

d. El marcado con tinta no debe borrarse.

e. Las etiquetas pueden ser adheribles de un material que se haya analizado y aceptado y que esté sujeta a deslaminación por humedad o calor.

f. El valor de la corriente de un interruptor mayor de 100 A debe quedar visible después de quitar un marco o cubierta.

g. La leyenda “Hecho en México” o país de procedencia.

h. Designación del nombre y número de la Norma Oficial Mexicana para su fabricación.

CIUDAD DE MÉXICO

C.13. La estación de botones debe llevar marcado en forma indeleble y legible los siguientes datos:

a. Nombre o marca registrada del fabricante

b. Valores eléctricos.

c. Símbolos para corriente alterna, directa, o ambas.

d. La leyenda “Hecho en México” o país de procedencia.

e. Designación del tipo o NEMA.

f. Diseño (a prueba de goteo, aceite y polvo)

g. Tipo de uso (general, a prueba de agua, alto riesgo)

h. Número de unidades.

i. Catálogo del fabricante.

j. El marcado con tinta no debe borrarse.

k. Las etiquetas pueden ser adheribles de un material que se haya analizado y aceptado y que no esté sujeta a deslaminación por humedad o calor.

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. El muestreo debe hacerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el fabricante, utilizando lo señalado en la Norma NMX–Z–12, partes 1, 2, 3 “Muestreo para la Inspección por Atributos”, o en su caso lo establecido en el capítulo 4.01.01.001 “Generalidades” del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

E.02. De la producción de los interruptores automáticos para protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas, debe establecerse previamente la cantidad que formará el lote de pruebas y de éste se deben seleccionar al azar un determinado número de especímenes para ser muestreados y que puede ser de acuerdo a lo señalado en la Tabla 3:

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 3. Número de muestras para el procedimiento completo de pruebas

Secuencia de pruebas		Número de muestras	Número mínimo de muestras que deben pasar las pruebas a) y b)	Número de muestras para pruebas repetidas c)
A		1	1	
B		3	2	3
C	C_1	3	2^e	3
	C_2[f]	3	2^e	3
D		3	2^e	3
E_1		$3+4^d$	$2^e+2^{d, e}$	$3+4^d$
E_2		$3+4^d$	$2^e+3^{d, e}$	$3+4^d$

a) En total, un máximo de dos secuencias de prueba puede repetirse.

b) Se asume que una muestra que no pase una prueba, no cumple con los requisitos debido a defectos de mano de obra o ensamble que no es representativo del diseño.

c) En el caso de pruebas repetidas, todos los resultados deben ser aceptables.

d) Muestras suplementarias en el caso de interruptores automáticos de un polo de tensión asignada 230/400 V.

e) Todas las muestras deben cumplir con las pruebas de cortocircuito, corriente reducida de cortocircuito, de 1 500 A, de más de 1 500 A.

f) Para esta secuencia debe considerarse “número de polos protegidos” en lugar de “número de muestras”.

CIUDAD DE MÉXICO

E.03. La secuencia de las pruebas que se efectúan a los especímenes se indican en la Tabla 4:

TABLA 4. Secuencia de pruebas

Secuencia de pruebas		Prueba de inspección
A		Marcado. Mecanismo. Distancias de aislamiento y de fuga (sólo partes externas). No intercambiabilidad. Confiabilidad de tornillos, partes conductoras de corriente y conexiones. Confiabilidad de terminales tipo tornillo para conductores externos. Protección contra choque eléctrico. Distancias de aislamiento y de fuga (sólo partes internas). Resistencia al calor. Resistencia al calor normal y fuego. Resistencia a la oxidación.
B		Propiedades dieléctricas. Elevación de temperatura. Prueba de 28 días (28 ciclos de corriente, de 21 horas cada uno).
C	C_1	Durabilidad mecánica y eléctrica. Funcionamiento a corriente reducida de cortocircuito. Verificación del interruptor automático después de las pruebas de cortocircuito.
	C_2	Prueba de cortocircuito para verificar la adecuación de los interruptores automáticos para usarse en sistemas IT. Verificación del interruptor automático después de las pruebas de cortocircuito
D	D_0	Características de disparo.
	D_1	Resistencia al choque mecánico e impacto Funcionamiento en cortocircuito a 1 500 A Verificación del funcionamiento del interruptor automático después de las pruebas de cortocircuito.
E	E_1	Capacidad de cortocircuito en servicio. Verificación del interruptor automático después de las pruebas de cortocircuito.
	E_2	Funcionamiento a la capacidad de cortocircuito asignada Verificación del interruptor automático después de las pruebas de cortocircuito.

CIUDAD DE MÉXICO

E.04. Los interruptores automáticos y manuales para protección contra sobrecorriente en instalaciones, además de lo señalado en la Cláusula C de Requisitos de Calidad, deben cumplir con lo establecido en las Normas Mexicanas NMX, indicadas en la Cláusula B de Referencias y lo resultados de las pruebas como producto terminado, deben cumplir con los valores de las normas que se enlistan en la Tabla 5:

TABLA 5 Pruebas tipo

Pruebas
De marcado. Confiabilidad de tornillos, partes conductoras de corriente y conexiones. Confiabilidad de las terminales para conductores externos. Protección contra choque eléctrico. Propiedades dieléctricas y capacidad de seccionamiento. Elevación de temperatura. Prueba a 28 días (28 ciclos de corriente, de 21 horas cada uno). Características de disparo. Durabilidad mecánica y eléctrica. Cortocircuito. Resistencia al choque e impacto mecánico. Resistencia al calor. Resistencia al calor normal y fuego. Resistencia a la oxidación.

E.05. De la producción de los interruptores automáticos en caja moldeada, debe establecerse previamente la cantidad que formará el lote de pruebas y de éste se debe seleccionar al azar un determinado número de especímenes para ser muestreados.

E.06. Las pruebas a que deben someterse las muestras de los interruptores automáticos en caja moldeada son:

a. Calibración 200% 298 K (25° C)
b. Calibración 135% 298 K (25° C)
c. Calibración 200% 313 K (40° C)
d. Calibración 135% 313 K (40° C)
e. Calibración de disparo instantáneo ajustable
f. Sobrecarga
g. Calibración 100% 313 K (40° C)
h. Temperatura y calibración 100% 298 K (25° C)
i. Durabilidad

CIUDAD DE MÉXICO

j. Calibración 200% 298 K (25° C) repetida

k. Calibración 135% 298 K (25° C) repetida

l. Calibración135% 313 K (40° C) repetida

m. Interrupción

n. Disparo 200% 298 K (25° C)

o. Tensión de resistencia del dieléctrico

E.07. En el caso de que se presente alguna falla de cualquier tipo, ya sea observada a simple vista por defecto de fabricación o como resultado de una prueba, se debe retirar el producto que falló y formar un nuevo lote de pruebas, se deben repetir una vez más las pruebas y si se encuentra en el lote otro producto que falla, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe rechazar dicho lote.

E.08. Una vez efectuadas las pruebas mencionadas en los incisos E.03, E.04 y E.06 de este capítulo, a los interruptores utilizados en las instalaciones de la Administración Pública del Distrito Federal, pueden ser aceptados o rechazados, según los resultados de pruebas indicadas.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Todos los interruptores utilizados en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal especificados en el proyecto, deben ser rechazados si no cumplen con los requisitos indicados en esta Norma y queda a criterio del representante del Gobierno del Distrito Federal ordenar la repetición de una prueba o la ejecución de una prueba no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación de los interruptores.

CIUDAD DE MÉXICO

F.02. La Administración Pública del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a los interruptores automáticos, cuando éstos procedan de un fabricante con certificado de calidad.

F.03. El fabricante o proveedor de interruptores o estación de botones, debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante de la Administración Pública del distrito Federal, para verificar que se cumplan los requisitos de calidad en la fabricación, así como testificar las pruebas que se apliquen y los resultados esperados.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 022 SISTEMAS DE TIERRA Y PARARRAYOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Sistema de tierra.- Conjunto de conductores, electrodos, conectores y otros accesorios, que interconectados entre sí, tienen por objeto unir las cubiertas de las máquinas, estructuras 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.

A.02. Pararrayos.- Dispositivo para protección de descargas eléctricas atmosféricas consistente de una punta de cobre conectada a un sistema de tierra.

A.03. Los distintos elementos que forman parte del sistema de tierra y pararrayos se clasifican en:

a. Conductores de cobre:

1. Según el número de hilos:

1.1. Alambre.- De un hilo y de calibres del 20 al 8 AWG

1.2. Cable.- De varios hilos y de calibres del 6 AWG al 1/0000 MCM

2. Según el temple:

2.1. Suave

2.2. Duro

2.3. Semiduro

b. Los conectores de compresión:

1. Según su designación:

1.1. Terminal o zapata

1.2 Rectos

1.3. De derivación

CIUDAD DE MÉXICO

2. Según su comportamiento eléctrico térmico (tipo de servicios):

2.1. Pesado

2.2. Medio

2.3. Ligero

3. Por su resistencia a la tensión mecánica:

3.1. Máxima

3.2. Media

3.3. Mínima

4. Por los elementos a conectar:

4.1. Cable a cable

4.2. Cable a riel

4.3 Cable a zapata

4.4 Cable a varilla de cobre

4.5 Cable a varilla de acero (corrugada)

c. Las conexiones soldables se clasifican de acuerdo al tipo de soldadura empleado:

1. Aluminotérmica

2. Eléctrica (las conexiones más usadas se muestran en la Figura 1)

d. Las abrazaderas se clasifican según su forma:

1. Uña

2. "U"

3. Cinta

CIUDAD DE MÉXICO

Conexiones más usadas

De cable a Cable

De calibre 6 AWG a 1,000 MCM

De calibre 4 AWG (de paso o de tope) a 1,000 MCM

De calibre 4 AWG (de paso o de tope) a 500 MCM

De cable a Varilla

De varilla 5/8" a cable 4 AWG a 500 MCM

De varilla 5/8" a varilla 5/8"

De varilla 5/8" a cable 4 AWG a 500 MCM

De Cable a Placa de Acero

Para calibres del 6 al 1 AWG y del 1/0 AWG al 1,000 MCM

De calibre 6 al 4/0 AWG

FIGURA 1

e. El material de relleno empleado para mejorar las condiciones eléctricas del terreno natural puede ser:

1. Sulfato de sodio
2. Sulfato de magnesio
3. Sulfato de cobre
4. Polvo de carbón vegetal

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Sistemas de Tierra y Pararrayos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Conectores de cobre tipo compresión (dimensiones de la lengüeta, prueba de: ciclo de calentamiento-enfriamiento, resistencia de contacto, resistencia a la tensión mecánica).	NMX-J-170	SECOFIN
Metal de aporte para uniones soldadas	4.01.01.017	G.D.F.
Tubos y conexiones conduit metálicas para instalaciones eléctricas	4.01.02.017	G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Conductores eléctricos	4.01.01.023	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Todos los materiales empleados para la construcción de los sistemas de tierra como son: conductores de cobre desnudo, varillas de tierra, conectores de cobre y otros, deberán poseer marcas indelebles con el nombre del fabricante acreditado y con las características propias de cada dispositivo.

C.02. Los conductores de cobre desnudo deberán soportar una temperatura de operación hasta de 348 K (75 ºC) a la intemperie.

C.03. Los demás elementos de cobre como son barras, terminales, varillas de tierra tipo cobre soldado y puntas de pararrayos deberán poseer una ley mínima de 99,80% de cobre. En el caso de que exista plata para mejorar la conductividad ésta deberá ser considerada como cobre para determinar la ley de los elementos.

C.04. Los conectores de cobre tipo compresión deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a. El material para la fabricación del conector debe ser cobre o alguna de sus aleaciones, cuyas características sean tales que cumplan con todas las pruebas previamente especificadas en la cláusula de referencias.

b. La superficie de los conectores debe ser limpia, libre de rebabas y puede llevar un recubrimiento metálico adecuado (por ejemplo plata).

c. Los conectores según sea su forma deben ser adecuados a los calibres de los conductores y a la herramienta con que se aplican, conservando sus respectivas tolerancias.

C.05. C.05. Los electrodos o varillas de tierra deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a. La varilla contendrá un revestimiento de cobre puro con espesor mínimo de 0,254 mm (0,01"), unido molecularmente al núcleo de acero, dicho revestimiento debe carecer de cualquier tipo de fisuras, aún cuando la varilla sea doblada.

b. Las varillas de tierra terminarán en punta para facilitar su penetración dentro de la superficie en la cual se vayan a colocar.

c. Las varillas tendrán cuando menos las dimensiones, indicadas en la Tabla 1 en función del tipo de terreno:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3.- Dimensiones de varillas y tipos de suelos.

Diámetro	Longitudes (cm)	
	Terrenos clase III	Terrenos clase I yII
16 mm (5/8”)	150	300
19 mm (3/4”)	150	300

C.06. El almacenamiento de los diferentes materiales utilizados en sistemas de tierra y pararrayos deberá realizarse en lugares cubiertos y estarán protegidos en bolsas de plástico, cajas de cartón o similares, según sea el tipo de material. La estiba se ejecutará en tal forma que las piezas inferiores no llegen a dañarse.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Las pruebas de flexibilidad se efectuarán a todas las varillas que constituyen el lote.
Las demás pruebas se aplicarán a una muestra extraída al azar de un lote de 100 conectores o fracción, o de 150 varillas o fracción.

E.02. Los conectores de cobre tipo compresión deberán someterse y satisfacer las siguientes pruebas:

a. La resistencia de contacto y la temperatura no deben incrementarse en más de 10% y 293 K (20 °C) respectivamente, entre el ciclo 25 y el último, según la clase mostrada en la Tabla 1

TABLA 2.-

Clase	Rango	-	Ciclos
A (pesada)	25	-	500
B (media)	25	-	250
C (ligera)	25	-	125

CIUDAD DE MÉXICO

b. Los conectores deberán soportar satisfactoriamente los valores a tensión indicados en la Tabla 3:

E.03. Los electrodos o varillas de tierra deberán someterse cuando menos a las siguientes pruebas:

a. Resistencia.- Todas las varillas serán probadas en forma individual y tendrán una resistencia mecánica mínima a la tensión de 54,2 kg_f/mm^2.

b. Adherencia.- Esta prueba se efectuará introduciendo a golpes un segmento de varilla de 260 mm de longitud, entre 2 placas separadas 3 mm menos que el diámetro nominal de la varilla, con lo que se hará evidente cualquier separación del revestimiento de cobre y el núcleo de acero de la varilla.

c. Flexibilidad.- La varilla deberá tener la flexibilidad necesaria para formar un arco con un ángulo de 30 grados, esta prueba deberá realizarse a temperatura ambiente..

TABLA 3.- Valores de tensión que deben soportar los conectores.

Prueba	Requisitos mínimos.
Tensión máxima	90% de la tensión nominal de ruptura del conductor La falla se considera con la ruptura de un hilo por lo menos.
Tensión media.	40% de la tensión nominal de ruptura del conductor.
Tensión mínima	a. 5% de la tensión nominal de ruptura del conductor o 100 kg, si éste es mayor para conductores con sección de 8 mm^2 o mayores b. 50 kg para conductores con sección desde 5 mm^2, pero menores de 8 mm^2 c. 30 kg para conductores con sección desde 2 mm^2, pero menores de 5 mm^2 d. 10 kg para conductores con sección desde 0,8 mm^2 pero menores de 2 mm^2 e. 5 kg para conductores con sección desde 0,3 m^2, pero menores de 0,8 mm^2

F. BASES DE ACEPTACIÓN

CIUDAD DE MÉXICO

F.01. En el caso de presentarse falla en cualquiera de las pruebas a que se someten los diferentes elementos para sistemas de tierra y pararrayos, se deberán ejecutar dos pruebas más de la que fallo y de acuerdo a los resultados el Gobierno de Distrito Federal determinara si se acepta o rechaza el elemento ya sea particularmente o en lote.

F.02. Los sistemas de tierra y pararrayos cuyo empleo sea ordenado por el Departamento o especificado en el proyecto, serán rechazados si no cumple con los requisitos indicados en esta norma, quedando a criterio del representante del Departamento ordenar la repetición de una prueba o la ejecución de otra no señalada, por considerarlo necesario para la aceptación.

D. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Alambre o cable metálico que ofrece poca resistencia al paso de la corriente eléctrica, el cual sirve para transportarla a través de su masa.

Para el presente capítulo se tienen las siguientes definiciones:

a. Solera.- Metal formado por una barra sólida de sección rectangular o cuadrada.

b. Alambre.- Metal formado por un hilo sólido de sección circular.

c. Cable.- Conjunto de hilos metálicos reunidos en formación geométrica (flexible).

d. Cordón.- Conjunto de hilos reunidos al azar, en uno o varios torones. (superflexible).

e. AAC.- Cable de aluminio puro.

f. AAAC.- Cable de aleación de aluminio.

g. ACAR.- Cable de aluminio reforzado con aleación de aluminio.

h. ACCSR.- Cable de aluminio reforzado con acero.

i. Copperweld.- Alambre de acero recubierto con cobre.

j. Alumoweld.- Alambre de acero recubierto con aluminio.

CIUDAD DE MÉXICO

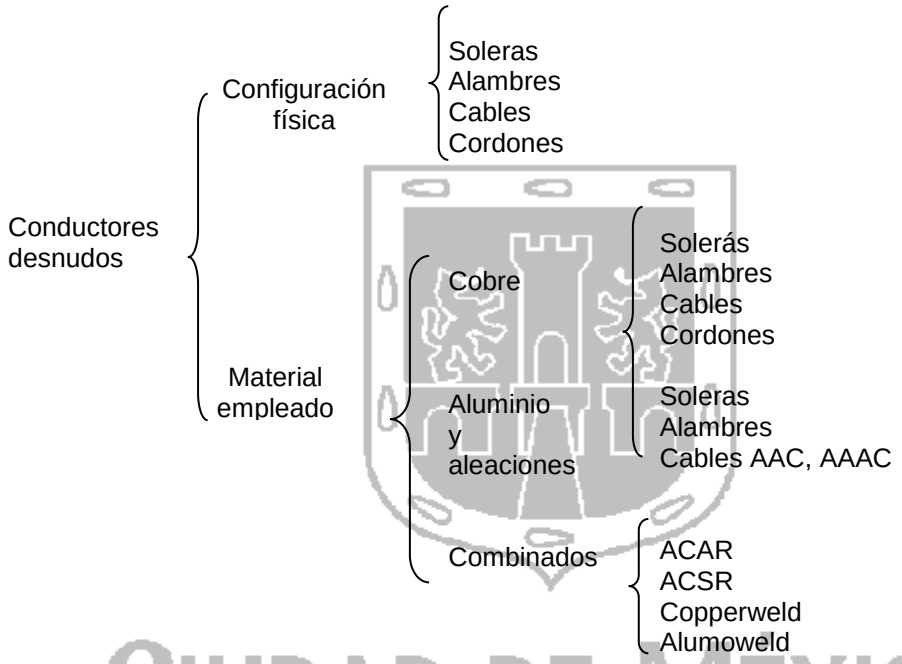
A.02. Los conductores pueden clasificarse de acuerdo a las siguientes características:

a. Por su tipo de fabricación:

1. Alambres y cables desnudos de cobre y aluminio.
2. Alambres y cables para baja tensión.
3. Cables de control.

4. Cables de energía para mediana y alta tensión.
5. Cables para distribución aérea.
6. Cables para electrónica.
7. Cables para mina.
8. Cables para redes.
9. Cables telefónicos.
10. Cordones y cables flexibles.

b. Según su configuración física y por el material, utilizado en su fabricación.



CIUDAD DE MEXICO

c. Por su tipo de temple:

1. Conductores de cobre suave o recocido.

Por su misma suavidad, tienen baja resistencia mecánica, alta elongación (aumento accidental de la longitud), Su conductividad eléctrica es del 100 %.

2. Conductores de cobre semiduro.

Tienen mayor resistencia mecánica que los conductores de cobre suave o recocido, menor elongación y su conductividad eléctrica es de aproximadamente 96,66 %.

3. Conductores de cobre duro.
   Tienen una alta resistencia mecánica, menor elongación que los de cobre semiduro, y una conductividad eléctrica igual o mayor que 96,16 %.

d. Por el grado de flexibilidad del alambre o cable que forma el conductor:

1. En conductor de cableado concéntrico:

1.1. Clase AA.- Conductor desnudo.

1.2. Clase A.- Conductor que se cubre con materiales resistentes a la intemperie, que no propagan flama y conductor desnudo de mayor flexibilidad de la requerida por la clase AA.

1.3. Clase B.- Conductor forrado con material diverso y conductor clasificado como A, pero de mayor flexibilidad.

1.4. Clase C.- Conductor forrado de mayor flexibilidad que el requerido por la clase B.

1.5. Clase D.- Conductor forrado de mayor flexibilidad que el requerido por la clase C.

2. En conductores de cordón desnudo flexible:

2.1. Clase I.- Cordones flexibles.

2.2. Clase J.- Cordones flexibles para ser utilizados como alimentadores de aparatos domésticos.

2.3. Clase k.- Cordones flexibles para utilizarse como alimentadores de equipo doméstico fijo y para cordones de aparatos portátiles.

2.4. Clase L.- Para aquellas aplicaciones en que se requiera mayor flexibilidad que la clase K.

2.5. Clase M.- Para utilizarse como alimentadores de equipos de calefacción y aparatos portátiles móviles.

2.6. Clase O.- Para aplicaciones similares a las de la clase M, pero que se requiera mayor flexibilidad.

2.7. Clase P.- Para aplicaciones en que se requiera mayor flexibilidad que las clases anteriores.

2.8. Clase Q.- Para utilizarse como alimentador de ventiladores tipo oscilatorio. Flexibilidad muy alta.

e. Por el material de aislamiento que puede ser de polietileno, cloruro de polivinilo, papel, para los siguientes conductores:

CIUDAD DE MÉXICO

1. De cobre con cableado concéntrico.
2. De cable concéntrico tipo calabrote.
3. De cable de cobre con cableado redondo compacto.

f. Por el tipo de aislamiento:

1. FEP o FEPB.- Etileno Propileno Fluorado.
2. MI. Óxido de magnesio.
3. MTW.- Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama.
4. PFAH. Perfluoroalcoxi.
5. RHH.- Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama.
6. RHW.- Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor, a la humedad y a la flama.
7. SF.- Silicón-FV (hule silicón).
8. SIS. Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor.
9. TT. Termoplástico resistente a la humedad, al calor, propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido.
10. TFE. Politetra-fluoroetileno extruido.
11. TW. Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama..
12. THW.- Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.
13. THW-LS. Termoplástico resistente a la humedad, al calor, propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido.
14. THHW. Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.
15. THHW-LS. Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios y de emisión reducida de humos y gas ácido.
16. THWN. Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.
17. THHN. Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.
18. TWD-UV. Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la intemperie y a la propagación de la flama.

CIUDAD DE MEXICO

19. LS. Emisión de humos; propagación de la flama y emisión de gas ácido.

g. Por el número de conductores.

1. Con aislamiento de cadena cruzada, que pueden ser de tres tipos:

1.1. Unipolares.- Son aquellos que tienen un conductor aislado,

1.2. Multipolares.- Más de un conductor aislado, con cubierta protectora común.

1.3. Triplex.- Tres conductores unipolares unidos entre sí, con una cubierta protectora común.

2. Alambre o cable de cobre suave, con aislamiento termoplástico de policloruro de vinilo (PVC), para instalaciones de hasta 600 voltios y 333 K (60 °C). y pueden ser de dos tipos:

2.1. Unipolares.- De un solo conductor aislado.

2.2. Dúplex.- Formado por dos conductores paralelos, de cobre con aislamiento común, de material termoplástico a base de cloruro de polivinilo; que además, aíslan los conductores entre sí.

h. Por protección eléctrica.

1. Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.

1.1. Cable sin pantalla sobre el conductor.

1.2. Cable con pantalla sobre el conductor, usado en circuitos de fuerza de 2 001 voltios y más entre fases.

1.3. Cable con o sin pantalla sobre el aislamiento.

1.4. Cable con pantalla sobre el conductor y sobre el aislamiento, usado en circuitos de fuerza de 5 001 voltios y más entre fases.

CIUDAD DE MÉXICO

g. Por su protección mecánica.

1. Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.

1.1. Cable con o sin cubierta protectora.

1.2. Cable con o sin armadura.

B. REFERENCIAS:

B.01. La siguiente normatividad tiene relación con el presente capítulo:

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Instalaciones Eléctricas (Utilización)	NOM- SEDE -001	Secretaría de Energía
Productos eléctricos – conductores – requisitos de seguridad	NOM-063	SECOFI
Alambre de cobre duro para usos eléctricos	NMX-J-002	ANCE
Alambres de cobre de sección circular, revestidos de plomo o alguna de sus aleaciones.	NMX-J-007	ANCE
Alambre de cobre estañado, suave o recocido para usos eléctricos	NMX-J-008	ANCE
Conductores eléctricos con aislamientos termoplásticos, a base de policloruro de vinilo para instalaciones hasta 600 voltios.	NMX- J - 010	ANCE
Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos	NMX-J-012	ANCE
Cables tipo calabrote, hechos con alambre de cobre.	NMX-J-013	ANCE
Cable concéntrico de cobre tipo calabrote, formado por cordones flexibles	NMX-J-014	ANCE
Cubierta de plomo o sus ligas aplicadas sobre el forro aislante de los conductores.	NMX-J-015	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Alambre de aluminio duro para usos eléctricos.	NMX-J-027	ANCE
Cables concéntricos tipo espiral para acometida aérea	NMX-J-028	ANCE
Determinación de descargas parciales en cables de energía de media y alta tensión	NMX-J-030	ANCE
Cable de aluminio con cableado concéntrico, para usos eléctricos. Especificaciones.	NMX-J-032	ANCE
Alambre desnudo de cobre suave rectangular o cuadrado especificaciones y métodos de prueba.	NMX-J-034	ANCE
Alambres de cobre semiduro para usos eléctricos.	NMX-J-035	ANCE
Alambre de cobre suave para usos eléctricos especificaciones.	NMX-J-036-	ANCE
Determinación de la absorción de humedad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos.	NMX-J-040	ANCE
Cubiertas protectoras de materiales termofijos para conductores eléctricos.	NMX-J-043	ANCE.
Alambre de aluminio 1350 temple semiduro, para usos eléctricos.	NMX-J-049	ANCE
Alambres y cables aislados con polietileno, para instalaciones tipo intemperie en baja tensión.	NMX-J-054	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR) – especificaciones.	NMX-J-058	ANCE
Cable de cobre con cableado concéntrico compacto, para usos eléctricos.	NMX-J-059	ANCE
Cables multiconductores para distribución aérea a baja tensión.	NMX-J-061	ANCE.
Cable concéntrico compacto de aluminio con cableado para usos eléctricos.	NMX-J-062	ANCE
Determinación de diámetros en conductores eléctricos.	NMX-J-066	ANCE.
Determinación de la continuidad y la adherencia del recubrimiento de estaño en los alambres de cobre para usos eléctricos.	NMX-J-073	ANCE
Determinación de la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos.	NMX-J-093	ANCE
Cordones flexibles tipo SPT con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo para instalaciones hasta 300 V.	NMX-J-102	ANCE
Determinación del área de la sección transversal de conductores eléctricos cableados, en función de su masa.	NMX-J-129	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno-propileno para tensiones de 5kV a 115 kV. Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-142	ANCE
Determinación de espesores de pantallas semiconductoras, aislamientos y cubiertas de conductores eléctricos métodos de prueba.	NMX-J-177	ANCE
Determinación del esfuerzo y alarga-miento por tensión a la ruptura de aislamientos, pantallas semicon-ductoras y cubiertas de conductores eléctricos métodos de prueba	NMX-J178	ANCE
Determinación de la estabilidad dimensional de aislamientos de etileno propileno o polietileno de cadena cruzada, para cables de 69 kV a 115 kV.	NMX-J-180	ANCE.
Deformación permanente en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos.	NMX-J-183	ANCE
Determinación del módulo de elas-ticidad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de elastómeros – métodos de prueba	NMX-J-184	ANCE
Determinación de la resistencia al rasgado de cubiertas para conductores eléctricos.	NMX-J-185	ANCE
Envejecimiento acelerado a pantallas semiconductoras, aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos – método de prueba	NMX-J-186	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Flexibilidad de conductores eléctricos aislados con policloruro de vinilo (PVC).	NMX-J-189	ANCE
Resistencia al choque térmico de aislamientos y cubiertas protectoras de PVC de conductores eléctricos.	NMX-J-190	ANCE
Deformación por calor de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos. Métodos de prueba.	NMX-J-191	ANCE
Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos.	NMX-J-192	ANCE
Doblez en frío de aislamientos y cubiertas protectoras no metálicas de conductores eléctricos.	NMX-J-193	ANCE
Envejecimiento acelerado en aceite para aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos. Métodos de prueba.	NMX-J-194	ANCE
Determinación de la resistividad volumétrica de los componentes semiconductores de las pantallas de cables de energía con aislamiento extruido.	NMX-J-204	ANCE
Determinación del factor de disipación, factor de ionización, capacitancia y permitividad en conductores eléctricos aislados.	NMX-J-205	ANCE
Resistencia, resistividad y conductividad eléctricas.	NMX-J-212	ANCE
Alambre de aluminio 1 350 temple ¾ duro, para usos eléctricos.	NMX-J-216	ANCE

CIUDAD DE MEXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Alambrón de aluminio 1 350 para usos eléctricos.	NMX-J-218	ANCE
Cables de energía con aislamiento de papel impregnado con aceite y cubierta de plomo.	NMX-J-221	ANCE
Cubiertas protectoras de materiales termoplásticos para conductores eléctricos.	NMX-J-292	ANCE
Aplicación de alta tensión con corriente alterna y corriente directa métodos de prueba.	NMX-J-293	ANCE
Resistencia de aislamiento	NMX-J-294	ANCE
Cordones flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos.	NMX-J-297	ANCE
Conductores duplex (TWD) con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V.	NMX-J-298	ANCE
Cables de control con aislamiento termoplástico o termofijo, para tensiones de 600 V y 1 000 V c.a. y temperaturas de operación máximas en el conductor de (75 °C y 90 °C).	NMX-J-300	ANCE
Tensión de impulso en cables de energía aislados.	NMX-J-309	ANCE
Determinación del esfuerzo y alargamiento por tensión a la ruptura de alambres para conductores eléctricos.	NMX-J-312	ANCE
Resistencia al agrietamiento de materiales para cubiertas de polietileno en un medio ambiente controlado.	NMX-J-426	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Determinación de la adherencia del componente semiconductor sobre el aislamiento de etileno-propileno o polietileno de cadena cruzada	NMX-J-431	ANCE
Determinación del alargamiento en caliente y deformación permanente, en aislamientos de etileno propileno y polietileno de cadena cruzada.	NMX-J-432	ANCE
Estabilidad estructural en cables de energía de 69 kV a 115 kV con aislamiento sólido método de prueba.	NMX-J-435	ANCE
Cordones flexibles para uso rudo y extra rudo, hasta 600 V. Especificaciones.	NMX-J-436	ANCE
Cables con aislamiento de policloruro de vinilo, 75 °C para alambrado de tableros.	NMX-J-438	ANCE
Determinación de arborescencias provocadas por agua en cables de energía con aislamiento extruido método de prueba.	NMX-J-439	ANCE
Envejecimiento cíclico en cables de energía con aislamiento extruido para tensiones de 5 kV a 115 kV – métodos de prueba.	NMX-J-440	ANCE
Determinación de cavidades, contaminantes e irregularidades en cables de energía con aislamiento extruido – métodos de prueba.	NMX-J-441	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Determinación de la estabilidad de la resistividad volumétrica de los componentes semiconductores de las pantallas de cables de energía con aislamiento extruido.- métodos de prueba.	NMX-J442	ANCE
Conductores de alta tensión larga duración para cables de energía con aislamiento extruido. – método de prueba.	NMX-J-443	ANCE
Cables de energía de baja tensión con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno, para instalaciones hasta 600 V.	NMX-J-451	ANCE
Determinación de la cantidad de gas ácido halogenado generado durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de cables eléctricos.	NMX-J-472	ANCE
Determinación de la densidad óptica específica y de valor de oscurecimiento de humos generados en conductores eléctricos.	NMX-J-474	ANCE
Cables de control y multiconductores de energía para baja tensión no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de halógenos, 600 V, 90 °C.	NMX-J-486	ANCE
Cables monoconductores de energía para baja tensión, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de halógenos, 600 V, 90 °C.	NMX-J-492	ANCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical. – Método de prueba.	NMX-J-498	ANCE
Alambre de aluminio suave para usos eléctricos.	NMX-J-509	ANCE
Cables para alimentación de bombas sumergibles para pozo profundo en instalaciones hasta 1 000 V.	NMX-J-514	ANCE
Determinación del paso y sentido de cableado para conductores desnudos y aislados.	NMX-J-516	ANCE
Alambres de aleación de aluminio serie AA-8 000. Especificaciones.	NMX-J-532	ANCE
Cables de aleación de aluminio serie AA-8 000. Especificaciones.	NMX-J-533	ANCE
Cables de energía aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno-propileno, sin contenido de halógenos para 23 kV utilizados en el sistema de transporte colectivo. Especificaciones.	NMX-J-539	ANCE
Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal	Libro 1 Tomo Único	G.D.F.
Alumbrado público.	2.03.006.001	G.D.F.
Instalaciones eléctricas.	2.03.009.003	G.D.F.
Sistema de pararrayos y tierra.	2.03.009.004	G.D.F.
Instalación y conexión de cables y accesorios de alumbrado público.	3.01.01.036	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO.	NORMAS DE REFERENCIA.	DEPENDECIA
Instalación de accesorios eléctricos	3.01.02.028	G.D.F.
Instalaciones de conductores eléctricos	3.01.02.029	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 de sistema de tierra y pararrayos.	3.01.02.032	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación.	3.01.02.033	G.D.F

C. REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Los conductores para uso en circuitos, neutro y de puesta a tierra deben ser de cobre.

C.02. No se acepta conductores de aluminio en alambres y cables así como conductores de aluminio recubiertos de cobre con aislamiento termoplástico,

C.03 Cada alambre en un conductor de cobre desnudo debe cumplir con los requisitos de la norma mexicana NMX-J-036-ANCE, indicada el la Cláusula B de Referencias.

C.04. El número mínimo de alambres en un cable debe estar de acuerdo con la Tabla 1.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1.- Designación y cableado del conductor.

Designación del cable		Número mínimo de alambres aceptables.		
		Combinación unidireccional	Cableado compacto	Todos los demás
2,08 - 8,37	14 - 8	19[a]	7	7
13,3 - 33,6	6 - 2	19	7	7
42,4 - 107	1 - 4/0	19	18	19
127 - 253	250 - 500		35	37
279 - 507	550 - 1 000		58	61
557 - 760	1 100 - 1 500			91
811 - 1 010	1 600 - 2 000			127
[a] Únicamente cobre.				

- No deben usarse alambres de cobre menores de 0,0127 mm^2 (36 AWG).
- Un conductor con cableado compacto no debe ser segmentado.

C.05 Los diámetros nominales de los alambres o cables se muestran en las tablas 4,5,6,7,8 y 9. El diámetro mínimo para cables no debe ser menor que 98% del nominal.
El diámetro máximo no debe ser mayor que 101% del nominal.

C.06. La verificación del diámetro debe determinarse de acuerdo con la norma mexicana NMX-J-066-ANCE indicada en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

C.07. La unión en un alambre o en uno de los alambres individuales de un cable, no debe incrementar el diámetro ni disminuir el esfuerzo mecánico del conductor o del alambre individual y la distancia entre uniones no debe ser menor que 0,30 m en cables de 19 alambres o menos.

C.08. En un conductor tipo calabrote que consiste en un núcleo central rodeado por una o más capas de miembros cableados (grupos primarios), cada miembro puede considerarse equivalente a un alambre sólido, y como tal, debe unirse como una unidad. Estas uniones no deben estar a menos de 2 longitudes de paso una de otra.

C.09. Se permite un separador de material adecuado entre el conductor y el

aislamiento. El separador debe ser de color que contraste con el color del conductor, excepto transparente o verde y debe ser de un material compatible entre ellos.

C.10. Los conductores deben estar aislados en su totalidad con PVC u otro material termoplástico que cumpla con los requisitos de la norma mexicana NMX-J-010-ANCE la cual se indica en la cláusula B de Referencias.

C.11. El aislamiento del conductor debe estar libre de poros, ampollas, u otras imperfecciones apreciables con visión normal o corregida sin amplificación. Si el aislamiento es aplicado en más de una capa, la interfase entre las capas debe estar libre de cavidades visibles con visión normal o corregida sin amplificación y todas las capas deben tomarse juntas para las mediciones y pruebas.

C.12. Cuando se apliquen aislamientos de colores, estos deben colorearse en todo su espesor o en su caso, debe aplicarse una capa coloreada delgada de material adecuado en la superficie del aislamiento.

C.13. La identificación de la polaridad de los conductores de circuito que no sean los conductores de puestos a tierra, debe realizarse por medio de colores contrastantes diferentes del blanco, gris claro o verde; o por medio de cejas, franjas o palabras impresas.

C.14. Los conductores puestos a tierra deben ser de color blanco, gris claro o deben tener tres franjas blancas continuas sobre un fondo que no sea verde o verde con franjas amarillas.

C.15. El espesor promedio y mínimo en un punto del aislamiento deben ser los especificados en la Tabla 2. El aislamiento debe ser de sección circular y debe aplicarse concéntricamente sobre el conductor (para que el conductor quede centrado en el aislamiento) y adherirse firmemente a él.

C.16. El esfuerzo de tensión y alargamiento del aislamiento de PVC, antes y después del envejecido debe ser el especificado en la Tabla 3 y debe determinarse utilizando los aparatos y métodos establecidos en la Norma Mexicana NMX-J-178-ANCE, la cual se indica en la cláusula B de Referencias.

TABLA 2.- Espesor de aislamiento, promedio y mínimo en un punto.

CIUDAD DE MÉXICO

		TWU, TWU75		THW, TW75, THW-2, THW-LS, THHW, THHW-LS, TW		THHN, T90 Nylon, THWN-2, THWN, TWN75	
		Promedio	Mínimo	Promedio	Mínimo	Promedio	Mínimo
mm^2	AWG o kcmil	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2,08 - 3,31	14 - 12	1,52	1,37	0,76	0,69	0,38	0,33
5,26 - 6,63	10 - 9	1,52	1,37	0,76	0,69	0,51	0,46
8,37 - 10,6	8 - 7	2,03	1,83	1,14	1,02	0,76	0,69
13,3	6	2,03	1,83	1,52	1,37	0,76	0,69
16,8 - 33,6	5 - 2	2,03	1,83	1,52	1,37	1,02	0,91
42,4 - 107	1 - 4/0	2,41	2,18	2,03	1,83	1,27	1,14
127 - 253	250 - 500	2,79	2,51	2,41	2,18	1,52	1,38
279 - 507	550 - 1 000	3,18	2,84	2,79	2,51	1,78	1,60
557 - 1 010	1 100 - 2 000	3,55	3,20	3,18	2,84	---	---

TABLA 3.- Propiedades físicas del aislamiento de PVC.

Propiedades mínimas	TW, TWU	TWU75	THW o TW75	THW-2	THW-LS	THHW, THHN, THWN-2, THHW-LS, T-90 nylon	THWN o TWN75
Antes de envejecer: Esfuerzo de tensión, MPa	10,3	12,4		13,8			
Alargamiento, %, Aumento mínimo en la distancia entre las marcas 25 mm.	100	150					
Después de envejecer: a 100 °C, 7d							
Retención del E.T. %	Min. 65						
Retención del Alargamiento %	65/45*						
Después de envejecer: a 121 °C, 7d							
Retención del esfuerzo de tensión %	---	75		---	75	---	75
Retención del alargamiento %	---	65/45*		----	65/45*	----	65/45*
Después de envejecer: a 136 °C, 7d							
Retención del esfuerzo de tensión %	---			75	---	75	---
Retención del alargamiento %	----			65/45*	----	65/45*	----
* El 45 % sólo aplica a muestras envejecidas en forma moldeada.							

CIUDAD DE MÉXICO

C.17. Los materiales que tengan características diferentes de aquellas especificadas en la Tabla 3, deben ser evaluados para la temperatura requerida. Para ser evaluados, los materiales deben tener un esfuerzo de tensión absoluto mínimo inicial igual o mayor que 6,8 MPa (69 kg_f/cm^2), y un alargamiento mínimo absoluto de 100% antes del envejecido.

C.18. La temperatura de operación y espesor de aquellos materiales con características diferentes de las especificadas en la Tabla 3, deben ser como los requeridos para el tipo especifico de aislamiento termoplástico. Las características eléctricas, mecánicas y físicas de los alambres o cables que utilizan estos materiales, deben ser tales que los materiales cumplan los requisitos especificados para la temperatura de operación del PVC.

C.19. Los conductores tipo THHN, THWN, TWN75, THWN-2, y T90 nylon, debe tener una cubierta de nylon adherida herméticamente sobre el aislamiento. Los otros tipos de conductores cubiertos por esta norma pueden utilizar cubiertas de nylon, pero siempre que se utilice deben cumplir con todos los requisitos aplicables.

C.20. El espesor mínimo en cualquier punto de la cubierta debe ser como se muestra en la Tabla 4, y debe medirse de acuerdo con lo indicado el la Norma Mexicana NMX-J-177-ANCE.

TABLA 4.- Espesor de la cubierta en los tipos THHN, THWN, TWN75, THWN-2 Y T90 Nylon.

Designación del conductor (AWG o kcmil)		Espesor mínimo en un punto.
mm^2	AWG o kcmil	mm
2,08 - 5,26	14 - 10	0,10
8,37 - 13,3	8 - 6	0,13
21,2 - 33,6	4 - 2	0,15
42,4 - 107	1 - 4/0	0,18
127 - 253	250 - 500	0,20
279 - 507	550 - 1 000	0,23

CIUDAD DE MÉXICO

C.21. Es aceptable una cinta o envoltura abierta, diseñada sólo para mantener el ensamble unido. Se permite que tales ensambles incluyan otros alambres o cables monoconductores no cubiertos en esta norma. El ensamble no debe tener un conductor de aluminio desnudo o cubierto, pero puede incluirse un conductor de cobre desnudo.

C.22. La resistencia a la corriente directa del conductor no debe ser mayor a la que se indica en la Tabla 5 a la 12, excepto que se permite una tolerancia de + 2 % en el caso de un conductor en un ensamble de conductores torcidos.

TABLA 5.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de conductores desnudos de cobre. No se permiten conductores de aluminio.

Designación del conductor		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG	Cobre desnudo	Cobre desnudo
		Ohms por km	Ohms por km
2,08	14	8,45	8,61
3,31	12	5,31	5,42
5,26	10	3,343	3,408
8,37	8	2,102	2,143
13,3	6	1,323	1,348
21,2	4	0,831 5	0,847 8
26,7	3	0,659 5	0,672 5
33,6	2	0,523 1	0,533 3
42,4	1	0,414 6	0,422 8
53,5	1/0	0,328 7	0,335 3
67,4	2/0	0,260 8	0,265 9
85,0	3/0	0,206 9	0,210 9
107	4/0	0,164 0	0,167 3

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores desnudos de cobre, cableado compacto; comprimido y concéntrico clases B, C, y D: No se permiten conductores de aluminio.

Designación del conductor		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Cobre desnudo	Cobre desnudo
		Ohms por km	Ohms por km
2,08	14 AWG	8,62	8,78
3,31	12	5,43	5,53
5,26	10	3,409	3,476
8,37	8	2,144	2,186
13,3	6	1,348	1,375
21,2	4	0,848 1	0,864 9
26,7	3	0,672 7	0,686 0
33,6	2	0,533 5	0,544 0
42,4	1	0,423 0	0,431 3
53,5	1/0	0,335 4	0,341 9
67,4	2/0	0,266 0	0,271 2
85,0	3/0	0,211 0	0,215 1
107	4/0	0,167 3	0,170 5
127	250 kcmil	0,141 6	0,144 4
152	300	0,118 0	0,120 4
177	350	0,101 1	0,103 1
203	400	0,088 51	0,090 24
228	450	0,078 67	0,080 21
253	500	0,070 80	0,072 20
279	550	0,064 36	0,065 63
304	600	0,059 00	0,060 16
329	650	0,054 47	0,055 53
355	700	0,050 57	0,051 57
380	750	0,047 21	0.048 12
405	800	0,044 25	0,045 12
456	900	0,039 33	0,040 11
507	1 000	0,035 40	0,036 10
557	1 100	0,032 18	0,032 81
608	1 200	0,029 50	0,030 08

Continúa

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores desnudos de cobre, cableado compacto; comprimido y concéntrico clases B, C, y D: No se permiten conductores de aluminio.

Designación del conductor		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Cobre desnudo Ohms por km	Cobre desnudo Ohms por km
633	1 250	0,028 33	0,028 88
659	1 300	0,027 23	0,027 76
709	1 400	0,025 29	0,025 79
760	1 500	0,023 60	0,024 06
811	1 600	0,022 12	0,022 56
861	1 700	0,020 83	0,021 24
887	1 750	0.020 23	0,020 62
912	1 800	0,019 67	0,020 05
963	1 900	0.018 64	0,019 00
1 010	2 000	0,017 70	0,018 04

Concluye

TABLA 7.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre, cableado concéntrico clase B con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y cableado comprimido clase B con cada alambre cubierto

Designación del conductor.		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km
2,08	14 AWG	8,96	9,14
3,31	12	5,64	5,75
5,26	10	3,546	3,615
8,37	8	2,230	2,274
13,3	6	1,403	1,430
21,2	4	0,882 0	0,899 3
26,7	3	0,699 6	0,713 3

Continúa.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 7.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre, cableado concéntrico, clase B, con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y cableado comprimido clase B, con cada alambre cubierto

Designación del conductor.		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km
33,6	2	0,554 8	0,565 7
42,4	1	0,439 8	0,448 5
53,5	1/0	0,348 7	0,355 6
67,4	2/0	0,276 6	0,282 0
85,0	3/0	0,219 4	0,223 8
107	4/0	0,172 2	0,175 5
127	250 kcmil	0,147 3	0,150 1
152	300	0,122 7	0,125 2
177	350	0,105 2	0,107 2
203	400	0,091 09	0,092 88
228	450	0,080 97	0,082 56
253	500	0,072 87	0,074 31
279	550	0,066 93	0,068 25
304	600	0,061 35	0,062 57
329	650	0,056 06	0,057 15
355	700	0,052 05	0,053 07
380	750	0,048 58	0,049 53
405	800	0,045 54	0,046 44
456	900	0,040 48	0,041 28
507	1 000	0,036 43	0,037 15
557	1 100	0,033 12	0,033 77
608	1 200	0,030 37	0,030 96
633	1 250	0,029 15	0,029 72

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa.

TABLA 7.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre, cableado concéntrico clase B con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y cableado comprimido clase B con cada alambre cubierto

Designación del conductor.		293 K (20 °C)	298 K (25°C)
659	1 300	0,028 03	0,028 58
709	1 400	0,026 02	0,026 54
760	1 500	0,024 29	0,024 77
811	1 600	0,022 78	0,023 22
861	1 700	0,021 43	0,021 86
887	1 750	0,020 82	0,021 23
912	1 800	0,020 24	0,020 63
963	1 900	0,019 18	0,019 55
1 010	2 000	0,018 22	0,018 57

Concluye.

TABLA 8.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre cableado concéntrico clases C y D con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y conductores cableado comprimido clases C y D con cada alambre cubierto.

Designación del conductor.		Clase C		Clase D	
		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)	293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km
2,08	14 AWG	9,15	9,32	9,25	9,42
3,31	12	5,75	5,88	5,75	5,88
5,26	10	3,55	3,62	3,62	3,69
8,37	8	2,23	2,27	2,23	2,27
13,3	6	1,41	1,43	1,41	1,43
21,2	4	0,882	0,900	0,882	0,900
26,7	3	0,700	0,713	0,700	0,713
33,6	2	0,555	0,566	0,555	0,566

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre cableado concéntrico clases C y D, con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y conductores cableado comprimido clases C y D, con cada alambre cubierto.

Designación del conductor.		Clase C		Clase D	
		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)	293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km
42,4	1	0,440	0,449	0,440	0,449
53,5	1/0	0,349	0,355	0,349	0,355
67,4	2/0	0,276	0,282	0,276	0,282
85,0	3/0	0,219	0,223	0,219	0,223
107	4/0	0,174	0,177	0,174	0,177
127	250 kcmil	0,147	0,150	0,147	0,150
152	300	0,122	0,125	0,122	0,125
177	350	0,105	0,107	0,105	0,107
203	400	0,092 0	0,093 8	0,092 0	0,093 8
228	450	0,081 8	0,083 4	0,081 8	0,083 4
253	500	0,073 6	0,075 1	0,073 6	0,075 1
279	550	0,066 9	0,068 2	0,066 9	0,068 2
304	600	0,061 4	0,062 5	0,061 4	0,062 5
329	650	0,056 6	0,057 7	0,056 6	0,057 7
355	700	0,052 6	0,053 7	0,052 6	0,053 7
380	750	0,049 1	0,050 1	0,049 1	0,050 1
405	800	0,0460	0,046 9	0,046 0	0,046 9
456	900	0,040 9	0,041 7	0,040 9	0,041 7
507	1 000	0,036 4	0,037 1	0,036 8	0,037 5
557	1 100	0,033 5	0,034 2	0,033 5	0,034 2
608	1 200	0,030 7	0,031 3	0,030 7	0,031 3
633	1 250	0,029 5	0,030 0	0,029 5	0,030 0
659	1 300	0,028 4	0,028 9	0,028 4	0,028 9

Continúa

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa

TABLA 8.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre cableado concéntrico clases C y D, con cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo y conductores cableado comprimido clases C y D con cada alambre cubierto.

Designación del conductor.		Clase C		Clase D	
		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)	293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km
709	1 400	0,026 0	0,026 5	0,026 3	0,026 8
760	1 500	0,024 3	0,024 8	0,024 6	0,025 0
811	1 600	0,023 1	0,023 5	0,023 1	0,023 5
861	1 700	0,021 6	0,022 0	0,021 6	0,022 0
887	1 750	0,021 0	0,021 4	0,021 0	0,021 4
912	1 800	0,020 2	0,020 6	0,020 5	0,020 8
963	1 900	0,019 2	0,019 6	0,019 4	0,019 8
1 010	2 000	0,018 3	0,018 6	0,018 4	0,018 8

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9.- Resistencia a la corriente directa máxima aceptable de los conductores de cobre con combinación unidireccional de 19 alambres redondos.

Metal cubriendo los alambres	Designación del conductor		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
	mm^2	AWG	Ohms por km	Ohms por km
	2,08	14	9,15	9,32
	3,31	12	5,75	5,88
	5,26	10	3,55	3,62
	8,37	8	2,23	2,27
	13,3	6	1,41	1,43
	21,2	4	0,882	0,900
Cada hilo cubierto	26,7	3	0,700	0,713
	33,6	2	0,555	0,566
	42,4	1	0,439 8	0,448 5
	53,5	1/0	0,348 7	0,355 6
	67,4	2/0	0,276 6	0,282 0
	85,0	3/0	0,219 4	0,223 8
	107	4/0	0,172 2	0,175 5
	2,08	14	8,62	8,78
	3,31	12	5,43	5,53
	5,26	10	3,409	3,476
	8,37	8	2,144	2,186
	13,3	6	1,348	1,375
	21,2	4	0,848 1	0,864 9
Ningún hilo cubierto	26,7	3	0,672 7	0,686 0
	33,6	2	0,533 5	0,544 0
	42,4	1	0,423 0	0,431 3
	53,5	1/0	0,335 4	0,341 9
	67,4	2/0	0,266 0	0,271 2
	85,0	3/0	0,211 0	0,215 1
	107	4/0	0,167 3	0,170 5

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 10.- Resistencia a la corriente directa máxima de los conductores de cobre cubiertos con estaño o aleación estaño/plomo.

Designación del conductor.		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km
2,08	14	8,78	8,96
3,31	12	5,53	5,64
5,26	10	3,476	3,545
8,37	8	2,163	2,206
13,3	6	1,361	1,388
21,2	4	0,855 9	0,872 7
26,7	3	0,678 8	0,692 2
33,6	2	0,538 4	0,548 9
42,4	1	0,426 8	0,435 2
53,5	1/0	0,336 7	0,343 3
67,4	2/0	0,267 0	0,272 3
85,0	3/0	0,211 9	0,216 0
107	4/0	0,168 0	0,171 3

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 11.- Resistencia a la corriente directa máxima de los conductores cableados clase G. No se permiten conductores de aluminio.

Designación del conductor		Cobre desnudo	Cobre cubierto (cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo)			
		293 K (20 °C)	298 K (25 °C)	293 K (20 °C)	298 K(25 °C)	293 K (20 °C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km
2,08	14 AWG	8,70	8,86	9,24	9,41	
3,31	12	5,48	5,58	5,81	5,93	
5,26	10	3,45	3,51	3,66	3,73	
8,37	8	2,16	2,20	2,30	3,35	
13,3	6	1,37	1,39	1,42	1,45	2,23
21,2	4	0,857	0,873	0,890	0.908	1,41
26,7	3	0,679	0.693	0,770	0,720	1,11
33,6	2	0,539	0,550	0,560	0,571	0,883
42,4	1	0,431	0,440	0,449	0,457	0,707
53,5	1/0	0,342	0,349	0,355	0,362	0,560
67,4	2/0	0,271	0,276	0,282	0,288	0,445
85,0	3/0	0,215	0,219	0,223	0,228	0,353
107	4/0	0,170	0,174	0,177	0,181	0,279
127	250 kcmil	0,145	0,148	0,151	0,154	0,238
152	300	0,121	0,123	0,125	0,129	0,198
177	350	0,104	0,106	0,108	0,110	0,170
203	400	0,091 7	0,092 4	0,094 2	0,096 2	0,149
226	450	0,080 6	0,082 2	0,083 8	0,085 5	0,132
253	500	0,072 5	0,070 4	0,075 5	0,076 9	0,119
279	550	0,066 3	0,037 5	0,069 0	0,070 3	0,108
304	600	0,060 7	0,061 9	0,063 1	0,064 4	0,099 6
329	650	0,056 1	0,057 1	0,058 3	0,059 5	0,091 9
355	700	0,052 0	0,053 0	0,054 2	0,055 2	0,083 4
380	750	0,048 6	0,049 6	0,050 5	0,051 5	0,079 7
405	800	0,045 6	0,046 4	0,047 3	0,048 3	0,074 7
456	850	0,040 5	0,041 3	0,042 1	0,042 9	0,066 4
507	900	0,036 4	0,037 0	0,037 9	0,038 7	0,059 8
557	1 000	0,033 2	0,033 8	0,034 5	0,035 1	0,054 3
608	1 100	0,030 4	0,031 0	0,031 6	0,032 2	0,049 8
633	1 200	0,029 2	0,029 7	0,030 3	0,030 9	0,047 8
659	1 300	0,028 0	0,028 6	0,029 2	0,029 7	0,046 0
709	1 400	0,026 0	0,026 5	0,027 0	0,027 6	0,042 6
760	1 500	0,024 3	0,024 8	0,025 3	0,025 8	0,039 8
811	1 600	0,023 0	0,023 5	0,023 9	0,024 4	0,037 7
861	1 700	0,021 6	0,022 0	0,022 5	0,023 0	0,035 5
887	1 750	0,021 0	0,021 4	0,021 8	0,022 3	0,034 5
912	1 800	0,020 4	0,020 8	0,021 2	0,021 6	0,033 5
963	1 900	0,019 4	0,019 8	0,020 1	0,020 5	0,031 7
1 010	2 000	0,018 4	0,018 8	0,019 2	0,010 5	0,030 2

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 12. – Resistencia a la corriente directa máxima de los conductores clase M.

Designación del conductor.		Cobre desnudo		Cobre cubierto (cada alambre cubierto con estaño o una aleación de estaño/plomo)	
		293K (20°C)	298K (25°C)	293K (20°C)	298K (25°C)
mm^2	AWG o kcmil	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km	Ohms por km
2,08	14 AWG	8,61	8,78	9,25	9,42
3,31	12	5,53	5,64	5,94	6,05
5,26	10	3,48	3,55	3,73	3,80
8,37	8	2,18	2,23	2,35	2,40
13,3	6	1,39	1,42	1,49	1,52
21,2	4	0,873	0,887	0,937	0,956
26,7	3	0,699	0,704	0,744	0,758
33,6	2	0,554	0,565	0,595	0,607
42,4	1	0,440	0,448	0,472	0,481
53,5	1/0	0,349	0,355	0,374	0,381
67,4	2/0	0,276	0,282	0,300	0,305
85,0	3/0	0,221	0,225	0,238	0,242
107	4/0	0,175	0,179	0,189	0,192
127	250 kcmil	0,149	0,151	0,159	0,162
152	300	0,123	0,125	0,133	0,136
177	350	0,106	0,108	0,114	0,116
203	400	0,092 8	0,094 7	0,099 7	0,102
226	450	0,082 5	0,084 2	0,085 8	0,087 5
253	500	0,074 3	0,075 7	0,079 8	0,081 3
279	550	0,067 5	0,068 8	0,072 5	0,074 0
304	600	0,061 9	0,063 1	0,066 4	0,067 7
329	650	0,057 1	0,058 2	0,061 3	0,062 5
355	700	0,053 0	0,054 1	0,056 9	0,058 0
380	750	0,049 5	0,050 5	0,053 1	0,054 2
405	800	0,046 4	0,047 3	0,049 9	0,050 8
456	900	0,041 3	0,042 0	0,044 3	0,045 2
507	1 000	0,037 1	0,037 8	0,039 9	0,040 7

CIUDAD DE MÉXICO

C.23. El aislamiento, sin cubierta, del cable monoconductor marcado para uso en lugar húmedo y los monoconductores individuales del cable multiconductor, sumergidos en agua a la temperatura especificada durante la inmersión, debe tener una resistencia de aislamiento no menor a la establecida en la Tabla 13,

TABLA 13.- Resistencia de aislamiento mínima aceptable a temperatura elevada en agua.

Designación del conductor		Megohms basados en GΩ m				
mm2	AWG o kcmil	Prueba a 323 K o 333 K (50 °C o 60°C)		Prueba a 348 K o 363K (75 °C o 90 °C)		Tipos THWN o TWN75 (Prueba a 348 K) (Prueba a 75 °C), THWN-2 (Prueba a 363 K) (Prueba a 90 °C)
		TW	TWU	TWU 75 Prueba a 348 K (Prueba a 75 °C)	THW^{a} , THW-LS, THHW, THHW-LS, O TW75 (Prueba a 348 K (Prueba a 75 °C), THW-2 (Prueba a 363 K (Prueba a 90 °C)	
2,08	14 AWG	0,030	0,042	0,042	0,120	0,035
3,31	12	0,025	0,036	0,036	0,100	0,030
5,26	10	0,025	0,030	0,030	0,085	0,035
8,37	8	0,025	0,032	0,032	0,085	0,035
13,3	6	0,025	0,027	0,027	0,090	0,030
21,2	4	0,020	0,022	0,022	0,075	0,030
26,7	3	0,020	0,020	0,020	0,070	0,025
33,6	2	0,015	0,0185	0,0185	0,060	0,025
42,4	1	0,020	0,0195	0,0195	0,070	0,025
53,5	1/0	0,020	0,0175	0,0175	0,065	0,025
67,4	2/0	0,015	0,0160	0,0160	0,060	0,020
85,0	3/0	0,015	0.0145	0,0145	0,055	0,020
107	4/0	0,015	0,0130	0,0130	0,050	0,020
127	250 kcmil	0,015	0,0140	0,0140	0,050	0,020
152	300	0,015	0,0130	0,0130	0,050	0,020
177	350	0,015	0,0120	0,0120	0,045	0,015
203	400	0,010	0,0110	0,0110	0,040	0,015

Continua.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 13.- Resistencia de aislamiento mínima aceptable a temperatura elevada en agua.

Designación del conductor		Megohms basados en GΩ m				
		Prueba a 323 K o 333 K (50 °C o 60 °C)		Prueba a 348 K o 363K (75 °C o 90 °C)		Tipos THWN o TWN75 (Prueba a 348 K) (Prueba a 75 °C), THWN-2 (Prueba a 363 K) (Prueba a 90 °C)
mm2	AWG o kcmil	TW	TWU	TWU 75 Prueba a 348K (Prueba a 75°C)	*THW*[a] , THW-LS, THHW, THHW-LS, O TW75 (Prueba a 348 K (Prueba a 75 °C), THW-2 (Prueba a 363 K (Prueba a 90 °C)	
226	450	0,010	0,0105	0,0105	0,040	0,015
253	500	0,010	0,0100	0,0100	0,040	0,015
279	550	0,010	_	_	0,040	0,015
304	600	0,010	0,0105	0,0105	0,040	0,015
329	650	0,010	_	_	0,040	0,015
355	700	0,010	0,0100	0,0100	0,040	0,015
380	750	0,010	0,0097	0,0097	0,035	0,015
405	800	0,010	0,0094	0,0094	0,035	0,015
456	900	0,010	0,0089	0,0089	0,035	0,010
507	1000	0,010	0,0085	0,0085	0,030	0,010
557	1100	0,010	_	_	0,030	_
608	1200	0,010	_	_	0,030	_
633	1250	0,010	0,0085	0,0085	0,030	_
659	1300	0,010	_	_	0,030	_
709	1400	0,010	_	_	0,030	_
760	1500	0,010	0,0078	0,0078	0,030	_
811	1600	0,010	_	_	0,025	_
861	1700	0,010	_	_	0,025	_
887	1750	0,010	0,0073	0,0073	0,025	_
912	1800	0,010	_	_	0,025	_
963	1900	0,010	_	_	0,025	_
1010	2000	0,005	0,0068	0,0068	0,025	_

[a] Los valores en esta columna aplican a los conductores tipo THW o THW-2, con capa sencilla o doble de aislamiento

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

C.24. Los valores de la Tabla 13 sólo aplican a los conductores con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla 2. Para otros espesores de los mismos materiales, los valores de resistencia de aislamiento pueden calcularse por medio de cualquiera de las siguientes fórmulas aplicables.

H1 Pueden utilizarse las fórmulas siguientes, según aplique.

$$IR_{50°C\ TW} = K_{15,6°C} \times 2,02 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{75°C\ THW} = K_{15,6°C} \times 2,02 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{75°C\ THWN} = K_{15,6°C} \times 2,02 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{90°C\ THWN\text{-}2} = K_{15,6°C} \times 2,02 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{90°C\ THW\text{-}2} = K_{15,6°C} \times 2,02 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

En donde:

IR a 50 °C o 75°C. Es la resistencia de aislamiento en megohms basada en un kilómetro del conductor a 323 K o 328 K (50 °C o 75 °C).

k Es la constante para el material de aislamiento a 288,76 K (15,6 °C) en megohms basada en 305 m del conductor, 2,02 X 10^{-4} es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K (15,6 °C) en megohms basado en 305 m del conductor al valor que tendría basado en un kilómetro del conductor a 323 K o 328 K (50 °C o 75 °C) para los alambres Tipo TW y THW o a 363 K (90 °C) para los alambres Tipo THW-2, THWN-2, y THHW, 5,30 X 10^{-5} es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K (15,6 °C) en megohms basado en 305 m del conductor al valor que tendría basado en un kilómetro del conductor a 348 K (75 °C) para el alambre Tipo THWN.

CIUDAD DE MÉXICO

D Es el diámetro sobre el aislamiento en milímetros, y

d Es el diámetro del conductor de metal en milímetros

H2 Pueden utilizarse las fórmulas siguientes, según aplique.

$$IR_{50°C\ TW} = K_{15,6°C} \times 6,63 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{75°C\ THW} = K_{15,6°C} \times 6,63 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{75°C\ THWN} = K_{15,6°C} \times 1,74 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{90°C\ THWN-2} = K_{15,6°C} \times 1,74 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{90°C\ THW-2} = K_{15,6°C} \times 1,74 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

En donde:

IR a 50°C O 75°C o 90°C. Es la resistencia de aislamiento en megohms basada en 305 m del conductor a 323 K o 348 K ó 363 K (50 °C o 75 °C o 90 °C).

k Es la constante para el material de aislamiento a 288,76 K (15,6 °C) en megohms basada en 305 m del conductor, 6,63 X 10^{-4} es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K (15,6 °C) al valor que tendría a 323 K o 348 K (50 °C o 75 °C) para los alambres Tipo TW, THHW y THW o a 363 K (90 °C) para los conductores Tipo THW-2 y THWN-2, 1,74 X 10^{-4} es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K (15,6 °C) al valor que tendría a 348 K (75 °C) para el alambre Tipo THWN.

D Es el diámetro sobre el aislamiento en mm (pulgadas); y

CIUDAD DE MÉXICO

d Es el diámetro del conductor de metal en mm (pulgadas); o

H3 Por ejemplo, la resistencia de aislamiento de un cable Tipo TW, designación 8 AWG con cableado Clase B de ASTM y un espesor promedio del aislamiento de 1,27 mm debe calcularse de la siguiente manera, en términos de unidades diferentes al Sistema Internacional:

Para un conductor 8 AWG clase B, d = 0,146 pulgadas.

D = d + 2 (espesor del aislamiento) = 0,146 + 2(0,050) = 0,246 in

$$IR_{50°C} = K_{15,6°C} \times 6,63 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

$$IR_{50°C} = 500 \times 6,63 \times 10^{-4} \times \log_{10} (246/0,146)$$

$IR_{50°C}$ = 0,076 MΩ basado en un conductor de 1 000 ft. Este valor se redondea a 0,075 MΩ basado en un conductor de 1 000 ft, y será el requerido para una resistencia de aislamiento a 50°C.

Fórmulas para calcular la resistencia de aislamiento del tipo THHN que tenga espesores diferentes de los de la tabla 2.

J. Pueden utilizarse las fórmulas siguientes:

$$IR_{97°C\ THHN} = K_{15,6°C} \times 3,94 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

En donde:

$IR_{97°C}$ Es la resistencia de aislamiento en megohms basada en 305 m del conductor a 102 % de las temperaturas absolutas del alambre en lugares secos.

K Es la constante para el material de aislamiento a 15,6 °C en megohms basada en 305 m del conductor, $3,94 \times 10^{-4}$ es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K(15,6 °C) al valor que tendría a 370 K (97 °C).

D Es el diámetro sobre el aislamiento en pulgadas, y

d Es el diámetro del conductor de metal en pulgadas; o

$$IR_{97°C} = K_{15,6°C} \times 1,20 \times 10^{-4} \times \log_{10} \frac{D}{d}$$

CIUDAD DE MÉXICO

En donde:

$IR_{97°C}$ Es la resistencia de aislamiento en megohms basada en un kilómetro del conductor a 102 % de las temperaturas absolutas del alambre en lugares secos,

K Es la constante para el material de aislamiento a 288 K (15,6 °C) en megohms basada en 305 m del conductor, 1,20 X 10^{-4} es el multiplicador necesario para reducir k a 288,76 K (15,6 °C) en megohms basado en 305 m del conductor al valor tendría a 370 K (97 °C) en megohms basado en un kilómetro del conductor,

D Es el diámetro sobre el aislamiento en milímetros, y

d Es el diámetro del conductor de metal en milímetros.

C.25. La resistencia de aislamiento debe medirse entre el conductor y un electrodo (ya sea polvo de grafito, o una malla de cobre ajustada), aplicada sobre el aislamiento, u otros medios equivalentes.

C.26. Los especimes de conductor terminado sumergidos en agua a la temperatura de su clasificación térmica de 333 K, 348 K o 363 K (60 °C, 75 °C ó 90 °C), deben cumplir con lo siguiente:

a. La permitividad relativa determinada después de la inmersión por 24 horas, no debe ser mayor que 10;

b. La capacitancia determinada para todos los aislamientos después de la inmersión por 14 días, no debe ser mayor que 10% de la capacitancia determinada después de 24 horas de inmersión; y

c. La capacitancia determinada para todos los aislamientos después de la inmersión por 14 días, no debe ser mayor que 5% de la capacitancia determinada después de 7 días de inmersión.

C.27. El aislamiento y la cubierta de nylon (si está presente), no deben mostrar ninguna fractura en la superficie o internamente, cuando se enrolla alrededor de un mandril a la temperatura ambiente.

C.28. El aislamiento de los monoconductores aislados no debe mostrar ninguna fractura en la superficie o internamente, después de que un espécimen del

CIUDAD DE MÉXICO

alambre terminado se enrolla alrededor de un mandril con un diámetro especificado en la columna A de la Tabla 14.

C.29. Para un doblez en frío después de acondicionar a temperatura de 248 K (-25 °C ± 1° C) por 4 horas, el aislamiento y la cubierta de nylon no deben mostrar ninguna fractura. El diámetro del mandril debe ser el especificado en la columna B de la Tabla 14

C.30. El espesor de los aislamientos asignados a 333 K, 348 K y 363 K (60°C, 75°C y 90°C), no debe disminuir en más del 50% y 30% respectivamente, cuando se sometan a la carga especificada en la Tabla 15.

TABLA 14.- Diámetros del mandril.

Continua.

Designación del conductor		A Choque térmico	B (Temperatura ambiente y doblez en frío)
mm2	AWG	mm	mm
2,08	14	3	8
3,31	12	4	9
5,26	10	4	14
8,37	8	6	17
13,3	6	16	32
21,2	4	19	35
26,7	3	20	37
33,6	2	22	40
42,4	1	26	68
53,5	1/0	28	73
67,4	2/0	30	76
85,0	3/0	33	83
107	4/0	36	89
127	250 kcmil	100	160
152	300	107	171
177	350	114	182
203	400	120	191
228	450	125	201
253	500	131	209
279	550	140	280
304	600	145	290
329	650	150	299
355	700	154	308
380	750	159	317
405	800	163	326
456	900	171	342
507	1000	178	357
608	1200	197	393
633	1250	200	401

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 14.- Diámetros del mandril.

Designación del conductor		A Choque térmico	B (Temperatura ambiente y doblez en frío)
mm2	AWG	mm	mm
659	1300	204	408
709	1400	210	420
760	1500	216	432
811	1600	222	444
861	1700	228	456
887	1750	231	462
912	1800	233	467
963	1900	239	478
1010	2000	244	488

Concluye.

TABLA 15.- Requisitos de la carga de deformación.

Designación del conductor		Carga[a] ejercida en un espécimen por el pie de la barra.	
mm^2	AWG o kcmil	N	Gf
2,08 - 8,37	14 - 8	4,90	500
13,3 - 42,4	6 - 1	7,35	750
53,3 - 107	1/0 – 4/0	9,81	1 000
127 - 1 010	250 – 2 000	19,61	2 000

a. La carga especificada no es la masa que debe añadirse a cada barra en el aparato de prueba sino el total de la masa añadida y la masa de la barra.

Debido a que la masa de la barra varía de un aparato a otro, especificar la masa exacta que debe añadirse a una barra para lograr la carga especificada en un espécimen es impráctico en todos los casos, excepto para un aparato individual.

C.31. Un conductor no debe conducir la flama o continuar quemándose por más de 60 segundos después de cinco aplicaciones de 15 segundos de la flama de prueba, probándose. sin más del 25% de la porción extendida del indicador se quema, se considera que el conductor conduce la flama.

C.32. Para un alambre o cable terminado, debe probarse y cumplir con los requisitos de prueba de flama horizontal y no debe conducir la flama a lo largo de su longitud, si cualquier espécimen después de cualquiera de las cinco aplicaciones de flama muestra más del 25% de la bandera del indicador quemado o carbonizado, el alambre o cable debe considerarse capaz de conducir la flama a lo largo de su longitud.

C.33. Si cualquier espécimen vertical continua ardiendo por un tiempo mayor que 60 segundos después de cualquier aplicación de la flama de gas, se considera que el alambre o cable es capaz de conducir la flama a los materiales combustibles.

C.34. Un alambre terminado y que es marcado “FH”(Espécimen Horizontal), debe ser resistente a la propagación de la flama a lo largo de su longitud o en su vecindad cuando se someta a la prueba de flama. La longitud total del carbonizado en el conductor no debe exceder de 100 mm, y las partículas de goteo emitidas por el espécimen durante o después de la aplicación de la flama no deben encender el algodón en el piso de la cámara, en la base del quemador o en la cuña.

C.35. El aislamiento de un monoconductor con cubierta exterior de los tipos THW-LS, THHW-LS, debe cumplir las siguientes pruebas:

a. Emisión de humo.
b. Propagación de incendio
c. Emisión de gas ácido halogenado.

C.36. El aislamiento de un monoconductor sin cubierta exterior, debe cumplir las siguientes pruebas

a. Resistencia a la intemperie (opcional)
b. Resistencia al aceite (opcional)
c. Resistencia a la gasolina (opcional)
d. Resistencia a la abrasión (tipos de conductores con cubierta de nylon o aislamientos diferentes al PVC) (opcional)
e. Resistencia al aplastamiento (tipos de conductores con cubierta de nylon o aislamientos diferentes al PVC) (opcional).
f. Resistencia al impacto (tipos de conductores con cubierta de nylon o aislamientos diferentes al PVC) (opcional)

C.37. La impresión en el alambre terminado debe permanecer legible después de someterse a la prueba con tinta indeleble.

CIUDAD DE MÉXICO

C.38. Todo marcado en el conductor terminado debe ser externamente visible y legible. El uso de impresión en la superficie con tinta y el marcado en alto o bajo relieve deben cumplir el propósito de este requisito.

C.39. El marcado de la leyenda debe tener una distancia sin marcar menor de 1,0 m, excepto para la designación del conductor, que debe repetirse a intervalos que no excedan 610 mm.

C.40. Un alambre o cable terminado debe tener un marcado distintivo y durable a lo largo de toda su longitud, por medio del cual se identifique claramente a la organización responsable del producto, así como el marcado de la temperatura máxima de operación del aislamiento en seco y húmedo, según sea el caso y la tensión nominal, ya sea con el símbolo “V” o con la palabra “volts” o “VOLTS”.

C.41. La designación de los conductores debe marcarse en el producto, expresándolo en una de las formas siguientes:

a. mm^2
b. AWG (mm^2)
c. mm^2 (kcmil)
d. kcmil (mm^2)

El uso de una coma o de un punto significa el separador decimal. Para el marcado en el producto el uso de mm2 en lugar de mm^2, es opcional.

C.42. Cada empaque de alambre o cable debe etiquetarse o marcarse legiblemente para indicar lo siguiente:

a. La identificación del fabricante.
b. Designación del tipo.
c. Designación del conductor.
d. Si se utiliza cableado compacto la palabra “Compacto” o “CMPCT”
e. Tensión nominal.
f. La máxima temperatura de operación en seco y húmedo asignada al aislamiento es opcional.
g. Mes y año de fabricación.
h. La leyenda de “Hecho en México”, o país de procedencia.

C.43. Las dimensiones y pesos de los conductores eléctricos, deben cumplir con lo especificado en las normas de calidad señaladas en la cláusula B de Referencias y en particular con lo siguiente:

CIUDAD DE MÉXICO

a. Los conductores de cobre con cableado concéntrico en sus diferentes clases citadas deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla 16.

El incremento nominal máximo de peso respecto a los valores indicados en la tabla antes citada, serán los siguientes:

Tipo de conductor.	Incremento
Clase AA, de 20 hasta 50 mm^2 de sección	1%
Clase AA, con secciones mayores de 50 mm^2 y clase A, B, C y D, hasta de 1200 mm^2 de sección.	2%
Mayor de 1200 mm^2, hasta 1600 mm^2 de sección.	3%
Mayor de 1600 mm^2, hasta 2100 mm^2 de sección.	4%
Mayor de 2100 mm^2, hasta 2600 mm^2 de sección.	5%

b. Los conductores de cable concéntrico tipo calabrote formado por cordones flexibles en sus diferentes clases, deben tener las dimensiones que se indican en la Tabla 17.

c. Los conductores de cable con cableado redondo compacto, deben tener las dimensiones y pesos que indica la Tabla 18. En cuanto a peso, se debe considerar un incremento hasta del 2% debido al peso del cableado.

d. Los diámetros de las diferentes clases de conductores de cordón desnudo flexible de cobre, se muestran en la Tabla 19.

e. Los conductores forrados con polietileno para intemperie, deben tener las dimensiones que se señalan en la Tabla 20.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Los conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada deben tener las dimensiones que señala la Tabla 21, después de forrado el conductor; la variación máxima permisible de su diámetro con respecto al valor nominal, debe ser de 1% en menos y 3% en más. En cualquier caso el área de la sección recta transversal del cable, no debe ser menor del 98% del área especificada.

g. En lo que respecta al aislamiento termoplástico para conductores eléctricos destinados a instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60° C), los espesores de dicho material dieléctrico, no deben ser menores que los indicados en la Tabla 22.

h. En conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 voltios y 333 K (60° C), el espesor del material aislante para los tipos A y B, están indicados en la Tabla 23. El espesor entre conductores no debe ser menor que el especificado en esta tabla.

i. En general en los conductores con aislamiento de polietileno, éste debe tener el espesor promedio indicado en la Tabla 24, de acuerdo al diámetro del conductor y a la tensión nominal de operación entre fases. El espesor mínimo de dicho material aislante, no debe ser menor del 90% del indicado en la Tabla 24. Sólo los conductores con aislamiento de polietileno normal se excluyen de esta tolerancia.

C.44. En alambres y cables desnudos se deben cumplir los requisitos que a continuación se señalan respecto al paso del cableado y a la dirección del torcido.

a. La dirección de la capa exterior debe ser en sentido izquierdo.

b. El paso del cableado de la capa exterior del cable, no debe ser menor de 8, ni mayor de 16 veces el diámetro del cable, excepto cuando se trate de conductores de cordón desnudo flexible de cobre.

c. La dirección del torcido, así como el paso del cableado, puede ser diferente a lo especificado sólo en casos especiales, previa autorización expresa del Gobierno del Distrito federal.

d. En conductores de cobre con cableado concéntrico, además de los requisitos anteriores, debe cumplir con lo siguiente:

1. La dirección del torcido en conductores que tengan una sección nominal mayor de 9 mm^2, debe ser invertida en capas sucesivas.

2. En conductores compuestos de 37 o más alambres, el paso del cableado de las dos últimas capas, no debe ser menor que 8 ni mayor que 16 y la relación del pasó de las otras capas queda a juicio del fabricante, a menos que el Gobierno del Distrito Federal señale otra cosa.

3. Para los conductores clase AA, se debe tener en cuenta lo siguiente:

3.1. Si están compuestos por menos de 7 alambres, la relación óptima del paso del cableado es de 11; sin embargo, puede ser aceptable si no es menor que 8 ni mayor que 14.

3.2. Si están compuestos de 7 ó más alambres, la relación óptima del paso del cableado de la capa exterior es de 13,5; sin embargo, no debe ser menor que 10, ni mayor que 16.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Cuando se trate de conductores de cable concéntrico de cobre tipo calabrote, formado por cordones flexibles, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

1. La dirección del torcido de la capa exterior de los cables debe ser en sentido izquierdo; en las capas siguientes deben ser invertidas en capas sucesivas.

2. En cables muy flexibles tales como cables portaelectrodos, la dirección del torcido puede ser la misma en todas las capas.

3. El paso del cableado de la capa exterior del cable no debe ser menor que 8 ni mayor que 16 veces el diámetro total del cable; el paso del cableado de las otras capas queda a juicio del fabricante a menos que el Gobierno del Distrito Federal señale otra cosa.

4. El paso del cableado de los cordones y torones no debe ser menor que 30 veces su diámetro exterior. La dirección del torcido de los torones, queda a juicio del fabricante a menos que el representante del Gobierno del Distrito Federal señale otra cosa.

f. En el caso de conductores de cordón flexible de cobre, el paso del torcido debe ser el que se indica en la Tabla 25. Si el valor del área de la sección del cordón no estuviera en la tabla, se debe tomar como paso del cableado el indicado para el cordón cuya área sea la menor inmediata.

C.45. Las propiedades eléctricas de los alambres que forman los conductores de cables de cobre con cableado concéntrico, de cable concéntrico de cobre tipo calabrote formado por cordones flexibles, de cable de cobre con cableado redondo compacto y de cordón desnudo flexible, deben cumplir con lo establecido en sus correspondientes normas de calidad a las que se hace referencia en la cláusula B y en particular con lo siguiente:

a. En cables de cobre con cableado concéntrico, el valor nominal de la resistencia eléctrica está indicado en la Tabla 16. El incremento nominal de dicha resistencia para los diferentes tipos de conductores, es el mismo que se señala en el subinciso C.43.a.

Notas de la tabla 21.

1. La tensión de operación real del conductor debe ser como máximo 5% mayor que la nominal, en operación continúa, ó 10 % mayor que la nominal en condiciones de emergencia cuya duración máxima sea de 15 minutos.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Al instalarse los cables directamente enterrados, se debe evitar el uso de conductores unipolares cuya sección sea de 6,631 mm^2 (9 AWG) o menores.

3. Para el nivel de aislamiento del 133%, la sección mínima del conductor es de 42,41 mm^2 (1 AWG).

4. Cuando el cable lleve cubierta protectora, el espesor del aislamiento debe ser 2,29 mm (90 mils) para todas las secciones del conductor.

5. La selección del nivel de aislamiento del cable que va a ser usado en una instalación particular, debe hacerse en base a la tensión entre fases aplicables y a las categorías generales de los sistemas que se describen a continuación.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16.- Dimensiones de conductores de cable con cableado concéntrico.

Calibre		Clase AA		Clase A o 1		Clase B o 2		Clase C o 3		Clase D		Resistencia eléctrica nominal			Peso nominal en kg/m
AWG o MCM	Área de la sección en mm2	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Duro	Semiduro	Suave	
----	0,495	----	----	----	----	7	0,300	----	----	----	----	37,000	36,800	35,500	0,00445
20	0,518	----	----	----	----	7	0,307	----	----	----	----	35,300	35,100	33,900	0,00470
18	0,823	----	----	----	----	7	0,386	----	----	----	----	22,200	22,100	21,300	0,00747
----	0,970	----	----	----	----	7	0,420	----	----	----	----	18,880	18,780	18,100	0,00880
16	1,308	----	----	----	----	7	0,488	19	0,0297	----	----	13,960	13,890	13,420	0,01159
----	1,490	----	----	----	----	7	O,520	----	----	----	----	12,280	12,220	11,790	0,01351
14	2,080	----	----	----	----	7	0,615	19	0,373	37	0,267	8,790	8,750	8,450	0,01887
----	2,470	----	----	----	----	7	0,670	----	----	----	----	7,410	7,370	7,110	0,02240
12	3,310	----	----	----	----	7	0,775	19	0,470	37	0,338	5,530	5,500	5,320	0,03000
----	3,970	----	----	----	----	7	0,850	----	----	----	----	4,610	4,590	4,430	0,03600
10	5,260	----	----	----	----	7	0,978	19	0,593	37	0,424	3,480	3,460	3,350	0,04770
----	5,950	----	----	----	----	7	1,040	----	----	----	----	3,080	3,060	2,950	0,05400
8	8,370	----	----	----	----	7	1,234	19	0,749	37	0,536	2,190	2,180	2,100	0,07590
----	9,580	----	----	----	----	7	1,320	----	----	----	----	1,910	1,900	1,832	0,08690
----	10,200	----	----	----	----	----	----	12	1,040	----	----	1,792	1,783	1,724	0,09250
6	13,300	----	----	----	----	7	1,554	19	0,945	37	0,0676	1,375	1,370	1,322	0,12070
----	15,900	----	----	----	----	7	1,700	----	----	----	----	1,149	1,143	1,103	0,14420
----	16,150	----	----	----	----	----	----	19	1,040	----	----	1,132	1,127	1,089	0,14650
5	16,770	----	----	----	----	7	1,747	19	1,059	37	0,759	1,091	1,086	1,060	0,15200
4	21,150	----	----	7	1,961	7	1,961	19	1,191	37	0,853	0,865	0,860	0,830	0,19190
4	21,150	3	2,997	----	----	----	----	----	----	----	----	0,856	0,852	0,823	0,18990
----	25,400	----	----	----	----	7	2,150	----	----	----	----	0,720	0,716	0,691	0,23000
----	25,900	----	----	----	----	----	----	19	1,320	----	----	0,706	0,708	0,678	0,23500
3	26,700	----	----	7	2,202	7	2,202	19	1,336	37	----	0,685	0,682	0,653	0,24200
3	26,700	3	3,366	----	----	----	----	----	----	----	----	0,679	0,675	0,654	0,24200
2	33,600	----	----	7	2,474	7	2,474	19	1,501	37	1,077	0,545	0,542	0,523	0,30500
2	33,600	3	3,777	----	----	----	----	----	----	----	----	0,539	0,536	0,518	0,30200
----	34,400	----	----	----	----	7	2,500	----	----	----	----	0,532	0,529	0,511	0,31200
----	34,900	----	----	----	----	----	----	19	1,530	----	----	0,524	0,522	0,504	0,31600
1	42,400	----	----	7	2,776	19	1,687	37	1,209	61	0,940	0,432	0,429	0,415	0,38500
1	42,400	3	4,242	----	----	----	----	----	----	----	----	0,428	0,425	0,411	0,39100
----	48,300	----	----	----	----	19	1,800	----	----	----	----	0,379	0,377	0,364	0,43800
----	49,500	----	----	7	3,000	----	----	----	----	----	----	0,370	0,368	0,355	0,44900
----	49,600	----	----	----	----	----	----	27	1,530	----	----	0,369	0,367	0,454	0,45000
0	53,500	7	3,119	7	3,119	19	1,892	37	1,356	61	1,057	0,342	0,340	0,329	0,48500

Continua.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16.- Dimensiones de conductores de cable con cableado concéntrico.

Dimensiones de conductores de cable con cableado concéntrico															
Calibre		Clase AA		Clase A o 1		Clase B o 2		Clase C o 3		Clase D		Resistencia eléctrica nominal			Peso nominal en kg/m
AWG o MCM	Área de la sección en mm2	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Duro	Semidur o	Suave	
00	67,4	7	3,503	7	3,503	19	2,126	37	1,524	61	1,186	0,2710	0,2700	0,2610	0,612
-----	68,2	-----	-----	----	-----	-----	----	37	1,530	-----	-----	0,2680	0,2670	0,2580	0,618
-----	69,0	-----	----	-----	-----	19	2,150	-----	-----	-----	-----	0,2650	0,2640	0,2550	0,626
-----	71,3	-----	-----	7	3,600	-----	----	-----	-----	-----	-----	0,2560	0,2550	0,2470	0,647
000	85,0	7	3,932	7	3,932	19	2,388	37	1,709	61	1,331	0,2150	0,2140	0,2070	0,771
-----	93,3	-----	-----	-----	-----	19	2,500	-----	-----	-----	-----	0,1960	0,1950	0,1888	0,846
-----	94,5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	37	1,800	-----	-----	0,9360	0,1926	0,1862	0,957
0000	107,2	7	4,417	7	4,417	19	2,680	37	1,920	61	1,496	0,1704	0,1696	0,1540	0,972
-----	119,8	-----	-----	-----	-----	37	2,030	-----	-----	-----	-----	0,1528	0,1520	0,1470	1,087
-----	121,5	-----	-----	19	2,850	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,1505	0,1498	0,1448	1,102
-----	122,7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	61	1,600	-----	------	0,1491	0,1484	0,1435	1,112
250	126,7	12	3,665	19	2,913	37	2,088	61	1,626	91	1,331	0,1445	0,1438	0,1390	1,149
-----	147,1	-----	-----	-----	-----	37	2,250	-----	-----	-----	-----	0,1243	0,1238	0,1194	1,334
300	152,0	12	4,016	19	3,193	37	2,289	61	1,780	91	1,458	0,1202	0,1198	0,1157	1,379
-----	153,0	-----	------	19	3,200	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,1190	0,1190	0,1150	1,388
350	177,4	12	4,338	19	3,447	37	2,471	61	1,923	91	1,575	0,1030	0,1026	0,0991	1,609
-----	181,6	-----	-----	-----	-----	37	2,500	-----	-----	-----	-----	0,1007	0,1001	0,0969	1,646
-----	182,9	-----	-----	-----	-----	-----	-----	91	1,600	-----	-----	0,1000	0,0994	0,0962	1,658
400	202,7	19	3,686	19	3,686	37	2,642	61	2,057	91	1,684	0,0901	0,0897	0,0867	1,839
------	236,0	-----	-----	37	2,850	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,0750	0,0771	0,0746	2,140
-----	242,5	-----	----	-----	-----	61	2,250	-----	-----	-----	-----	0,0754	0,0750	0,0726	2,200
500	253,3	19	4,120	37	2,951	37	2,951	61	2,299	91	1,882	0,0722	0,0718	0,0695	2,300
-----	297,6	-----	-----	37	3,000	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,0615	0,0612	0,0591	2,700
-----	299,4	-----	-----	-----	-----	61	2,500	-----	-----	-----	-----	0,0611	0,0607	0,0588	2,710
600	304,1	37	3,233	37	3,233	61	2,520	91	2,062	127	1,745	0,0601	0,0598	0,0578	2,760
700	354,7	37	3,492	61	2,720	61	2,720	91	2,228	127	1,885	0,0516	0,0513	0,0496	3,220
750	380,0	37	3,617	61	2,817	61	2,817	91	2,306	127	1,953	0,0482	0,0479	0,0463	3,450
-----	389,1	-----	-----	-----	-----	61	2,850	-----	-----	-----	-----	0,0470	0,0468	0,0452	3,520
800	405,4	37	3,734	61	2,908	61	2,908	91	2,382	127	2,017	0,0452	0,0449	0,0434	3,680
-----	490,6	-----	-----	-----	-----	61	3,200	-----	-----	-----	-----	0,0372	0,0370	0,0359	4,450
1000	506,7	37	4,176	61	3,251	61	3,251	91	2,662	127	2,259	0,0361	0,0359	0,0343	4,600
-----	623,4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	127	2,500	-----	-----	0,0294	0,0292	0,0282	5,650
1250	633,3	-----	-----	61	3,635	91	2,977	127	2,520	169	2,184	0,0239	0,0288	0,0278	5,740

CIUDAD DE MÉXICO

Continua.

TABLA 16.- Dimensiones de conductores de cable con cableado concéntrico.

Dimensiones de conductores de cable con cableado concéntrico															
Calibre		Clase AA		Clase A o 1		Clase B o 2		Clase C o 3		Clase D		Resistencia eléctrica nominal			Peso nominal en kg/m
AWG o MCM	Área de la sección en mm2	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Número de hilos	Diámetro en mm	Duro	Semidur o	Suave	
1500	760,1	-----	-----	61	3,983	91	3,261	127	2,761	169	2,393	0,0241	0,0239	0,0232	6,390
-----	810,2	-----	-----	-----	-----	127	2,850	-----	-----	-----	-----	0,0226	0,0224	0,0217	7,350
1750	886,8	-----	-----	91	3,523	127	2,982	169	2,586	217	2,281	0,0206	0,0205	0,0198	8,040
2000	1 013,6	-----	-----	91	3,764	127	3,188	169	2,764	217	2,438	0,0180	0,0179	0,0173	9,200
-----	1 021,4	-----	-----	-----	-----	127	3,200	-----	-----	-----	-----	0,0179	0,0178	0,.0172	9,260
-----	1 221,9	-----	-----	-----	-----	127	3,500	-----	-----	-----	-----	0,0151	0,0150	0,0145	11,200
-----	1 234,7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	169	3,050	-----	-----	0,0150	0,0149	0,0144	11,310
2500	1 267,0	-----	-----	91	4,209	127	3,561	169	3,088	217	2,725	0,0146	0,0145	0,0140	11,600
3000	1 520,4	-----	-----	127	3,904	169	3,383	217	2,987	217	2,672	0.0122	0,0121	0,0117	13,930
-----	1 585,4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	217	3,050	-----	-----	0,0117	0,0116	0,0112	14,310
-----	1 980,0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	217	3,050	-----	-----	0,0094	0,0094	0,0091	19,310
5000	2 534,0	-----	-----	169	4,369	217	3,856	217	3,449	217	3,449	0,0074	0,0074	0,0072	23,000
		-----	-----												

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 17.- Construcción normal de cables concéntricos de cobre tipo calabrote con membrana de cordones flexibles.

Clase 1			Clase k		Clase M		
Sección nominal en mm	Núm. nominal de alambres de sección 0,2047 mm^2 (24 AWGJ	Construcción del cableado	Núm. nominal de alambres de sección 0,0567 mm^2 (30 AWG)	Construcción del cableado	Núm. nominal de alambres de sección 0,0567 mm^2 30 AWG	Construcción del cableado	Calibre AWG o MCM
1013	4921	19 x 7 x 37	----------	----------	----------	----------	2000
962	4788	19 X 7 X 36	----------	----------	----------	----------	1900
912	4522	19 X 7 X 34	----------	----------	----------	----------	1800
887	4389	19 X 7 X 33	----------	----------	----------	----------	1750
862	4256	19 x 7 X 32	----------	----------	----------	----------	1700
810	3990	19 x 7 x 30	----------	----------	----------	----------	1600
760	3724	19 x 7 x 28	----------	----------	----------	----------	500
709	3458	19 x 7 X 26	----------	----------	----------	----------	1400
658	3192	19 x 7 x 24	----------	----------	----------	----------	1300
633	3059	19 X 7 X 23	----------	----------	----------	----------	1250
608	2956	19 X 7 X 22	----------	----------	----------	----------	1200
557	2793	19 X 7 X 21	----------	----------	----------	----------	1100
506	2527	19 X 7 X 19	10101	37 X 7 x 39	25193	61 x 7 x 59	1000
456	2261	19 x 7 x 17	9065	37 X 7 x 35	22631	61 X 7 x 53	900
405	1995	19 x 7 x 15	7980	19 x 7 x 60	20069	61 x 7 x 47	600
380	1862	19 x 7 X 14	7581	19 x 7 x 57	18788	61 x 7 x 44	750
354,2	1729	19 x 7 x 13	6916	19 x 7 x 52	17507	61 x 7 x 41	700
329,1	1596	19 x 7 x 12	6517	19 x 7 x 49	16226	61 x 7 x 38	650
304,0	1470	7 x 7 x 30	5985	19 x 7 x 45	14945	61 X 7 X 35	600
278,6	1372	7 x 7 X 28	5453	19 X 7 x 41	13664	61 X 7 x 32	50
253,2	1225	7 x 7 X 25	5054	19 X 7 x 38	12691	37 X 7 x 49	500

Continúa.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 17.-Construcción normal de cables concéntricos de cobre tipo calabrote, con miembros de cordones flexibles.

Clase I			Clase K		Clase M		
Sección nominal en mm	Número nominal de alambres de sección 0,2047 mm^2 (24 AWG)	Construcción del cableado.	Número nominal de alambres de sección 0,0567 mm^2 (30 AWG)	Construcción del cableado.	Número nominal de alambres de sección 0,0567 mm^2 (30 AWG)	Construcción del cableado.	Calibre AWG o MCM.
228,0	1127	7 x 7 x 23	4522	19 x 7 x 34	11396	37 x 7 x 44	450
202,8	980	7 x 7 x 20	3990	19 x 7 x 30	10101	37 x 7 x 39	400
177,2	882	7 x 7 x 18	3458	19 x 7 x 26	8806	37 x 7 x 34	350
152	735	7 x 7 x 15	2989	7 x 7 x 61	7581	19 x 7 x 57	300
126,6	637	7 x 7 x 13	2499	7 x 7 x 51	6384	19 x 7 x 48	250
107,2	532	19 x 28	2107	7 x 7 x 43	5320	19 x 7 x 40	4/0
85,0	418	19 x 22	1666	7 x 7 x 34	4256	19 x 7 x 32	3/0
67,43	342	19 x 18	1323	7 x 7 x 27	3325	19 x 7 x 25	2/0
58,43	266	19 x 14	1064	19 x 56	2646	7 x 7 x 54	1/0
42,41	210	7 x 30	836	19 x 44	2107	7 x 7 x 43	1
33,62	161	7 x 23	665	19 x 35	1666	7 x 7 x 34	2
26,67	133	7 x 19	532	19 x 28	1323	7 x 7 x 27	3
21,15	105	7 x 15	420	7 x 60	1064	19 x 56	4
16,76	84	7 x 12	336	7 x 48	836	19 x 44	5
13,30	63	7 x 9	266	7 x 38	665	19 x 35	6
10,55	-----	-------	210	7 x 30	532	19 x 28	7
8,37	-----	-------	168	7 x 24	420	7 x 60	8
6,63	-----	-------	133	7 x 19	336	7 x 48	9
5,26	-----	-------	-------	-------	259	7 x 37	10
3,31	------	-------	-------	-------	168	7 x 24	12

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA.-18 Dimensiones de cable de cobre con cableado redondo compacto.

Sección nominal mm^2	Calibre AWG o MCM	Área de la sección transversal mm^2	Número de alambres	Diámetro exterior nominal mm	Resistencia eléctrica nominal a cd ohm/km a 20°C	Peso nominal kg/m
-------	8	8,37	7	3,40	2,100	75,9
10	------	9,58	7	3,64	1,836	86,9
-------	6	13,30	7	4,29	1,322	120,7
16	------	15,90	7	4,77	1,106	142,2
-------	4	21,15	7	5,41	0,830	191,9
25	------	25,4	7	5,93	0,692	230
-------	2	33,6	7	6,81	0,523	305
35	------	34,9	19	6,99	0,504	316
-------	1	42,4	19	7,59	0,415	385
50	------	48,3	19	8,33	0,364	438
-------	1/0	53,5	19	8,53	0,329	485
-------	2/0	67,4	19	9,55	0,261	612
70	------	69,0	19	9,78	0,225	626
-------	3/0	85,0	19	10,74	0,207	771
95	------	93,3	19	11.45	0,188	846
-------	4/0	107,2	19	12,06	0,164	972
120	------	119,8	37	12,92	0,147	1087
-------	250	126,7	37	13,21	0,139	1149
150	------	147,1	37	14,42	0,120	1334
-------	300	152,0	37	14,48	0,1160	1379
-------	350	177,3	37	15,65	0,0991	1609
185	------	184	37	16,02	0,0956	1659
-------	400	203	37	16,74	0,0867	1839
240	------	239	37	18,26	0,0727	2200
-------	500	253	37	18,69	0,0695	2300
300	------	299	61	20,4	0,0588	2710
-------	600	304	61	20,6	0,0578	2760
-------	700	355	61	22,3	0,0496	3220
-------	750	380	61	23,1	0,0463	3450
400	------	389	61	23,3	0,0452	3530
-------	800	405	61	23,8	0,0434	3680
-------	900	456	61	25,4	0,0386	4140
500	------	491	61	26,4	0,0358	4450
-------	1000	507	61	26,9	0,0347	4590

TABLA 19.-Dimensiones de conductores de cordón de cobre. Construcción normal de cordones flexibles.

Sección nominal mm^2	Clase I		Clase J		Clase K		Clase L		Clase M		Clase O		Clase P		Clase Q	
	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm	Núm. de alambres	Diámetro mm
10,55	52	0,511	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8,37	41	0,511	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6,63	33	0,511	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
5,26	26	0,511	65	0,320	104	0,254	165	0,203	----	----	----	----	----	----	----	----
3,31	----	----	41	0,320	65	0,254	104	0,203	----	----	----	----	----	----	----	----
2,08	----	----	26	0,320	41	0,254	65	0,203	104	0,160	----	----	----	----	----	----
1,31	----	----	16	0,320	26	0,254	41	0,203	65	0,160	104	0,127	165	0,102	----	----
0,824	----	----	10	0,320	16	0,254	26	0,203	41	0,160	65	0,127	104	0,102	165	0,079
0,519	----	----	7	0,320	10	0,254	16	0,203	26	0,160	41	0,127	65	0,102	104	0,079

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 20.- Dimensiones de conductores con aislamiento de polietileno para intemperie.

Sección nominal del conductor en mm^2	Espesor nominal de la cubierta en mm^2	Calibre AWG o MCM
3,31	0,8	12,0
5,26	0,8	10,0
6,63	0,8	9,0
8,37	0,8	8,0
13,30	0,8	6,0
21,15	0,8	4,0
26,67	1,2	3,0
33,62	1,2	2,0
42,41	1,2	1,0
58,43	1,6	1/0
67,43	1,6	2/0
85,00	1.6	3/0
107,20	1.6	4/0
126,60	1.6	250,0
135,20	1,6	266,8
152,00	1,6	300,0
170,60	1,6	336,4
177,20	1,6	350,0
201,30	2,0	397,5
202,80	2,0	400,0
228,00	2.0	450,0
241,90	2.0	477,0
253,20	2,0	500,0

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 21. Dimensiones de conductores con aislamiento de polietileno cadena cruzada (4).

Tensión nominal de operación del circuito entre fases. (1)			Sección del conductor								Para niveles de aislamiento de 100% y 133% neutro a tierra y neutro aislado (1)					
			Área			Calibre					Espesor del aislamiento				Tensión de prueba en c.a.	
			mm^2			AWG o MCM					Columna A		Columna B		Columna a columna	
											mm	mils	mm	mils	kv	kv
0	a	600	2,080	a	6,631	14	a	19	(2)		1,19	47	0,76	30	4,0	4,0
	a		8,367	a	33,620	8	a	2			1,58	62	1,14	45	5,5	5,5
	a		42,410	a	107,200	1	a	4/0			1,98	78	1,48	55	7,0	7,0
	a		114,000	a	253,000	225	a	500			2,39	94	1,65	65	8,0	8,0
	a		226,000	a	507,000	525	a	1000			2,77	109	2,03	80	10,0	10,0
601	a	2000	2,080	a	6,631	14	a	9	(2)		1,52	60	1,14	45	5,5	5,5
	a		1,367	a	33,620	8	a	2			1,78	70	1,40	55	7,0	7,0
	a		12,410	a	107,200	1	a	4/0			2,29	90	1,64	65	8,0	8,0
	a		14,000	a	253,000	225	a	500			2,67	105	1,90	75	9,5	9,5
	a		266,000	a	507,000	525	a	1000			3,05	120	1,29	90	11,5	11,5
											Con pantalla sobre el aislamiento					
2001	a	5000	8,367	a	107,200	8	a	4/0			2,79	110	2,79	110	11,5	11,5
	a		114	a	253,000	225	a	500			3,05	120	2,05	120	11,5	11,5
	a		226	a	507,000	625	a	1000			3,30	130	3,30	130	11,5	11,5
											Con pantalla sobre el aislamiento.					
2001	a	5000	8,367	a	507,000	8	a	1000			2,29	90	2,29	90	11,5	11,5
5001	a	8000	13,300	a	507,000	6	a	1000			2,92	115	3,56	140	14,5	17,5
8001	a	15000	33,620	a	507,000	2	a	1000	(3)		4,45	175	5,46	215	22,0	27,0
15001	a	25000	42,410	a	507,000	1	a	1000			6,60	260	8,76	345	32,5	43,0
25001	a	28001	42,410	a	507,000	1	a	1000			7,11	280	-----	-----	35,0	-----
28001	a	35000	53,490	a	507,000	1/0	a	1000			8,76	345	-----	-----	43,0	-----

CIUDAD DE MÉXICO

5.1. Nivel de aislamiento 100%.

Los cables para esta categoría, puede utilizarse en donde quiera que el sistema esté equipado con relevadores de protección, tales que las fallas a tierra puedan despejarse de inmediato, en un tiempo no mayor de un minuto, aún cuando estos cables son los indicadores para la gran mayoría de las instalaciones con el neutro conectado a tierra, también pueden utilizarse en otros sistemas en los que se acepta el uso de cables, siempre y cuando, se cumpla con el requisito de despejar la falla desenergizando totalmente la sección del sistema que la contenga.

Así como para cualquier tipo de equipo eléctrico, la utilización de los cables no se recomienda en sistemas en los que la relación de la reactancia de secuencia cero a la reactancia de secuencia positiva en el lugar de utilización del cable, varíe entre 1 y 40, ya que en el caso de una falla a tierra pueden surgir tensiones excesivamente elevadas en las fases sanas.

5.2. Niveles de aislamiento 133%.

Este nivel corresponde a aquél que anteriormente designaba a los sistemas con neutro aislado. Los cables para esta categoría pueden utilizarse en instalaciones donde no se cumplan los requisitos exigidos en los sistemas con un nivel de aislamiento del 100% pero en los que existe una seguridad razonable de que la sección del sistema que presenta la falla será completamente desenergizado en un tiempo no mayor de una hora. Estos cables pueden utilizarse también cuando se requiera un espesor de aislamiento adicional al proporcionado por los cables con un nivel de aislamiento del 100%

5.3. Nivel de aislamiento 173%

Los cables para esta categoría, deben utilizarse en los sistemas en los que el tiempo requerido para desenergizar la sección que contenga una falla a tierra, es indefinido. También se recomienda su uso para sistemas con neutro resonante, se recomienda consultar al fabricante respecto al espesor de aislamiento adecuado.

6. Cuando se trate de cables unipolares, de polietileno pigmentado sin cubierta protectora para conducir energía hasta 2000 voltios, se usan los espesores de aislamiento que aparecen en la columna A de la Tabla 21.

7. Cuando se trate de cables unipolares ambos con cubierta, para conducir energía hasta 2000 voltios, se usan espesores de aislamiento que aparecen en la columna B de la Tabla 21.

CIUDAD DE MÉXICO

8. Los espesores de aislamiento que aparecen en la columna B se consideran ordenados para usos eléctricos, pueden aplicarse a conductores unipolares aislados con polietileno pigmentado con negro de humo sin cubierta, para utilizarse en donde la instalación y las condiciones de servicio sean tales que se considere que, para lograr una operación satisfactoria, no requiera un espesor de aislamiento adicional como protección mecánica.

TABLA 22.- Dimensiones de conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C).

Diámetro en mm	Sección en mm^2	Espesor del aislamiento en mm	Calibre AWG o MCM
0,097 a 1,290	0,519 a 1,31	0,64	20 a 16
1,628 a 2,588	2,08 a 5,62	0,79	14 a 10
3,264	8,3	1,19	8
4,115 a 6,543	13,30 a 33,62	1,59	6 a 2
7,348 a 11,648	42,41 a 107,20	1,98	1 a 4/0
	107,30 a 253,20	2,38	4/0 a 500
	253,30 a 506,00	2,77	500 a 1000
	567,00 1013,00	3,17	1000 a 2000

TABLA 23.- Espesores promedio para conductores duplex con aislamiento para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C)

Designación de cada conductor		Espesor para tipo A	Espesor para tipo B
Diámetro en mm	AWG	mm	mm
De 0,63 hasta 1,40	22 a 16	0,64	------
Mayor de 1,40 hasta 2,0	14	0,88	------
Mayor de 2,0 hasta 2,8	12a10	0,88	1,20
Mayor de 2,8 hasta 4,5	8a6	-----	1,60

b. Para el incremento de la resistencia eléctrica, según el cableado para conductores de cable concéntrico tipo calabrote, se consideraron los porcentajes siguientes:

Tipo de construcción	Incremento en %
7 x cordones flexibles.	4
19 x cordones flexibles.	5
7 x 7 x cordones flexibles	6
19 x 7 x cordones flexibles	7
37 x 7 x cordones flexibles	7
61 x 7 x cordones flexibles	7

c. En conductores de cable de cobre con cableado redondo compacto, la resistencia eléctrica máxima permisible debe ser del 2% mayor que la indicada en la Tabla 18.

d. El incremento normal permisible de la resistencia eléctrica en conductores de cordón desnudo flexible de cobre, puede ser igual o menor del 2% de la suma de los valores de la resistencia de sus alambres componentes.

e. En conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C), la resistencia eléctrica será la indicada en la Tabla 26, no debiéndose exceder del 2% de los valores señalados. Para cables multiconductores, el incremento de dicha resistencia debido al cableado, no debe ser mayor de los siguientes porcentajes respecto a los valores de la tabla antes citada:

Una capa de conducto 2%
Más de una capa de conductor 3%
Pares u otras unidades precableadas 4%

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 24.- Dimensiones y tensiones nominales de conductores con aislamiento de polietileno.

Tensión nominal de operación entre fases. (Voltios)	Sección del conductor mmª			Diámetro del conductor mm			Espesor del aislamiento mm
1,000	2,08	a	8,37	1,628	a	3,264	1,40
	10,55	a	33,62	3,665	a	6,543	1,65
	42,41	a	107,20	7,348	a	11,864	1,91
	126,60	a	253,20	14,398	a	20,382	2,30
	278,60	a	506,00	22,360	a	28,846	2,54
3,000	2,08	a	8,37	1,628	a	3,264	1,91
	10,55	a	107,20	3,665	a	11,864	2,30
	126,60	a	253,20	14,398	a	20,382	2,54
	278,60	a	506,00	22,360	a	28,846	2,80
5,000	8,37	a	107,20	1,628	a	11,864	2,80
	126,60	a	253,20	14,398	a	20,382	3,05
	278,60	a	506,00	22,360	a	28,846	3,30
8,000	13,30	a	506,00	4,115	a	28,846	3,80

C.46. Cuando se especifique la característica de resistividad del material de los alambres componentes removidos del cable, se permite un incremento del 1% con respecto al valor máximo que establezca la norma de calidad del alambre correspondiente enunciada en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

C.47. Las uniones en los diversos tipos de conductores deben ser construidas de tal manera que el diámetro total, la configuración y la flexibilidad del cable no se afecte; en especial, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. En cables de cobre con cableado concéntrico clase AA, no se permiten uniones en los alambres, cuando este número sea 7 o menor.

b. Cuando sea mayor que 7 y para las demás clases, se permiten uniones con soldaduras hechas a tope o soldadura por presión en frío, siempre y cuando la distancia entre las uniones esté de acuerdo a lo señalado en la Tabla 27.

CIUDAD DE MEXICO

c. En cables concéntricos de cobre tipo calabrote, formado por cordones flexibles, las uniones entre alambres o grupos de alambres, se deben hacer conforme a la recomendación del fabricante, o lo que indique el Gobierno del Distrito Federal. Los cordones componentes del cable o los calabrotes, pueden ser unidos mediante soldadura eléctrica hecha a tope.

d. En cables de cobre con cableado redondo compacto, sus alambres componentes se pueden unir por medio de soldadura eléctrica a tope o de soldadura por presión en frío, siempre y cuando la distancia entre las uniones no sea menor de 0,30 m en conductores de 7 y 19 alambres. Para cables de más de 19 alambres, la distancia entre uniones soldadas no debe ser menor de 0,30 m en una capa, sin importar la distancia que exista entre las uniones de alambres de las demás capas.

TABLA 25.- Paso del cableado para conductores de cordón desnudo flexible de cobre

Sección nominal	Diámetro nominal	Máxima longitud de paso en mm		
		Servicio ordinario de flexión		Servicio severo de flexión
mm^2	mm	Sin separador	Con separador	Con o sin separador
10,550	4,24	76,20	76,20	76,20
8,370	3,78	69,85	69,85	69,85
6,630	3,38	63,50	63,50	63,50
5,260	3,00	57,15	57,15	57,15
3,310	2,36	44,45	50,80	40,64
2,080	1,88	38,10	50,80	34,93
1,310	1,50	34,93	50,80	25,40
0,824	1,19	31,75	50,80	20,32
0,519	0,94	25,40	50,80	----------

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 26.- Conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) resistencia de conductores de cobre a 20°C y corriente continúa.

Sección del conductor	Calibre AWG o	Resistencia en ohm/km	
		Alambre	Cable
mm^2	MCM	Cobre	Cobre
0,519	20	33,100	34,000000
0,823	18	21,000	21,400000
1,310	16	13,200	13,400000
2,080	14	8,270	8,400000
3,310	12	5,220	5,320000
5,260	10	3,280	3,340000
8,370	8	2,060	2,100000
13,300	6	1,300	1,310000
21,100	4	0,815	0,820000
33,600	2	0,513	0,518000
42,4	1	0,406	0,411000
53,5	1/0	0,322	0,329000
67,4	2/0	0,256	0,261000
85,0	3/0	0,203	0,207000
107,2	4/0	0,161	0,164000
126,8	250		0,139000
152,2	300		0,116000
177,6	350		0,099100
202,6	400		0,086800
208,0	450		0,077100
253,1	500		0,069400
279,3	550		0,063100
303,7	600		0,017630
328,8	650		0,016270
354,2	700		0,015110
379,3	750		0,014100
404,6	800		0,013220
429,9	850		0,012450
455,2	900		0,011750
505,8	1000		0,010580
634,4	1250		0,008463
759,2	1500		0,007052
887,0	1750		0,006045
1014,0	2000		0,005289

e. En cordón desnudo flexible de cobre, las uniones entre alambres se deben hacer de acuerdo a las indicaciones del fabricante o lo indicado por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

f. Cuando se efectúen uniones en cables con aislamientos, debe hacerse de manera que soporten las mismas pruebas que se apliquen a las partes normales; además, el aislamiento no debe exceder las limitaciones de espesor indicadas en el inciso C.43.

C.48. El acabado del material de aislamiento para conductores, debe ser homogéneo y aplicado de una manera concéntrica, así como razonablemente apretado. Debe ser flexible para su fácil manejo y su superficie debe ser tersa, pulida y exenta de imperfecciones que cambien parcial o totalmente sus características mecánicas o eléctricas.

C.49. Para conductores eléctricos en general, el aislamiento debe ser de polietileno natural, de acuerdo con el grado de aislamiento requerido y debe ser aplicado por extrusión en toda la longitud del conductor en una sola capa concéntrica. En cables para tensiones superiores a 5 000 voltios, se debe utilizar polietileno de alto peso molecular; asimismo en los conductores unipolares o duplex para instalaciones de 600 voltios y 333 K (60° C), el aislamiento debe ser de material termoplástico. En el conductor duplex tipo B, el aislamiento de uno de sus cables debe llevar una marca exterior permanente en toda su longitud y con las características de que al ser separados los cables, ninguno de ellos quede sin aislamiento.

C.50. Si los conductores eléctricos están expuestos a la luz, o permanecen a la intemperie, deben llevar una cubierta protectora de cloruro de polivinilo, además de cubrir los siguientes requisitos:

a. En circuitos de 2 000 voltios y menores, los conductores deben llevar sobre ellos una cinta semiconductora que sirva para uniformar el campo eléctrico.

b. Para instalaciones de circuitos de fuerza de 8 000 voltios los conductores deben llevar una pantalla magnética sobre el aislamiento.

c. La protección que deben tener los conductores con aislamiento de cadena cruzada estará en función a la tensión de operación y debe ser de la manera siguiente:

1. Hasta 2000 voltios el aislamiento de polietileno de cadena cruzada debe ser pigmentado o sin pigmentar, pero con cubierta protectora.

CIUDAD DE MÉXICO

2. De 2 001 a 5 000 voltios, será con pantalla sobre el conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada pigmentado o sin pigmentar, pero con pantalla sobre el aislamiento y cubierta protectora.

3. Los conductores instalados en circuitos de fuerza de 5 001 voltios y más entre fases, deben llevar también una pantalla sobre el aislamiento.

   Cuando se requiera cubierta protectora, ésta debe satisfacer los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas NMX-J-292 y NMX- J-314.

   Si se requiere una protección mecánica adicional, ésta puede consistir de una armadura de alambre, soleras, mallas o flejes metálicos.

C.51. Respecto al marcado, empaque y longitudes de los conductores eléctricos, deben procederse de acuerdo con lo siguiente:

a. Marcado de conductores.- Los conductores deben presentar en toda la longitud de su aislamiento, en forma legible y permanente, con letras de color que hagan contraste con el aislamiento y cada 30 cm como máximo, los siguientes datos:

   1.- Nombre o designación del producto.
   2. Marca de fábrica.
   3. Temperatura y tensión máxima de operación para la cual se garantiza.
   4. Diámetro en mm (número del calibre)

   Los conductores eléctricos forrados con polietileno para instalaciones de tipo intemperie, además de lo ya señalado, debe llevar sobre el aislamiento el tipo de densidad del polietileno que se use para el forro.

b. Marcado de empaque.- El empaque tendrá la forma y medidas que señale el representante del Gobierno del Distrito Federal, pero de no haber inconveniente será el que acostumbre el fabricante. Este empaque debe marcarse como mínimo con los siguientes datos:

   1. Nombre y marca del producto.
   2. Sección nominal del conductor en mm^2.
   3. Peso neto del rollo o carrete en kg y longitud en metros.
   4. Nombre y razón social del fabricante.
   5. la leyenda “Hecho en México”
   6. Número y nombre de la Norma Oficial Mexicana que se aplica.

CIUDAD DE MÉXICO

c. El marcado de los rollos o carretes en que se surtan los conductores eléctricos, deben llevar en forma visible y permanente los siguientes datos:

1. Nombre y marca del producto.
2. Diámetro en mm (número del calibre).
3. Tipo.
4. Longitud en metros.
5. Peso neto o bruto en kg.
6. Nombre, razón social y dirección del fabricante.
7. La leyenda “Hecho en México”.
8. Número y nombre de la Norma Oficial Mexicana que se aplicó.

d. Longitud de conductores.- Para los conductores unipolares y duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 ° C), el empaque normal debe contener como mínimo una longitud de 100 m en conductores de 21,1 mm^2 a 0,519 mm^2 de sección transversal. La longitud del conductor ya empacado, tendrá una tolerancia de más ó menos 1%.

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. Los conductores destinados a formar cables, primero deberán muestrearse de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4.01.01.001 de Referencias. Después de cablear se procederá a formar los lotes correspondientes para su muestreo como se señala a continuación:

a. Lote de entrega.- Es el formado por la producción diaria ó por la cantidad de rollos ó carretes, objeto de la transacción comercial.

b. Lote de prueba.- Será el número de rollos y carretes escogidos del lote de entrega, como se muestra en la columna B de las Tablas 28 y 29.

c. Lote de muestra.- Es el total de especímenes tomados de cada uno de los rollos que forman el lote de prueba. Para las pruebas mecánicas, se tomará una muestra de un metro de cada unidad.

Para las determinaciones de resistividad, se tomará una muestra de dos metros de cada tres unidades de las que forman el lote de prueba.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 27. Distancia en metros entre uniones para conductores de cable de cobre con cableado concéntrico

Número de alambres en el cable	Clase AA	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Suave todas las clases
3						0,3
7	----	15	15	----	-----	0,3
12	15	15	----	----	-----	0,3
19	15	15	15	15	-----	0,3
20 a 36	15	15	15	15	-----	0,3 p/capa
37 a 60	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	0,3 p/capa
61 y mayor	1,5	1,5	1,5	1.5	1.5	0,3 p/capa

TABLA 28.- Muestreo para conductores con aislamiento de polietileno.

A	B	C	
Número de rollos que forman el lote de entrega.	Tamaño de la muestra. Número de especímenes o lote de prueba.	Número de defectuosos para aceptación y rechazo	
		Se acepta	Se rechaza
Menos de 25			
25 a 49	10	0	1
50 a 99	15	0	1
100 a 199	20	0	1
200 a 299	30	1	2
300 a 499	40	1	2
500 a 799	55	1	2
800 a 1299	75	1	2
1300 a 3199	115	1	2
3200 a 7999	150	1	2
8000 a 21999	225	2	3
22000 a 109999	300	2	3
	450	3	4

E.02. Para los conductores con aislamiento de polietileno para instalaciones eléctricas tipo intemperie, conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, unipolares y duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 ° C), se debe escoger al azar del lote de producción diaria, una muestra de acuerdo a lo señalado en las Tablas 28 y 29; la longitud de cada uno de los especimes debe ser la necesaria para efectuar las pruebas señaladas. Para conductores menores de 13,3 mm^2 de sección, debe tomarse como unidad de muestreo el rollo de 100 m. Para conductores mayores de 13.3 mm^2 debe considerarse como unidad de muestreo el carrete.

E.03. Las pruebas a las que se someterán los conductores eléctricos estarán de acuerdo a lo señalado a continuación:

a. Para esfuerzo de tensión a al ruptura y alargamiento, los conductores tales como los de cobre con cableado concéntrico, de cable concéntrico de cobre tipo calabrote formado por cordones flexibles y de cable con cableado redondo compacto, deberán aplicárseles los métodos de prueba que se señalan en las normas mexicanas citadas en la cláusula B de Referencias y en particular lo siguiente:

1. Para los conductores de cable de cobre con cableado concéntrico, cables compuestos por alambres suaves y para alambres removidos de cable terminado, el resultado promedio del alargamiento de todos los alambres probados, puede ser menor hasta cinco puntos con respecto al valor numérico prescrito para alambre antes de cablear. El resultado del alargamiento en alambres individuales puede ser menor hasta en 15 puntos, con respecto al valor numérico prescrito para alambres antes de cablear. En ningún caso el valor del alargamiento debe ser menor del 15%, en caso de que una muestra cumpla el requisito para alambres individuales, pero no el requisito del promedio, puede permitirse una repetición de la prueba sobre todos los alambres que compongan la muestra, como se señala en las Normas Mexicanas y Oficiales las cuales se hace mención en la cláusula B de Referencias.

2. Para los cables compuestos por alambres duros o semiduros de los que se pruebe un cable en sustitución de las pruebas a los alambres antes de formar el cable, el esfuerzo de ruptura por tensión mínima total de los alambres componentes; y el esfuerzo de ruptura por tensión máxima total de los cables semiduros, no debe exceder a la suma de los esfuerzos de ruptura máximos de los alambres componentes como se describe en las Normas Mexicanas y Oficiales las cuales se hace mención en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MEXICO

A juicio del Gobierno del Distrito Federal, pueden omitirse las pruebas de los alambres de cobre duro y semiduro antes de formar cable, así como las pruebas del cable desnudo terminado y en su lugar se podrán ordenar pruebas de alambres removidos del cable terminado, con muestras de 1,5 cm de longitud.

En ese caso, los esfuerzos de ruptura por tensión mínimos, deben ser por lo menos el 90% del esfuerzo de ruptura por tensión mínimo para el alambre original. El esfuerzo de ruptura por tensión máximo del alambre semiduro removido del cable no debe exceder el valor especificado para el alambre original.

3. Para los conductores de cable concéntrico de cobre tipo calabrote, formado por cordones flexibles y de cordón desnudo flexible de cobre, las pruebas señaladas en la norma mexicana NMX-J-8 deben hacerse a todos los alambres antes de que se forme el cable. Si se realiza después de previa autorización del representante del Gobierno del Distrito Federal, el alargamiento de todos los alambres probados puede ser menor hasta cinco unidades con respecto a lo prescrito para alambres antes de cablear.

   Si se realiza la prueba de alargamiento a los alambres en forma individual antes de cablear, entonces no debe rebasar en 15 unidades el alargamiento de dicho alambre el valor prescrito; además en ningún caso el valor del alargamiento de un alambre será menor del 5%.

4. Los conductores de cable de cobre con cableado redondo compactado destinado a formar los cables, deben cumplir antes de cablear y compactar con lo establecido en la norma mexicana NMX-J-36 y con la norma mexicana NMX-J-213.

b. Los conductores con aislamiento deberán soportar la prueba de chispa como se señala en la norma mexicana NMX-J-178 con las tensiones de prueba indicadas en las Tablas 30 y 31; además previamente a cualquier proceso de corte o colocación de una cubierta protectora, el material no debe ser perforado en ningún punto al aplicársele la tensión de prueba, esto mismo se aplicará a los conductores con aislamiento de polietileno y con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C).

   Toda la producción de conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) aceptada por el representante del Gobierno del Distrito Federal, debe pasar sin falla a través de un probador de chispa con un valor de 6 000 voltios, conectando los dos conductores a tierra.

CIUDAD DE MÉXICO

c. La prueba de alta tensión aplicada al aislamiento de los conductores deberá hacerse de acuerdo a lo establecido en la norma mexicana NMX-J-293 de la cláusula B de Referencias y en particular con lo siguiente:

1. Corriente alterna.- Después de haber pasado la prueba de chispa, cada rollo de producto terminado debe soportar durante 5 minutos la aplicación de una tensión de 3500 voltios a una frecuencia de 60 c.p.s; previamente se deberá sumergir en agua durante 12 horas, como se señale en la Tabla 32 y en la norma mexicana NMX-J-52 de la cláusula B de Referencias.

   Para conductores con pantalla, esta prueba se efectuará en seco; la aplicación de la tensión de prueba debe hacerse entre cada conductor, todos los demás y la pantalla conectados a tierra.

   Los conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada deberán aislarse y hacerlos soportar durante 5 minutos una tensión en corriente alterna, cuyo valor se indica en la Tabla 21. Los conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) deben soportar en cada tramo fabricado, la aplicación de una tensión alterna de 60 c.p.s. después de estar sumergido durante 12 horas, como se indica en la Tabla 33.

   Los conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) tipo “B”, deben ser capaces de soportar la aplicación de una tensión de 1800 voltios durante un minuto, entre conductor y tierra.

2. Corriente directa.- Los conductores con aislamiento de polietileno y cadena cruzada, para circuitos de fuerza de 3 001 voltios o mayores debe soportar la prueba de alta tensión con corriente continúa después de la prueba de resistencia de aislamiento, la tensión se aplicara durante 15 minutos para cada fase y la tensión de prueba será 3 veces mayor que los valores de tensión para corriente alterna.

   Los conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C), deben soportar una tensión de prueba de 2600 voltios durante un minuto entre conductor y tierra.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 29.- Muestreo de conductores unipolares y duplex con aislamiento termoplástico en instalaciones hasta 600 V

Tamaño del lote. Piezas	Número de unidades de la primera muestra	Número de unidades de la segunda muestra	Defectuosos	
			Se acepta el lote	Se rechaza el lote
menos de 25	7 -----	----- 14	0 1	2 2
25 a 49	10 -----	----- 20	0 1	2 2
50 a 99	13 -----	----- 26	0 1	2 2
100 a 199	20 -----	----- 40	0 1	2 2
200 a 299	25 -----	----- 50	0 2	3 5
300 a 499	35 -----	----- 70	1 2	3 5
500 a 799	50 -----	----- 100	1 3	4 4
800 a 1299	75 -----	----- 150	1 5	6 6
1300 a 3199	100 -----	----- 200	2 5	6 6
3200 a 7999	150 -----	----- 300	3 7	8 8
8000 a 21999	200 -----	------ 400	4 9	10 1

CIUDAD DE MÉXICO

d. La resistencia del aislamiento debe medirse inmediatamente después de la prueba de alta tensión con corriente alterna a los siguientes conductores:

1. Conductor con aislamiento de polietileno.- Para un conductor con pantalla, se debe hacer esta prueba en seco; el valor de la resistencia debe ser igual o mayor al calculado con una constante “k” igual a:

Condición	K
Sumergido en agua.	9 000 megaohms/km
Seco.	1 500 megaohms/km

2. Esta prueba debe hacerse entre cada uno de los conductores contra los demás y la pantalla o el agua a tierra según se indica en la norma mexicana NMX-J-53.

3. Para conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, la resistencia de aislamiento en megaohms/km, debe ser igual ó mayor que la correspondiente a una constante “k” de 6 000 megaohms/km a 288,76 K (15,6 °C). Si la temperatura de prueba es diferente de 288,76 K (15,6 °C), el valor obtenido debe referirse a dicha temperatura, haciendo uso de los factores de corrección.

TABLA 30.- Prueba de chispa.

Espesor del aislamiento en milímetros	Tensión de prueba en voltios
0,79	7500
1,19	10 000
1,58	15 000
1,98 y mayores	20 000

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 31.- Aislamiento termoplástico.

Tensión de prueba para conductores con aislamiento termoplástico en instalaciones hasta 600 V y 333 K (60 °C)		
Sección del conductor en mm2	Calibre AWG o MCM	Voltios en corriente alterna a 60 cps
0,519 a 1,31	20 a 16	5 000
2,080 a 5,26	14 a 10	7 500
8,37	8	10 000
13,300 a 33,62	6 a 2	10 000
42,410 a 107,20	1 a 4/0	12 500
107,300 a 253,20	253 a 500	15 000
253,300 a 506,20	505 a 1 000	17 500
507,000 a 1013,00	1001 a 2 000	20 000

4. Los conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C), deben probarse dentro del agua; su resistencia de aislamiento no debe ser menor de los valores dados en la Tabla 34.

5. Los conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) tipo B, deben tener una resistencia igual o mayor a la calculada con un constante “k” de 150 mega ohms/km, según el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-294.

e. La determinación de humedad se obtiene después de haber estado sumergido el espécimen en agua destilada durante 1, 7 y 14 días; la absorción de agua se precisa por el incremento de la capacidad del condensador formado por el conductor, su aislamiento y el agua como se indica en la norma mexicana NMX-J-031.

f. Para los conductores con aislamiento de polietileno, la capacitancia inductiva especifica del conductor después de una inmersión de 24 horas, no debe exceder el valor de 9 y el incremento de 3,5 después de 24 horas. El valor máximo del incremento en capacitancia, será:

De 1 a 14 días 3%
De 7 a 14 días 1.5%

g. Los conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 voltios y 333 K (60 °C). tendrán los incrementos máximos de capacitancia como sigue:

De 1 a 14 días 10%
De 7 a 14 días 5%

h. La pérdida del efecto corona que se presenta en los conductores para circuitos de fuerza, no deberá ser mayor a la que establece el método de prueba de la norma mexicana NMX-J-030 y en particular para los siguientes conductores:

1. Conductores con aislamiento de polietileno para circuitos de fuerza de 4 001 voltios y mayores, la pérdida no debe ser mayor de la señalada en la Tabla 35.

2. Para los conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, se debe satisfacer el valor mínimo de extinción de efecto corona indicado en la Tabla 36 para cada tramo de conductor con pantalla sobre el aislamiento, cuya tensión de operación sea mayor de 3 000 voltios entre fases.

i. La descarga en U, solo es aplicable a conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada; únicamente se realiza en cables de un conductor sin pantalla sobre el aislamiento, cuya tensión de operación esté comprendida entre 2001 y 5000 voltios. Una muestra de cable de longitud adecuada se debe doblar en forma de U sobre un mandril cuyo diámetro esté de acuerdo con la Tabla 37.

El aislamiento debe soportar sin deteriorarse, la aplicación de la tensión de corriente alterna de 60 ciclos como se indica en la Tabla 21 y según el método de prueba de la norma mexicana NMX-J-293.

j. La prueba de resistividad superficial sólo es aplicable a conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada y en cables de un conductor sin pantalla sobre el aislamiento, cuya tensión de operación esté comprendida entre 2 001 y 500 voltios. La resistividad superficial debe ser igual o mayor de 200 000 megaohms, para la longitud de cable indicada en el método de prueba correspondiente.

k. La prueba de factor de potencia solo es aplicable a conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, bajo las siguientes condiciones:

1. A temperatura ambiente, si los conductores son aislados y operan con una tensión mayor de 2000 voltios, los valores obtenidos deberán ser igual o menores a 2.

2. Con absorción de humedad, el valor del factor de estabilidad después de 14 días será 1% y 0,5% como valor máximo de la verificación en el factor de estabilidad.

CIUDAD DE MÉXICO

l. Para la prueba del esfuerzo de tensión a la ruptura de alargamiento del aislamiento, éste se someterá previamente a la prueba de envejecimiento para los siguientes casos:

1. Conductores con aislamiento de polietileno.- Se les aplicará el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-45 y se determinara la resistencia al alargamiento y a la ruptura en el mismo espécimen; la resistencia a la ruptura no debe ser menor de10,19 MPa (104 kg_f/cm^2) y el alargamiento llevado hasta la ruptura debe ser mayor al 350%.

2. Conductores forrados con polietileno para instalaciones eléctricas tipo intemperie.- Se determina de acuerdo con el método de prueba de la norma mexicana NMX-J-45 y en la Tabla 23 se obtendrán los datos para la determinación de la resistencia al alargamiento y a la ruptura.

3. Conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.- El esfuerzo de tensión a la ruptura debe ser de 12,24 MPa (125 kg_f/cm^2) como mínimo. El alargamiento de la muestra llevada hasta la ruptura debe ser del 250% como mínimo. Ambos valores se determinan sobre la misma muestra, según el método de prueba de la norma mexicana NMX-J-178.

TABLA 32.- Prueba de alta tensión con aislamiento de polietileno.

Prueba de alta tensión con c.a. para conductores con aislamiento de polietileno				
Tensión nominal de operación entre fases	Sección del conductor	Espesor del aislamiento	Tensión de prueba con corriente alterna kV	
Voltios	mm^2	mm	Neutro a tierra	Neutro aislado
1000	2,08 a 8.37	1,40	5,5	5,5
	10,55 a 33,62	1,65	6,5	6,5
	42,41 a 107,20	1,91	7,5	7,5
	126,60 a 253,20	2,30	9,0	9,0
	278,60 a 506,00	2,54	10,0	10,0
3000	2,08 a 8,37	1,91	7,5	7,5
	10,55 a 107,20	2,30	9,0	9,0
	126,60 a 253,20	2,54	10,0	10,0
	278,60 a 506,00	2,80	11,0	11,0
5000	8,3 a 107,20	2,80	11,00	11,00
	126,60 a 253,20	3,05	12,00	12,00
	278,60 a 506,00	3,30	13,0	13,0

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 33.- Prueba de alta tensión con aislamiento termoplástico.

Prueba de alta tensión con c.a. para conductores con aislamiento termoplástico en instalaciones hasta 600 voltios y 60 °C		
Sección del conductor en mm^2	Espesor del aislamiento en mm	Voltios en c.a.
0,519 a 1,31	0,64	1000
2,080 a 5,26	0,79	1500
8,370 a 8,37	1,19	1500
13,000 a 33,62	1,59	2000
42,410 a 107,20	1,98	2500
107,300 a 253,20	2,38	3000
253,300 a 505,00	2,77	3500
507,000 a 1013,00	3,17	4000

TABLA 34.- Resistencia de aislamiento.

Resistencia de aislamiento para conductores, con aislamiento termoplástico en instalaciones hasta de 600 voltios y 60°C.		
Sección del conductor en mm^2	Calibre AWG o MCM	Resistencia mínima de aislamiento en megaohms por kilómetro a temperatura de 15,6°C
0,519	20	62,2
2,08	14	45,7
3,31	12	38,0
5,26	10	32,0
8,37	8	36,6
13,30	6	35,0
21,10 a 35,6	4 a 2	29,0
42,40 a 53,5	1 a 2/0	25,9
85,00 a 101,4	3/0 a 2000	19,8

TABLA 35.- Prueba de efecto corona.

Prueba de efecto corona para conductores con aislamiento de polietileno		
Tensión nominal del cable (Voltios)	Nivel mínimo de extensión kV	
5 000 8 000	Neutro a tierra	Neutro aislado
	3,2 5,1	5,0 7,6

TABLA 36.- Prueba de efecto corona con aislamiento en polietileno.

Prueba de efecto corona para conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada		
Tensión de operación entre fases. Voltios	Valor mínimo de extinción kV	
	Nivel de aislamiento 100%	Nivel de aislamiento 133%
3002 a 5000 5001 a 8000 8001 a 15000 15001 a 25000 25001 a 28000 28001 a 35000	4,0 6,0 11,0 19,0 21,0 26,0	5,0 8,0 15,0 25,0

CIUDAD DE MEXICO

m. Cuando se haya efectuado previamente la prueba de envejecimiento, los conductores deberán mostrar una resistencia a la tensión y al alargamiento, de acuerdo a los siguientes valores:

1. Conductores con aislamiento de polietileno.- La resistencia a la ruptura después del ensayo del envejecimiento acelerado por calor durante 120 horas a 378 K (105 °C ± 1°C), según el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-45, no deberá ser menor del 85% del valor antes de él y el alargamiento de ruptura no debe ser inferior al 75% del valor obtenido en condiciones normales.

2. Conductores eléctricos forrados con polietileno para instalaciones eléctricas tipo intemperie.- El valor de la resistencia y el alargamiento a la ruptura después del ensayo del envejecimiento a 48 horas a 373 K (100 °C ± 1°C), según método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-45, para los dos tipos de polietileno, no deberá ser menor de 75% del valor obtenido antes del envejecimiento.

3. Conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.- Las muestras del aislamiento que hayan sido sometidas a un envejecimiento acelerado en aire caliente a presión durante 168 horas a 394 K (121 °C ± 1°C), según el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-187, deberán presentar una retención mínima del 75% del esfuerzo de tensión a la ruptura y al alargamiento con respecto de los valores obtenidos de un tramo contiguo a aquél que se sometió al envejecimiento.

4. Conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 voltios y 333 K (60 °C). El esfuerzo de tensión a la ruptura después del ensayo de envejecimiento a 120 horas a 378 K (105°C ± 1°C), según método de prueba indicada en norma mexicana NMX-J-186., no debe ser menor del 85% del valor obtenido antes del envejecimiento y el alargamiento de ruptura no debe ser inferior al 60% del valor obtenido antes del envejecimiento.

5. Conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 voltios y 333 K (60 °C). Las muestras del aislamiento, después de haber sido sometida a un envejecimiento acelerado durante 168 horas a una temperatura de 373 K (100°C ± 1°C), como lo señala el método de prueba de la norma mexicana NMX-J-186, deben presentar una retención del esfuerzo de ruptura por tensión y del alargamiento menor del 65% de los valores obtenidos del envejecimiento.

n. Doblez en frío.- Esta prueba sólo es aplicable al aislamiento después de someter la muestra de conductores aislados a una temperatura definida en la Norma correspondiente durante una hora; la cubierta aislante no deberá presentar cortaduras, roturas o cuarteaduras al ser enrollado en un mandril según el método de prueba señalado en la norma mexicana NMX-J-193.

1. Para los conductores con aislamiento de polietileno y forrados con polietileno para instalaciones tipo intemperie, la temperatura de prueba será de 298 K (25 °C ± 1°C), y el diámetro del mandril se especifica en las Tablas 39 y 40.

2. Para los conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 voltios y 60°C, la temperatura de prueba será de 282 K a 263 K (9 °C a -10°C) y el diámetro del mandril especificado en la Tabla 41.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 37.- Diámetro del mandril para aplicar descarga en U.

Conductor		Veces el diámetro exterior del cable
Sección	Calibre	
mm^2	AWG o MCM	
8,37 a 33,62	8 a 2	6
42,41 a 85,00	1 a 3/0	8
102,20 a 253,20	4 a 500	10
Mayor a 253,20	Mayor a 500	12

TABLA 38.-Valores mínimos para el alargamiento de conductores forrados con polietileno para intemperie.

Valores mínimos para el alargamiento de conductores forrados con polietileno para intemperie		
Tipo de polietileno	Normal	Alta densidad
Resistencia a la tracción kg_f/cm^2 . Ruptura	97	150
Alargamiento %	350	350

TABLA 39.-Valores mínimos para el alargamiento de conductores forrados.

Diámetro de mandril para la prueba de doblez en frío a conductores con aislamiento de polietileno	
Diámetro del conductor sobre el aislamiento (mm)	Diámetro del mandril en veces de diámetro del conductor aislado
Menor de 12,7	3
De12,8 a 25,5	5
De 25,5 a 32,5	7
De 32,5 a 50,8	9

CIUDAD DE MÉXICO

3. Para los conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C), la temperatura de prueba será de 263 K (-10 °C ± 1°C), según se indica en la norma mexicana NMX-J-193.

o. La prueba de choque térmico, sólo es aplicable al aislamiento; la muestra será sometida a una prueba de 393 K (120°C ± 1°C) durante una hora y después de haber sido enrollada en un mandril, no debe mostrar grietas o cuarteaduras ni internas ni externas; además de lo señalado en la norma mexicana NMX-J-190 y en las tablas 42 y 43, la deformación por calor producida al aislante, no debe ser mayor del 50% para el espesor medido originalmente.

1. Para los conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, el espesor del aislamiento de las muestras sometidas a una deformación por calor bajo presión, a una temperatura de 394 K (121.°C ± 1.°C) según el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-191, puede presentar una reducción máxima en porcentaje de acuerdo a la sección del conductor como se indica a continuación:

   30% para secciones menores de 107 mm^2 (4/0)
   20% para secciones de conductor mayores de 107 mm^2

   Las cargas utilizadas para esta prueba son las que a continuación se señalan:

Sección mm^2	Calibre del conductor	Carga en gramos
8,36	8	500
13,20 a 42,41	6 a 1	750
53,49 a 107,20	1/0 a 4/0	1 000
Mayores de 107,20	Mayores de 4/0	2 000

2. Los conductores eléctricos con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) que se sometan al método de prueba que señala la norma mexicana NMX-J-191, no deben deformarse más del 50% del espesor medido, después de someterse a una temperatura de 393 K (120 °C ± 2 °C).

3. Los conductores duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C), cuya área de la sección transversal sea de 0,80 mm^2 o calibre 18 o mayor, el espesor de las muestras del aislamiento sometidas a una temperatura de 393 K (120 °C ± 1 °C), no deben deformarse más del 50% del espesor original.

p. Propagación de la flama.- El aislamiento sometido a esta prueba debe tener propiedades tales que al aplicársele una flama al espécimen, no se mantenga

CIUDAD DE MÉXICO

en él por más de un minuto después de la última aplicación de la flama sobre el aislamiento; el indicador de papel que se coloca, no debe presentar quemaduras en más del 25% de la superficie.

Los conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) unipolares, duplex y los conductores con aislamiento de polietileno, debe someterse a los métodos de prueba para la propagación de la flama que señalan las normas mexicanas NMX-J-192 y NMX-J-42.

E.04. Los procedimientos y equipos necesarios para llevar a cabo las pruebas mencionadas deben cumplir con lo establecido en las normas mexicanas NMX que se relacionan en la cláusula B de Referencias.

E.05. Queda a juicio del representante del Gobierno del Distrito Federal, el someter a prueba, cualquier tipo de conductor que se señalan en esta norma; en el caso de presentarse alguna falla, se deben ejecutar dos pruebas más de la prueba que fallo y de acuerdo a los resultados de ambas pruebas el representante del Gobierno de Distrito Federal determinará si se acepta o se rechaza el lote.

F. BASES DE ACEPTACIÓN.

F.01. Las aceptaciones o rechazos de los conductores dependerá de que el lote de entrega satisfaga los requisitos aquí señalados como sigue:

a. Si existe un 0% de falla en el lote, éste deberá aceptarse.

b. Si más de 20% o menos de las unidades del primer grupo de muestras, se formará un segundo, a partir del lote de entrega restante. El número de muestras que integren este segundo grupo, será en proporción doble al número original de muestras.

c. Si falla el 20% o menos de las unidades del primer grupo de muestras, se formará un segundo, a partir del lote de entrega restante. El número de muestras que integren este segundo, será en proporción doble al número original de muestras.

d. El fabricante tiene la opción de probar el 100% de las unidades del lote de entrega rechazada para formar un nuevo lote con el material en buen estado, el cual será nuevamente verificado por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Para que sea aceptado el lote de entrega, previa eliminación de las unidades que fallaron, todas las muestras que formen el segundo grupo de muestras deberán pasar la prueba en que falló el primer lote.

f. Para los conductores con aislamiento de polietileno, en general para los de tipo intemperie y para los de cadena cruzada, se aceptará el producto si el número de muestras defectuosas no excede a los valores indicados en la columna C de la tabla 13; de lo contrario, dicho lote será rechazado.

g. Por medio de la tabla 14, se determinará si los conductores unipolares y duplex con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta de 600 voltios y 333 K (60 °C) pueden aceptarse en su remesa, si después de inspeccionar la primera muestra, la cantidad de especímenes defectuosos, no excede el número de aceptación de la parte superior de la columna 4 correspondiente al número de unidades de la muestra.

TABLA 40.- Dimensiones del mandril para pruebas de doblez.

Dimensiones del mandril para tas pruebas de doblez en frío a conductores forrados con polietileno en instalaciones tipo intemperie	
Diámetro del conductor forrado en mm.	Diámetro del[1] mandril en veces del diámetro del conductor.
menor de 12,7	3
de 12,8 a 25,4	5
de 25,5 a 38,0	7
de 38,1 a 50,8	9

Si la cantidad de especímenes excede el número de aceptación de la columna 4, pero no excede del número de rechazados de la parte superior de la columna 5, debe inspeccionarse una segunda muestra de acuerdo con la columna 3 y del número de unidades del lote correspondiente.

El lote puede aceptarse, si después de inspeccionar la segunda muestra el número de conductores defectuosos encontrados entre la primera y segunda muestra combinados, no excede el número de aceptación situado en la parte inferior de la columna 5, correspondiente al tamaño del lote.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 41.- Dimensiones del mandril para pruebas de doblez en frío con aislamiento termoplástico.

Dimensiones del mandril para pruebas de doblez, en frío a conductores con aislamiento termoplástico, en Instalaciones hasta 600 voltios y 60°C.			
Sección del conductor en mm	Calibre AWG o MCM	No. de vueltas adyacentes	Diámetro del mandril en mm
0,024	18	6	8
1.310	16	6	8
2,000	14	6	8
3,310	12	6	10
5,200	10	6	14
8,370	8	6	18
13,300	6	6	32
21,150	4	S	35
33,620	2	6	40
43,410	1	6	68
53,400	1/0	6	73
07,430	2/0	8	78
05,000	3/0	S	82
107,200	4/0	doblez a 180°-	88
126,6OO a 253,3	250 a 500	doblez a 180°	8 x el diámetro del cable
Mayor de 253,3	mayor de 500	doblez a 180°	8 x el diámetro del cable

La remesa será rechazada, si después de inspeccionar la segunda muestra, el número de especímenes defectuosos encontrados entre la primera y segunda muestra, es igual o mayor que el número de rechazos situados en la parte inferior de la columna 5 de la misma Tabla 19 correspondiente al número de unidades del lote.

La remesa será rechazada, si después de inspeccionar la primera muestra, la cantidad de especímenes defectuosos excede del número de rechazos situados en la parte superior de la columna 5, corresponde al número de unidades del lote.

h. A menos que otra cosa se especifique en el pedido, la Inspección y pruebas se efectuarán en el local de manufactura, para lo cual el fabricante debe dar todas las facilidades requeridas al representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 42.- Dimensiones del mandril para la prueba de choque térmico en conductores con aislamiento de polietileno.

Sección del conductor mm^2	Número de vueltas	Diámetro del mandril por veces del diámetro del conductor.
8,37 y menor	6	1
De 10,56 a 33,62	6	2
42,41	1	2
De 53,48 a 107,2	180 grados	2
126,6 y mayor	180 grados	5

TABLA 43.- Dimensiones del mandril para la prueba de choque térmico en conductores con aislamiento termoplástico en instalaciones hasta 600 voltios y 60°C..

Sección del conductor mm^2	Número de vueltas	Diámetro del mandril por veces del diámetro del conductor.
8,37 y menor	6	1
De 10,56 a 33,62	6	2
42,41	1	2
De 53,48 a 107,2	180 grados	2
126,6 y mayor	180 grados	5

F.02. El fabricante o proveedor de conductores para usos eléctricos, debe permitir el acceso a sus instalaciones al representante del Gobierno del Distrito Federal para verificar que se cumplan los requisitos de calidad en la fabricación, así como testificar las pruebas que se apliquen y los resultados esperados.

CIUDAD DE MÉXICO

F.03. El Gobierno del Distrito Federal puede omitir las pruebas que se deben efectuar a los tipos de conductores para usos eléctricos, siempre y cuando estos procedan de un fabricante con certificado expedido por un organismo reconocido por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).