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

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 2 TOMO III

SERVICIOS TÉCNICOS: PROYECTOS EJECUTIVOS. ALUMBRADO. CEMENTERIOS. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS. INSTALACIONES Y ACABADOS EN EDIFICIOS

CIUDAD DE MÉXICO

INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA PRIMERA EDICIÓN (1991)

La expedición de estas Normas de Construcción, se fundamenta en observancia a lo indicado en 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 MÉXICO

NOTAS

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

2. Primera edición vigente a partir del 1º de marzo de 1991.

3. Reimpresión vigente a partir del 1° de mayo de 2008
Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a ésta, corresponda a un capítulo nuevo o alguno existente que tuvo modificación.

CIUDAD DE MÉXICO

ÍNDICE

LIBRO 02 SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE 03 PROYECTOS EJECUTIVOS

SECCIÒN 006 INSTALACIONES PARA SEGURIDAD VIAL

Capítulo 001 Alumbrado público.

SECCIÓN 007 CEMENTERIOS

Capítulo 001 Panteones, mausoleos y crematorios.

SECCIÓN 008 CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS

Capítulo 001 Cimentaciones

Capítulo 002 Estructuras

Capítulo 003 Suelos reforzados y revestidos

SECCIÓN 009 INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Capítulo 001 Hidráulicas, sanitarias y pluviales

Capítulo 002 Gas

Capítulo 003 Eléctricas

Capítulo 004 Sistemas de pararrayos y tierra

Capítulo 005 Sistemas contra incendio

Capítulo 006 Intercomunicación y sonido

Capítulo 007 Aire acondicionado y refrigeración

Capítulo 008 Equipos electromecánicos de transporte

SECCIÓN 010 ACABADOS EN EDIFICIOS

Capítulo 001 Albañilería y acabados

Capítulo 002 Herrería

CIUDAD DE MÉXICO

Capítulo 003 Carpintería

Capítulo 004 Cerrajería

Capítulo 005 Elementos separadores de ambiente a base de vidrios, cristales o materiales plásticos.

CIUDAD DE MÉXICO

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01 Conjunto de planos, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con, unidades de medida y cantidades de obra, manuales de operación, conservación y mantenimiento para los sistemas de iluminación de lugares o zonas pública exteriores, con tránsito vehicular y peatonal. Para el presente capítulo se tienen las siguientes definiciones:

a. Alumbrado de exteriores.- Sistema de iluminación ubicado en el exterior de inmuebles, que tiene como finalidad principal el resaltar su entorno durante la noche, la textura y/o la forma del área o estructura, favoreciendo así las condiciones de seguridad, estéticas y comerciales.

b. Sistema de alumbrado.- Conjunto de equipos, aparatos y accesorios relacionados entre sí para suministrar luz a una superficie.

c. Superposte.- Poste para alumbrado público que tiene una altura mínima de 18 metros.

d. Confort visual. Grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

e. Deslumbramiento. Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

f. Iluminancia (E). La iluminancia en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que fluye hacia el exterior de un elemento de la superficie, dividido por el área de ese elemento. Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad área, la unidad de medida es el lux (lx).

g. Contraste.- Relación que existe entre las luminancias de un objeto y su inmediato alrededor.

h. Absorción.- Particularidad que tienen los materiales de transformar parcial o totalmente la energía luminosa que incide sobre ellos en otra forma de energía.

CIUDAD DE MÉXICO

i. Balastro.- Dispositivo electromagnético o electrónico usado para operar lámparas eléctricas de descarga.

j. Factor de balastro.- Relación del flujo luminoso emitido por una lámpara la cual es operada por un balastro convencional entre el flujo luminoso emitido por la misma lámpara cuando ésta es operada por un balastro patrón.

k. Brillantez o luminancia (L=candelas/m^2, (NIT).- Relación entre la intensidad luminosa (I) en cierta dirección y la superficie, vista por un observador situado en la misma dirección.

l. Candela.- Es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite radiación monocromática, ($540x10^{12}$ Hz=555 nm) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de I/683 watts/sterradián.

m. Coeficiente de utilización.- Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por un luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario.

n. Curva de distribución.- Representación gráfica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por un luminario.

o. Depreciación de lúmenes de la lámpara (LLD).- Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitidos por la lámpara debido al uso normal de operación.

p. Depreciación por suciedad en el luminario (LDD).- Acumulación de suciedad en los luminarios, que provoca una pérdida en la emisión luminosa y por lo mismo pérdidas de iluminación en el plano de trabajo

q. Flujo luminoso (↵).- Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo).

r. Lámpara.- Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía lumínica.

s. Lumen (lm).- Unidad de flujo luminoso

t. Luminario.- Dispositivo que se utiliza para controlar y dirigir la luz generada por una o más lámparas.

u. Lux [lm/m^2; (lx)].- Unidad de nivel luminoso en el sistema internacional.

v. Nivel de iluminación o iluminancia.- Es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie.

CIUDAD DE MÉXICO

w. Refracción- Es el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos al pasar de un medio a otro con diferente densidad.

x. Sterradian (Sr).- Ángulo sólido que sustenta un área en una esfera igual al cuadrado del radio de la esfera.

A.02. Clasificación de Alumbrado Público.- El nivel de iluminancia o la luminancia requeridas en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada:

a. Autopistas.

b. Carreteras.

c. Vías principales y ejes viales.

d. Vías colectoras o primarias.

e. Vías secundarias de los siguientes tipos:

Tipo A - Vía de tipo residencial con alto tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de moderado a alto, y con moderada existencia de comercios.

Tipo B - Vía de tipo residencial con moderado tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de bajo a moderado y con moderada existencia de comercios.

Tipo C - Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Túneles. Para la clasificación de la estructura de los túneles, se deben tener en cuenta sus características dimensionales y su alineación geométrica.

1. Túnel corto. Es el túnel recto cuya longitud total de un extremo a otro, a lo largo de su eje central, es igual o menor a la distancia mínima de seguridad de frenado. (Ver cláusula E.03). Un túnel corto puede tener hasta 25 m de longitud, sin que necesite alumbrado durante el día, siempre que sea recto o el tránsito vehicular no sea muy intenso.

2. Túnel largo. Es el túnel cuya longitud total es mayor a la distancia mínima de seguridad de frenado, (Ver cláusula E.03) o bien, aquel que por su alineación o curvatura, impida observar al conductor la salida del mismo. En los túneles largos necesariamente existen zonas de umbral, transición, interior, nuevamente transición y umbral.

3. Túnel unidireccional. Es aquella estructura que consiste en dos recintos separados, cada uno de los cuales está diseñado para el flujo de tránsito vehicular en una sola dirección. Este tipo de túnel puede ser de uno o varios carriles.

4. Túnel bidireccional. Es aquella estructura que consiste de un sólo recinto común diseñado para el flujo del transito vehicular en ambas direcciones. En este tipo de túnel, el nivel de luminancia en la zona interior, debe ser mayor a la correspondiente del túnel unidireccional.

5. Paso superior o paso inferior. Una estructura es considerada paso superior o paso inferior, cuando la longitud del mismo no excede el ancho de la vialidad superior o inferior, respectivamente.

6. Vía de acceso. Es el área externa de la vialidad que conduce al túnel.

7. Portal. Es el plano de entrada al interior del túnel.

8. Zona de entrada o umbral. Es la zona interior inicial del túnel donde se realiza la transición de un alto nivel de iluminación natural hasta el inicio de las zonas de transición y es igual a la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona durante el día debe ser relativamente alta con el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación del ojo, conforme el conductor se interne en el túnel.

9. Zona de transición. Es la zona después del umbral que permite al conductor la apropiada adaptación de la visión y debe disminuir gradualmente hasta la zona interior. La longitud de esta zona es igual a la distancia mínima de frenado.

10. Zona interior. Es la zona dentro del túnel que le sigue a la zona de transición, donde se completa la adaptación del ojo. El nivel de luminancia en esta zona debe mantenerse constante.

CIUDAD DE MEXICO

g. Estacionamientos que a su vez se clasifican:

1. Por su construcción en:
   1.1. Abiertos.
   1.2. Cerrados.

2. Por su actividad. Estos niveles reflejan la actividad vehicular y peatonal, normalmente identificados por los siguientes ejemplos:

2.1. Alta

2.1.1. Eventos deportivos de importancia.

2.1.2. Eventos cívicos y culturales de relevancia.

2.1.3. Centros comerciales regionales.

2.1.4. Restaurantes.

2.2. Media

2.2.1. Centros comerciales locales.

2.2.2. Eventos cívicos, culturales o recreacionales.

2.2.3. Áreas de oficinas.

2.2.4. Áreas de hospitales.

2.2.5. Áreas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo.

2.2.6. Complejos residenciales

2.3. Baja

2.3.1. Centros comerciales pequeños.

2.3.2. Áreas industriales.

2.3.3. Áreas escolares.

2.3.4. Iglesias.

2.3.5. Otras actividades.

h. Áreas exteriores públicas:

1. Lagos, cascadas, fuentes y similares.
2. Monumentos, esculturas y banderas.
3. Parques, jardines, alamedas y kioscos.
4. Aceras.
5. Paraderos.
6. Plazas y zócalos.

CIUDAD DE MÉXICO

i. Vialidades peatonales:

De acuerdo al nivel de actividad peatonal nocturna las vialidades peatonales se clasifican como:

1. Alta.- Áreas con número significante de peatones esperando cruzar vialidades o caminando sobre las banquetas durante la noche. Ejemplos son áreas del centro de la ciudad, cerca de teatros o salas de conciertos, estadios o terminales.

2. Media.- Áreas con menor número de peatones que utilizan las calles en la noche, típicamente son las áreas de oficinas, espacios de edificios con apartamentos, industriales y comerciales.

3. Baja.- Áreas con muy bajos volúmenes de uso peatonal nocturno tales como calles simples suburbanas o desarrollos de muy baja densidad residencial y áreas rurales o semi-rurales.

j. Los niveles de tráfico peatonal se pueden clasificar también de la siguiente manera.

1. Alto: Tráfico mayor de 100 peatones por hora caminando sobre ambos lados de la calle más aquellos que cruzan la calle en donde no hay intersección sobre una cuadra de 200 metros de longitud.

2. Medio.- Tráfico entre 11 y 100 peatones por hora.

3. Bajo.- Tráfico de 10 o menos peatones por hora.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. El objeto del presente capítulo es proporcionar información sobre las condiciones que permitan una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de oscuridad o de penumbra en vialidades y zonas públicas. Estas cualidades de visión permiten salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, facilitando y fomentando el tráfico vehicular y peatonal.

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el Proyecto de Alumbrado Público, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto.	Capítulo de referencia.	Dependencia.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.		G.D.F.
Instalaciones eléctricas (utilización).	NOM-001-SEDE	Secretaría de Energía.
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.	NOM-007-ENER	Secretaría de Energía.
Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.	NOM-008-ENER	Secretaría de Energía.
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades, áreas exteriores públicas.	NOM-013-ENER	Secretaría de Energía.
Luminarios para uso en interiores y exteriores. Especificaciones y métodos de prueba.	NOM-064-SCFI-2000	Secretaría de Energía
Portalámparas roscado tipo Edison.	NMX-J-024	ANCE
Coeficientes de utilización de luminarios para alumbrado público de vialidades, Especificaciones.	NMX-J-507/1	ANCE
Sistemas Generales de Unidades de Medida.	NOM-008	SCFI
Sistemas eléctricos de potencia Suministros. Tensiones eléctricas normalizadas.	NMX-J-098	ANCE.
Especificaciones Técnicas y Normas Aplicables a Material y Equipo Eléctrico Relacionado con el Alumbrado.	Laboratorio de Alumbrado Público	D.G.S.U. G.D.F.
Presentación del proyecto.	2.03.01.001	G.D.F.
Sistema de pararrayos y tierra.	2.03.09.004	G.D.F.
Proyecto arquitectónico de edificaciones.	2.03.02.002	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

Concepto.	Capítulo de referencia.	Dependencia.
Autopistas.	2.01.03.003	G.D.F.
Arterias.	2.01.03.004	G.D.F.
Vías secundarias.	2.01.03.006	G.D.F.
Intersección de vialidades.	2.01.03.008	G.D.F.
Cimientos para poste de alumbrado.	3.01.01.033	G.D.F.
Sistema de canalización eléctrica.	3.01.01.034	G.D.F.
Registros en los sistemas de canalización eléctrica subterránea.	3.01.01.035	G.D.F.
Señales impresas de vialidad.	3.01.01.037	G.D.F.
Instalación y conexión de cables y accesorios de alumbrado público.	3.01.01.036	G.D.F.
Proyecto de estructuras.	2.03.08.002	G.D.F.
Proyecto de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales.	2.03.09.001	G.D.F.
Postes para servicio de alumbrado público.	4.01.02.038	G.D.F.
Libro para calidad de equipos y sistemas eléctricos.	Libro 5-II	G.D.F.
Libro para puesta en servicio de instalaciones, equipos y sistemas.	Libro 7 tomo único.	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

E.01. A excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales, no se permite el uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno-halógeno, vapor de mercurio y luz mixta para el alumbrado público.

E.02. Reflectancia del pavimento. Se deben considerar las características de reflectancia del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, las cuales son mostradas en la Tabla 1.

TABLA 1. Características de reflectancia del pavimento.

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R_1	0,10	Superficie de concreto hidráulico, cemento pórtland; superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales.	Casi difuso
R_2	0,07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava de tamaño mayor a 10 mm. Superficie de asfalto con 10 a 15% de abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Difuso especular
R_3	0,07	Superficie de asfalto regular y con recubrimiento sellado, con agregados obscuros tal como roca o roca volcánica, textura rugosa después de algunos meses de uso (típico de autopista).	Ligeramente especular
R_4	0,08	Superficie de asfalto con textura muy tersa.	Muy especular

E.03. Distancia mínima de seguridad de frenado. En un túnel la distancia mínima de seguridad de frenado es aquella requerida para que un conductor pueda detener su vehículo con seguridad, a fin de no impactarse con objetos que se encuentren dentro del túnel. Dicha distancia varía de acuerdo a la velocidad de diseño de circulación permitida la cual se indica en la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 2. Distancia mínima de seguridad de frenado

Velocidad de diseño del vehículo km/h	Distancia mínima de seguridad de frenado (m).
50	80
65	90
80	140
90	165
95	200
105	220

E.04. Niveles de luminancia e iluminancia. Se permite que las necesidades visuales a lo largo de las vialidades tipo autopistas, carreteras, vías principales, primarias y secundarias, puedan darse en términos de la iluminancia o de la luminancia.

La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

Para autopistas con doble carril por sentido de circulación, donde el sistema de iluminación puede ser distinto, los cálculos deben realizarse para cada sentido en forma independiente.

Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto a la vialidad como a las rampas de acceso.

E.05. Niveles de luminancia.

a. Vialidades. La luminancia promedio mínima, para cumplir las necesidades visuales a lo largo de una vialidad debe especificarse según la Tabla 3, que se muestra a continuación.

TABLA 3. Valores mantenidos de luminancia

Clasificación de vialidades	Luminancia promedio mínima	Uniformidad de luminancia		Relación de luminancia de deslumbramiento
	Lprom (cd/m^2)	Lprom/Lmín	Lmáx/Lmín	L_d/Lprom
Autopistas y carreteras	0,4	3,5 a 1	6 a 1	0,3 a 1
Vías de acceso controlado y vías rápidas	1,0	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías principales y ejes viales	1,2	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías primarias o colectoras	0,8	3 a 1	5 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial tipo A	0,6	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial tipo B	0,5	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria industrial tipo C	0,3	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1

L_d = Luminancia de deslumbramiento.

b. Túneles. La Tabla 4 indica la forma para determinar los niveles de luminancia que deben mantenerse en túneles.

El nivel de luminancia en la zona de entrada o umbral del túnel para iluminación diurna o nocturna, debe determinarse teniendo en cuenta las condiciones indicadas en la Tabla 4, Tabla 5 y Figura 1.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4. Nivel de luminancia de pavimento, promedio mínimo mantenido en la zona de entrada o umbral de túneles vehiculares (cd/m^2)

Características del túnel	Velocidad del tránsito (km/h)	Orientación		
		Norte	Este – oeste	Sur
Vialidad abierta				
escena tipo1	100	300	410	550
Escena tipo 2 $L_{TH \times 0,8}$*	80	250	350	470
Escena tipo 3 $L_{TH \times 0,9}$*	60	260	240	255
Túnel urbano	100	260	240	255
rampa T	80	220	220	220
escenas tipo 4,5 y 6	60	195	210	180
Túnel de montaña	100	240	260	270
escena tipo 7	80	200	220	230
escena tipo 8	80	180	190	200

Observaciones:

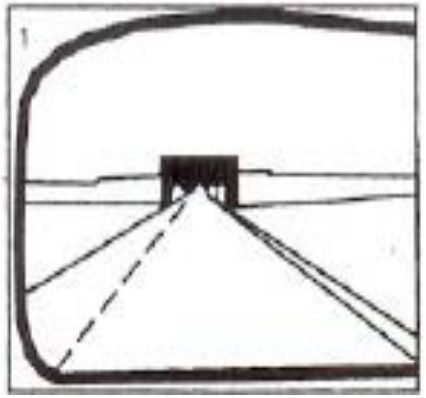
1. L_{TH} = Luminancia de umbral o de entrada.
2. Los valores mostrados en esta tabla deben observarse únicamente para la luminancia en la zona de entrada o umbral.
3. * Estos factores representan la reducción permitida en los valores de la luminancia L_{TH} debido a la luminancia resultante de la configuración del portal. Las diferentes escenas se indican en la Figura 1

CIUDAD DE MÉXICO

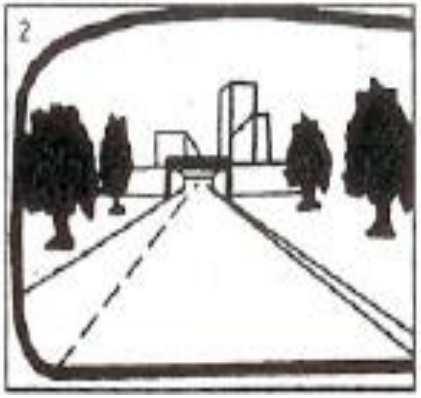
TABLA 5. Porcentajes de aplicación de los valores indicados en la Tabla 4.

			Salida visible				Salida no visible			
			Penetración de luz de día				Penetración de luz de día			
			Buena		Pobre		Buena		Pobre	
			Reflectancia de las paredes				Reflectancia de las paredes			
Longitud del túnel	Volumen de tráfico	Ciclistas	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
Menos de 25 m	Ligero	No	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Si	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Pesado	No	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Si	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
25 m-100 m	Ligero	No	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
		Si	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%
	Pesado	No	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%	100%
		Si	50%	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
101 m-250 m	Ligero	No	50%	50%	50%	50%	100%	100%	100%	100%
		Si	50%	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pesado	No	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Si	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Más de 250 m	Ligero	No	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Si	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pesado	No	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Si	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

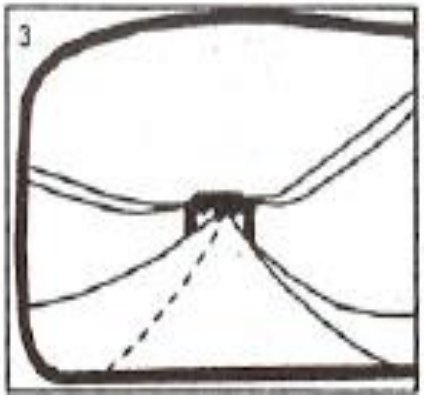
CIUDAD DE MEXICO



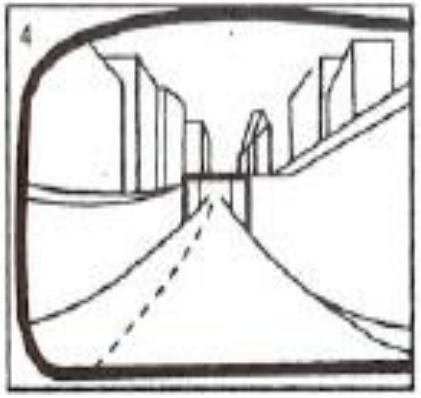
Escena 1



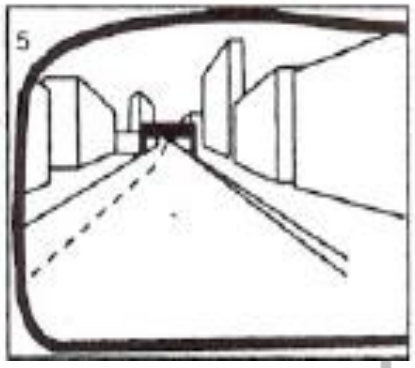
Escena 2



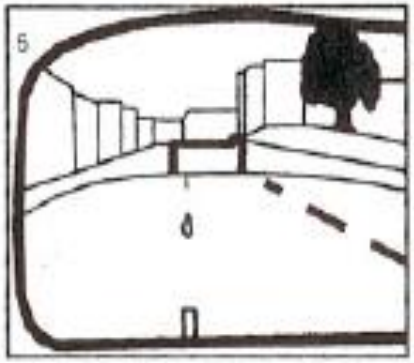
Escena 3



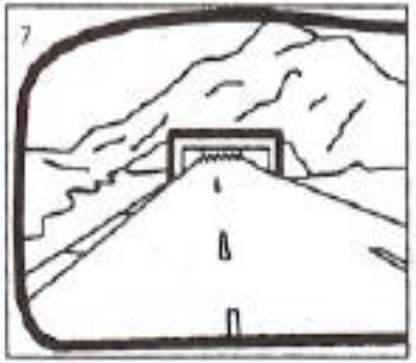
Escena 4



Escena 5



Escena 6



Escena 7

Escena 8

FIGURA 1 Tipos de escenas indicados en las Tablas 4 y 5.

CIUDAD DE MÉXICO

Los niveles de luminancia en el interior del túnel para condiciones de luz diurna, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 6.

TABLA 6. Nivel de luminancia promedio mínimo mantenido sobre la vialidad en la zona Interior durante el día (cd/m^2)

Distancia de frenado	Luminancia promedio en la superficie de la zona interior		
	Flujo de tráfico en número de vehículos		
	Bajo Menos de 2 400 promedio anual de tráfico diario	Medio Más de 2 400, menos de 24 000 promedio anual de tráfico diario	Pesado Más de 24 000 Promedio anual de tráfico diario
160 m	6 cd/m^2	8 cd/m^2	10 cd/m^2
100 m	4 cd/m^2	6 cd/m^2	8 cd/m^2
60 m	3 cd/m^2	4 cd/m^2	6 cd/m^2

Para la Iluminación nocturna en el interior del túnel los niveles de luminancia a lo largo del túnel durante la noche debe ser como mínimo de 2,5 cd/m2, las vialidades de entrada y salida del túnel deben tener un nivel de luminancia no menor a 1/3 del nivel del interior del túnel, al menos por una distancia mínima a la de seguridad de frenado.
Las paredes laterales del túnel arriba de 3 m por encima de la superficie de rodamiento del mismo, debe tener un nivel mínimo de luminancia de 1/3 con respecto al existente en la vialidad.

E.06. Iluminación diurna de túneles cortos.

Los túneles de 25,00 m a 45,00 m de longitud deben tener alumbrado durante el día con un nivel de iluminación promedio mínimo de 1 200 luxes cuando en las zonas de aproximación y/o de salida existan sombras. Dichas sombras pueden ser producidas por los siguientes elementos:

a. Árboles de follaje tupido y permanente.
b. Superficies obscuras y lisas en una distancia de 10 a 150 m en el lado de entrada.
c. Paredes obscuras.
d. Arbustos de follaje verde obscuro en el lado de la entrada.
e. Cerros.
f. Columpios de la vialidad.

CIUDAD DE MEXICO

En el caso de no existir sombras en las zonas de aproximación, los túneles deben tener una iluminación promedio mínima de 2 000 luxes.

E.07. Iluminación diurna de pasos inferiores. En general es innecesario proporcionar alumbrado diurno al paso inferior de una vialidad bajo otra, dadas las alturas y anchos de los puentes, así como la separación en grupos de carriles normalmente encontrados en las vialidades de la Ciudad de México. La separación entre grupos de carriles de un puente, permite lograr una iluminación natural para el paso inferior. Ver Figura 2.

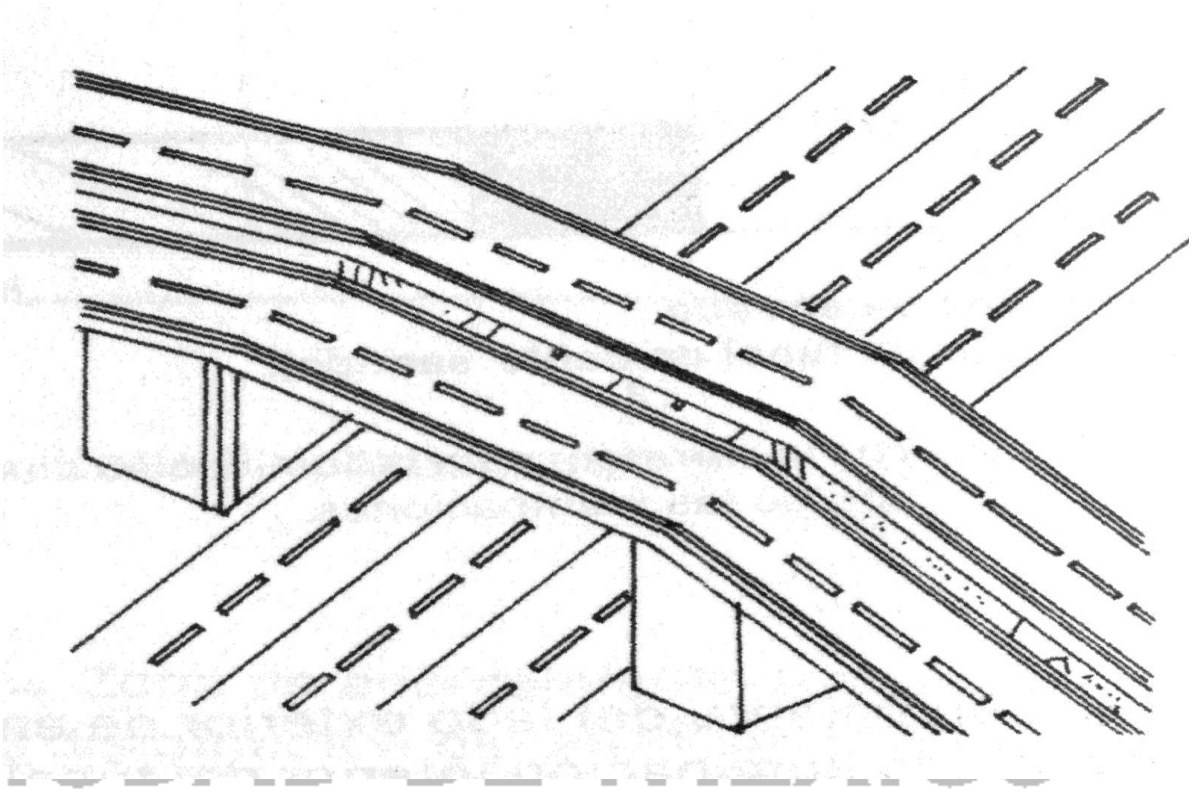


FIGURA 2. Paso inferior bajo un puente con separación entre grupos de carriles para el cual es suficiente el alumbrado natural.

Los pasos inferiores bajo puentes muy anchos, así como los pasos a desnivel, deben iluminarse como túneles cortos. Ver Figura 3.

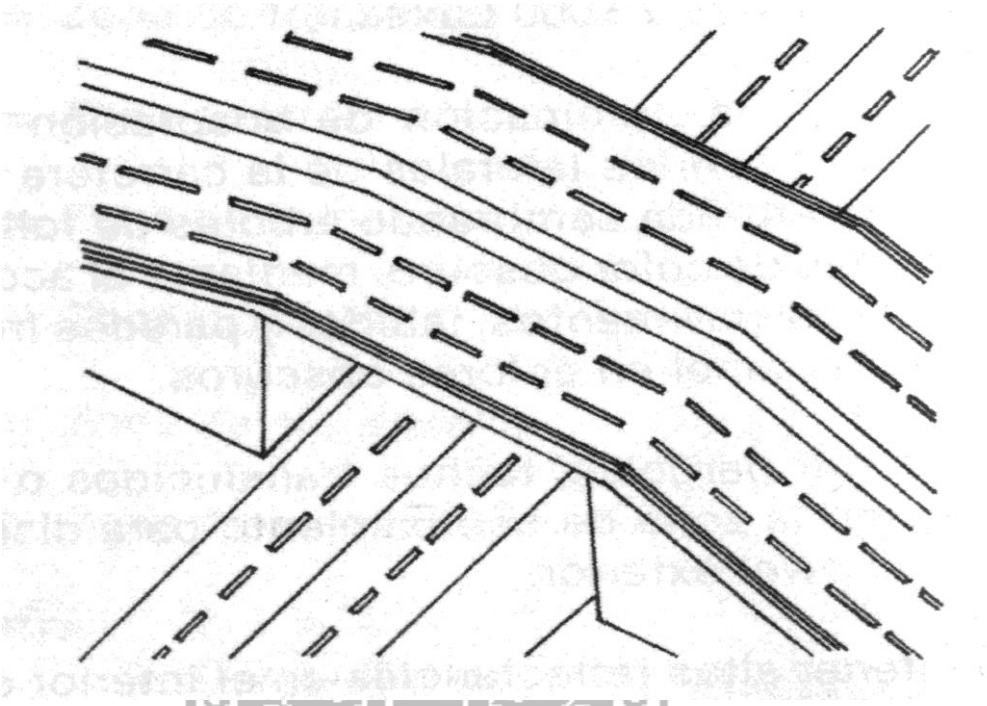


FIGURA 3. Paso inferior bajo un puente cuyo alumbrado debe diseñarse considerándolo como túnel corto (Ancho = 25 m).

E.08. Iluminación nocturna de túneles cortos y largos. Cuando los túneles cortos y largos forman parte de una carretera iluminada con un promedio de iluminación de 20 a 40 luxes, el nivel de iluminación promedio en el interior del túnel debe ser de 100 a 150 luxes.

E.09. Lámparas para iluminación de túneles.

Para el alumbrado de túneles, las principales características de las lámparas deben ser las siguientes:

a. Gran flujo luminoso.

b. Larga duración.

c. Facilidad de montaje en los equipos de alumbrado.

d. Debido a los altos valores de iluminación para alumbrado diurno en las zonas de entrada de los túneles largos así como para túneles cortos se consideran adecuadas las lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150, 250 y 400 W, además de las de aditivos y halogenuros metálicos de encendido por pulso de 150 y 250 W.

CIUDAD DE MÉXICO

E.10. Características de luminarios para iluminación de túneles. Las unidades de alumbrado para los túneles deben tener, las siguientes características:

a. Serán de sobreponer en techo o muro para operar a una tensión de 220 volts.

b. Deben ser herméticas a prueba de polvo, resistir la acción de los detergentes, la atmósfera húmeda y los humos del túnel.

b. Deben permitir su fácil limpieza, mantenimiento y reposición de lámparas así como de accesorios.

c. Cumplir con especificaciones técnicas de diseño y cumplir las pruebas de laboratorio.

d. Deben contar con deflectores para evitar el deslumbramiento.

E.11. Instalación de los equipos de alumbrado en los túneles. Las unidades de alumbrado se instalarán de preferencia en la parte vertical superior de las paredes, con una altura mayor a la de los vehículos más altos permitidos a la circulación en el túnel. Ver Figura 4.

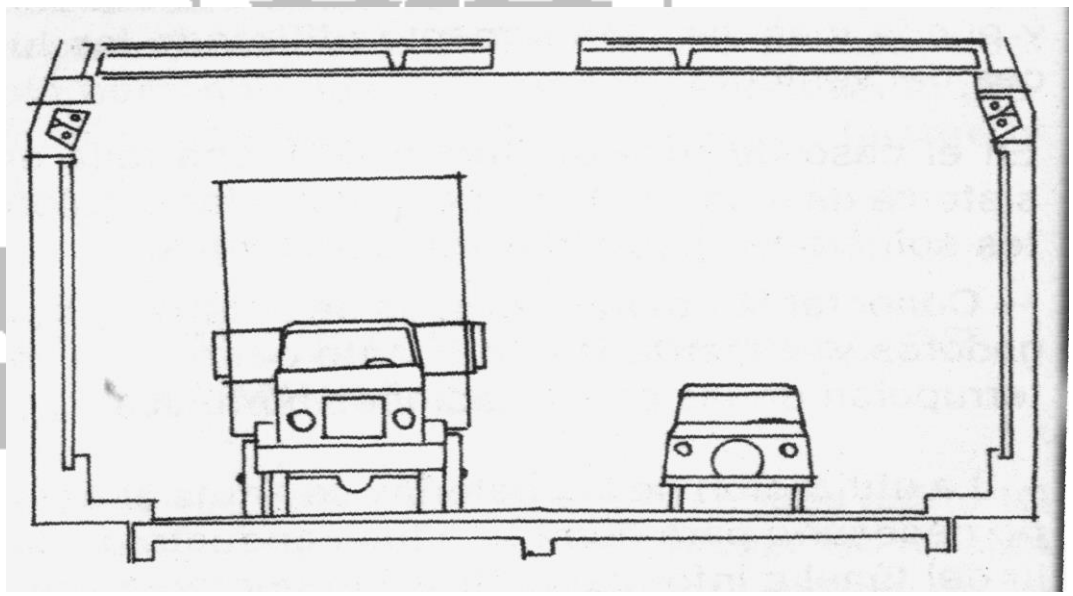


FIGURA 4. Corte transversal de un túnel demostrando alturas relativas de vehículos y de unidades de alumbrado.

E.12. Relaciones de uniformidad. Las tolerancias de la relación de uniformidad relativa a los niveles de luminancia en las diferentes zonas del túnel debe ser de 2 a 1, promedio a mínimo, y 3,5 a 1, máximo a mínimo. Estas tolerancias se aplican a los carriles en una sola dirección y se calculan en una sección transversal para túneles bidireccionales.

E.13. Niveles de iluminancia. Los niveles de iluminancia deben satisfacer los requerimientos indicados en las Tablas 7 a la 10, según aplique.

La Tabla 7. Muestra los valores de iluminancia en función de las características de reflectancia del pavimento.

TABLA 7. Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx)

Clasificación de vialidades	Clasificación del pavimento			Uniformidad de la iluminancia	Andaderos	
	R_1	R_2 y R_3	R_4	E_{prom}/E_{min}	Iluminancia promedio horizontal mínima	Iluminancia vertical promedio para seguridad (1)
Autopistas y carreteras	4	6	5	3 a 1	---	---
Vías de acceso controlado y vías rápidas	10	14	13	3 a 1		
Vías principales y ejes viales	12	17	15	3 a 1	10	22
Vías primarias y colectoras	8	12	10	4 a 1		
Vía secundaria residencial Tipo A	6	9	8	6 a 1		
Vía secundaria residencial Tipo B	5	7	6	6 a 1	10	22
Vía secundaria industrial Tipo C	3	4	4	6 a 1	6	11
Andaderos alejados de vialidades	---	---	---	--	5	5
Túneles de peatones	---	---	---	---	43	54

Medido a una altura de 1,6 m.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8. Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida con superpostes.

Clasificación de vialidades	Iluminancia horizontal $E_{prom\ (lx)}$
Autopistas y carreteras	6
Vías de acceso controlado y vías rápidas	14
Vías principales y ejes viales	17
Vías primarias o colectoras	12

Observaciones:

1. Uniformidad mínima de iluminancia 6 a 1 (promedio a mínimo), para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

   Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de vialidades. Los intercambios (distribuidores), se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

TABLA 9. Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos

Nivel de actividad	Área general de estacionamiento y peatonal	
	Mínimo sobre el pavimento Lx	Uniformidad E_{prom}/E_{min}
Alta	10,0	4 a 1
Media	6,0	4 a 1
Baja	2,0	4 a 1

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 10. Valores mantenidos mínimos de iluminancia para estacionamientos cerrados

Turno	Área general de estacionamiento y peatonal Lx	Rampas y esquinas Ix	Accesos Ix	Escaleras. Rango de iluminancias
Diurno	54,0	110,0	540,0	100-150-200
Nocturno	54,0	54,0	54,0	100-150-200

NOTAS:

1. Aplicable para cualquier nivel de actividad.
2. La relación mínima de iluminancia en todos los casos es 4 a 1 (E_{prom}/E_{min}).

a. El criterio de iluminancia da recomendaciones para el promedio de luxes mantenido para varias clasificaciones de caminos y áreas dependiendo del tipo de pavimento usado. Los valores de iluminancia recomendados y la relación de uniformidad se encuentran indicados en la Tabla 11.

TABLA 11. Método de Iluminancia (Valores recomendados)

Tipo de vialidad y área de conflicto peatonal		Clasificación de pavimento (máximos valores promedio mantenido)			Relación de uniformidad E/prom/Emin	Relación de velo de luminancia Lv max/prom
Vialidad	Área de Conflicto Peatonal	R 1 Luz / fc	R2 y R3 Lux / fc	R 4 Lux / Fc		
Autopista	Alta	10,0/1,0	14,0/1,4	13,0/1,3	3,0	0,3
	Mediana	8,0/0,8	12,0/1,2	10,0/1,0	3,0	0,3
	Baja	6,0/0,6	9,0/0,9	8,0/0,8	3,0	0,3
Principal	Alta	12,0/1,2	17,0/1,7	15,01/1,5	3,0	0,3
	Mediana	9,0/0,9	13,0/1,3	11,0/1,1	3,0	0,3
	Baja	6,0/0,6	9,0/0,9	8,0/0,8	3,0	0,3
Colector	Alta	8,0/0,8	120/1,2	10,0/1,0	4,0	0,4
	Mediana	6,0/0,6	9,0/0,9	8,0/0,8	4,0	0,4
	Baja	4,0/0,4	6,0/0,6	5,0/0,5	4,0	0,4
Local	Alta	6,0/0,6	9,0/0,9	8,0/0,8	4,0	0,4
	Mediana	5,0/0,5	7,0/0,7	6,0/0,6	6,0	0,4
	Baja	3,0/0,3	4,0/0,4	4,0/0,4	6,0	0,4

CIUDAD DE MÉXICO

Nota: Se deben determinar las relaciones velo de luminancia, derivados del método de cálculo de luminancia, para evitar un sistema de iluminación que produzca brillo indeseable.

b. Criterio de luminancia.

El método de luminancia del diseño de iluminación de vialidades, determina que tan “brillante” es el camino determinando la cantidad de luz reflejada del pavimento en la dirección del conductor. El criterio de luminancia está establecido en términos de luminancia del pavimento, uniformidad de luminancia y del velo de deslumbramiento discapacitante producido por el sistema de iluminación. La Tabla 12 indica los requerimientos recomendados del diseño de luminancia, la uniformidad y la relación entre luminancia promedio (prom.) y la luminancia del velo (Lv).

TABLA 12. Método de Luminancia. (Valores recomendados**)**

Tipo de vialidad y área de conflicto peatonal.		Luminancia Promedio prom. (Cd/m2)	Relación de Uniformidad Lmax/Lmin	Relación de uniformidad Lmax/Lmin	Relación de velo de iluminancia Lv max/prom. (Max permitido)
Vialidad	Área de Conflicto Peatonal				
Autopista	Alta	1,0	3,0	5,0	0,3
	Mediana	0,8	3,0	5,0	0,3
	Baja	0,6	3,5	6,0	0,3
Principal	Alta	1,2	3,0	5,0	0,3
	Mediana	0,9	3,0	5,0	0,3
	Baja	0,6	3,5	6,0	0,3
Colector	Alta	0,8	3,0	5,0	0,4
	Mediana	0,6	3,5	6,0	0,4
	Baja	0,4	4,0	8,0	0,4
Local	Alta	0,6	6,0	10,0	0,4
	Mediana	0,5	6,0	10,0	0,4
	Baja	0,3	6,0	10,0	0,4

Criterio del menor objetivo de visibilidad (Small Target Visibility) STV.

CIUDAD DE MÉXICO

El método de diseño STV determina el nivel de visibilidad de un arreglo de objetos sobre la vialidad considerando los siguientes factores:

1. La luminancia de los objetos.

2. La luminancia del terreno inmediato.

3. El nivel de adaptación de los alrededores.

4. El deslumbramiento discapacitante.

c. Iluminación con postes altos (superpostes).

Normalmente, el alumbrado convencional de calles y vialidades involucra alturas de montaje de 15 metros o menos, sin embargo en algunas situaciones se utilizan alturas mayores, como puede ser en estacionamientos o en intersecciones complejas en áreas urbanas con más de seis carriles.

Existen opiniones diferentes, sobre si los niveles de luz puedan ser más bajos cuando se usan superpostes, comparados con el uso de postes convencionales menores a 15 metros. Las condiciones de los alrededores son más uniformes con el diseño de postes altos y la visión es más fácil.

Para el diseño de la iluminación con superpostes se puede utilizar el método de iluminancia.

Se deben utilizar luminarios adecuados para los superpostes y se pueden usar distribuciones simétricas y asimétricas. Son deseables luminarios "cutoff" para evitar el deslumbramiento excesivo. Se pueden utilizar lámparas hasta de 1000 Watts.

Debido a que la iluminación con superpostes es una herramienta para iluminar áreas, más que secciones especificas de vialidades, los postes son colocados alejados de los de las vialidades.

CIUDAD DE MÉXICO

E.14. Recomendaciones sobre el diseño de áreas peatonales**.**

Las áreas peatonales están divididas en tres categorías.

a.- Áreas con flujo peatonal alto.

Los alrededores de las áreas comerciales urbanas pueden tener alta actividad peatonal nocturna, por lo que es importante proveer visibilidad al conductor para crear un ambiente razonablemente seguro para el peatón.

Debido a que las características de reflexión de las superficies varían y generalmente no son conocidas, en el diseño de la iluminación se recomienda el uso de valores de iluminancia.

Las superficies verticales tales como las fachadas de edificios deben ser iluminadas también para crear un ambiente brillante. Las tablas 13, 14 y 15 incluyen las iluminancias verticales promedio mantenidas mínimas, recomendadas para áreas peatonales a una altura de 1,5 metros en ambas direcciones, medidas paralelas al flujo peatonal principal. El deslumbramiento de los luminarios debe ser restringido para poner atención a las alturas de montaje del luminario, salida luminosa de la lámpara y distribución fotométrica.

b.- Áreas con flujo peatonal medio.

Áreas intermedias que tienen actividad peatonal nocturna moderada. Estas áreas son aquellas que se encuentran cerca de centros comunitarios como librerías y centros de recreación

Los elementos clave en el diseño de un sistema de iluminación son la seguridad del peatón así como proveer guías para caminos primarios.

c.- Áreas con flujo peatonal bajo.

Los sistemas de iluminación de áreas residenciales deben permitir tanto al conductor como al peatón, orientación visual en los alrededores para detectar obstáculos, observar otros peatones, leer señales de calles, etc.

TABLA 13. Valores recomendados para áreas con conflicto peatonal alto

VALORES DE ILUMINANCIA MANTENIDOS			
	E_H lux / fc	Evmin lux / fc	Eprom / emin*
Mezcla de vehículos y peatones **	20,0/2,0	10,0/1,0	4,0
Solo peatones	10,0/1,0	5,0/0,5	4,0

E_H = Iluminación promedio horizontal.
Evmin = Iluminación vertical mínima a 1,5 m arriba del paso peatonal medida en ambas direcciones paralelo al flujo de peatones principal.
Solo horizontal.

** Mezcla de vehículos y peatones, se refiere a aquellas áreas donde los peatones están junto al tráfico vehicular sin barreras o separación. No aplica a cruceros a mitad de calle.

TABLA 14. Valores recomendados para áreas con conflicto peatonal medio

VALORES DE ILUMINANCIA MANTENIDOS			
	E_H lux / fc	Evmin lux/fc	Eprom / emin*
Áreas peatonales	5,0/0,5	2,0/0,2	4,0

TABLA 15. Valores recomendados para áreas con conflicto peatonal bajo.

VALORES DE ILUMINANCIA MANTENIDOS			
Áreas peatonales	E_H lux / fc	Evmin lux / fc	Eprom / emin*
Área rural / semi rural	2,0/0,2	0,6/0,06	10,0
Residencial de baja densidad	3,0/0,3	0,8/0,08	6,0
Residencial de media densidad	4,0/0,4	1,0/0,1	4,0

CIUDAD DE MÉXICO

d. Puentes peatonales sobre vialidades, pasos a desnivel y cruceros a mitad de cuadra.

Estas situaciones requieren tratamiento diferente.
Para pasos a desnivel, la consideración primaria debe ser el reconocimiento facial y la seguridad.
Las restricciones sobre el montaje de luminarios puede crear problemas ya que este puede causar obstrucción o peligro a los peatones, lo que hace más difícil el control del deslumbramiento del luminario.
Los pasos a desnivel o túneles peatonales pueden tener también necesidades de iluminación en el día. Las recomendaciones para áreas peatonales de los pasos a desnivel están dadas en la Tabla 16.

TABLA 16. Valores recomendados para la porción peatonal de pasos a desnivel peatonal – vehicular y pasos a desnivel exclusivamente peatonales.

VALORES DE ILUMINANCIA MANTENIDOS			
Iluminación	E_H lux/fc	Evmin lux/fc	Eprom / emin *
Día	100,0/10,0	50,0/5,0	3,0
Noche	40,0/4,0	20,0/2,0	3,0

Los cruceros a mitad de cuadra forman un tipo especial de intersección, debido a que el tráfico peatonal está en conflicto con el tráfico vehicular sobre una calle. Es necesaria una iluminación especial para cruceros a mitad de calle, porque éstos son potencialmente más peligrosos que las intersecciones normales, debido a su naturaleza no esperada. Para condiciones nocturnas, la localización apropiada de los luminarios son similares a aquellos en intersecciones de calles.

Los luminarios son colocados justo después del crucero, sobre cada lado de la calle. En muchos casos, esto producirá un nivel de iluminación relativamente alto. El nivel de iluminancia promedio en el área de cruce deberá ser al menos igual al que se provee en la intersección de dos calles principales, por ejemplo 34 lux (3,4 fc).

Se deben realizar varios cálculos para diseñar apropiadamente un sistema de iluminación. Estos incluyen los requerimientos para el sistema de vialidad así como aquellos para las áreas peatonales. Los cálculos deben realizarse para el área de vialidad para comprobar que estén conformes con los niveles recomendados en las tablas indicadas y también con los aplicables a las áreas peatonales.

También se deben realizar cálculos de luminancia de velo sí se usan los métodos de iluminancia y luminancia.

Se deben realizar cálculos de iluminancia para las áreas peatonales anexas para determinar que el diseño sea el adecuado. Los cálculos de iluminancia incluyen los niveles horizontales en las banquetas así como los valores verticales en cada punto a una altura de 1,5 m, en todas direcciones del área peatonal.

CIUDAD DE MÉXICO

Un sistema diseñado apropiadamente contendrá los requerimientos de la luminancia de la vialidad y la luminancia de velo, así como los requerimientos de iluminancia horizontal y vertical peatonal.

e. Intersecciones.

El sistema básico de clasificación para calles urbanas es el siguiente :

Principal (M)

Colector ©

Local (L)

Estas intersecciones de calles forman seis tipos de intersecciones: M/M, M/C, M/L, C/C, C/L y L/L.

El volumen promedio de tráfico diario (A D T) típico para cada tipo de calle en áreas residenciales tiene la siguiente clasificación:

Principal arriba de 3 500 ADT

Colector de 1 500 a 3 500 ADT

Local de 100 a 1 500 ADT

ADT = Promedio de tráfico diario

Estas clasificaciones nos ayudan a determinar los niveles de iluminación en intersecciones, las cuales se muestran en la tabla siguiente (Tabla 17).

TABLA 17. Iluminación recomendada para las intersecciones de calles urbanas iluminadas continuamente

CIUDAD DE MÉXICO

ILUMINANCIA PARA INTERSECCIONES				
Clasificación Funcional	Promedio de iluminación mantenida en el pavimento por clasificación de área peatonal Lux/fc.			prom./Emin
	Alto	Promedio	Bajo	
Principal/Principal	30,0/3,4	26,0/2,6	18,0/1,8	3,0
Principal/Colector	29,0/2,9	22,0/2,2	15,0/1,5	3,0
Principal/Local	26,0/2,6	20,0/2,0	13,0/1,3	3,0
Colector/Colector	24,0/2,4	18,0/1,8	12,0/1,2	4,0
Colector/Local	21,0/2,1	16,0/1,6	10,0/1,0	4,0
Local/Local	18,0/1,8	14,0/1,4	8,0/0,8	6,0

f. Parámetros de cálculo y medición.

Iluminancia es la densidad de flujo luminoso (luz) incidente sobre una superficie. Esta es medida usando una celda sensible a la luz. Si la superficie de la celda esta horizontal, es llamada iluminancia horizontal o si la celda esta vertical, es llamada iluminancia vertical.

La luminancia de un objeto es la intensidad luminosa por unidad de área proyectada reflejada de la superficie de un objeto hacia un observador.

La luminancia del pavimento es la intensidad luminosa por unidad de área proyectada reflejada de la superficie de la vialidad hacia un observador.

Selección de una rejilla para cálculos o mediciones**.**

Se requieren diferentes procedimientos cuando se selecciona una rejilla para secciones de vialidades rectas, curvas o para áreas de conflicto de tráfico.

No se puede especificar reglas exactas para todas las situaciones pero se intentará ilustrar los principios que se deben seguir en la selección de rejillas para los cálculos o mediciones.

g. Áreas de vialidades rectas**.**

Para secciones de vialidad entre áreas de conflicto de tráfico, el área de todas las celdas de la rejilla es idéntica. Una celda de rejilla esta definida como el área limitada por una línea imaginaria que esta equidistante de todas las intersecciones de rejillas adyacentes y toca la orilla del pavimento.

h. Localización de puntos de prueba para mediciones de iluminancia y luminancia sobre vialidades.

CIUDAD DE MÉXICO

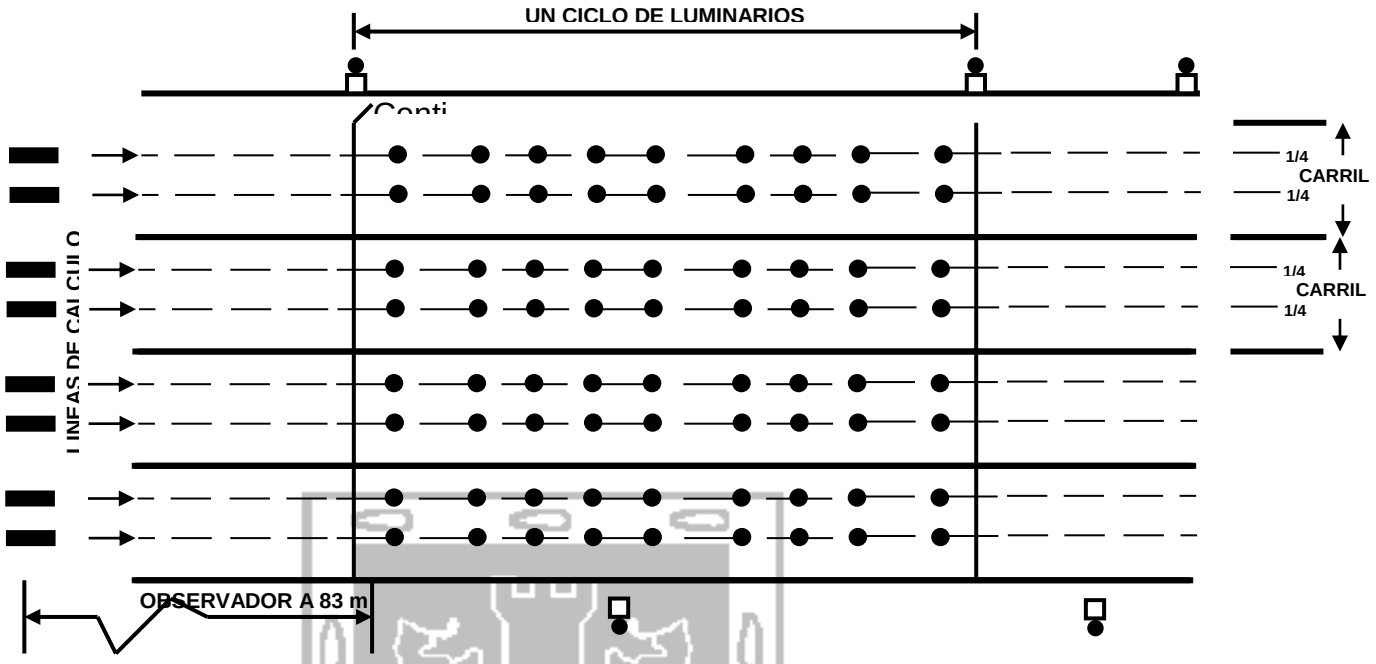


FIGURA 5. Puntos de prueba para mediciones de iluminancia sobre vialidades

1. Las áreas y puntos son típicos como se muestra: dos puntos transversales por carril en cada punto longitudinal a lo largo de un ciclo de luminarios, máximo 5 metros entre puntos longitudinales.

2. Para mediciones de iluminancia, la instalación debe incluir la contribución de al menos tres ciclos de luminarios: el ciclo bajo prueba y un ciclo a cada lado.

3. Para mediciones de luminancia: el observador se mueve con puntos paralelos a la vialidad (altura del detector =1,45 m; línea de visión = 1 grado hacia abajo sobre una distancia longitudinal de 83 m).

4. La instalación debe incluir un mínimo de tres ciclos de luminarios más allá del área de prueba y un ciclo enfrente del área de prueba.

5. Habrá dos líneas de la rejilla por carril localizados a un cuarto (1/4) de la distancia de la orilla de cada carril. En el caso de que la vialidad varíe en un número de carriles (carriles de vuelta a la izquierda agregados antes de las intersecciones), la rejilla debe estar basada en el número de carriles de la mayoría de la longitud de la vialidad. En el caso que el ancho de la vialidad cambie el número de carriles, se debe adecuar la rejilla a usarse para el nuevo ancho de la vialidad. En la dirección longitudinal, la distancia entre línea de la rejilla debe ser un décimo (1/10) de los espacios entre luminarios o cinco metros, lo que sea más pequeño.

CIUDAD DE MÉXICO

6. El punto de comienzo para las líneas de la rejilla no debe ser localizado directamente bajo el luminario, pero la rejilla debe empezar en un punto a la mitad (1/2) del tamaño de celda de la rejilla del luminario. En el caso que la geometría de localización del luminario sea constante, la longitud de la porción de la rejilla de la calle, necesita ser no mayor que el espacio entre luminarios.

7. La geometría de la instalación del luminario se refiere al espaciamiento, altura de montaje, sobresaliente, inclinación y orientación del luminario.

   En el caso de que la geometría de la instalación del luminario no sea uniforme a lo largo de la vialidad, la porción de las rejillas debe continuar hasta que alcance el punto donde la geometría del luminario permanezca constante por lo menos en la localización de tres luminarios.

i. Secciones curvas de la vialidad.

Se deben seguir los mismos principios que para secciones rectas. Debe haber dos rejillas por carril localizados a un cuarto (1/4) del ancho del carril. El tamaño del enrejado longitudinal se debe determinar a lo largo de la línea central con líneas transversales del enrejado de acuerdo al radio del centro de la curvatura.

j. Áreas con conflicto de tráfico.

Las áreas con conflicto de tráfico pueden ser divididas en dos tipos: áreas con conflicto vehicular y cruce de vehículos y peatones y áreas donde el tráfico vehicular se debe unir, divergir o mezclarse para alcanzar un carril de tráfico o un carril de salida.

Donde el conflicto de tráfico no involucre carriles de unión o divergencia de vehículos, se debe continuar el enrejado normal sin cambios, cualquier punto de enrejado que caiga dentro del área definida como conflicto vehicular tendrá los criterios definidos anteriormente. Donde las áreas de conflicto de tráfico involucren unión, divergencia o mezcla, debe haber dos enrejados superpuestos sobre esta área. Cada enrejado debe seguir las reglas para sus carriles antes de entrar al área de conflicto de tráfico. Los enrejados pueden estar separados o forzados a coincidir, dependiendo del diseño y programa de cálculo. Los cálculos se deben hacer con los puntos apropiados del enrejado para definir el carril o carriles que el conductor debe usar para entrar al área de conflicto de tráfico.

CIUDAD DE MÉXICO

E.15. Alumbrado en vialidades.-Para tener un nivel de luminancia uniforme se deben tomar medidas de niveles de iluminación en 21 puntos en una instalación de 3 postes equidistantes, a este método se le denomina “Método de los 21 puntos” y consiste en trazar 3 ejes longitudinales y 7 ejes transversales a lo largo y ancho del arroyo, como se indica en la Figura 6.

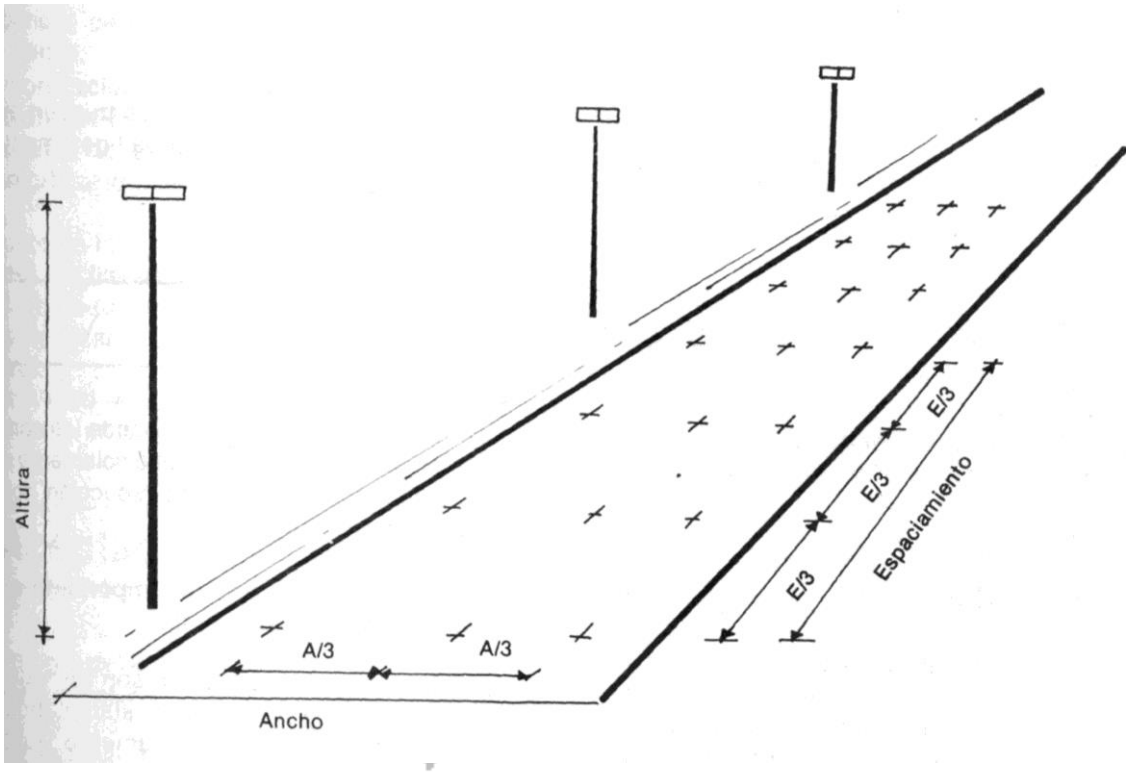


FIGURA 6 Panorama de los niveles de iluminación horizontales en el suelo. (Método de los 21 puntos).

CIUDAD DE MÉXICO

E.16 Para los sistemas de alumbrado exterior cubiertos (fachadas, lagos, cascadas, fuentes, monumentos, esculturas, parques, jardines, alamedas y kioscos), el valor mínimo de eficacia de la fuente de iluminación debe ser de 22 lm/W.

E.17 Los valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), con los cuales deben cumplir los sistemas para alumbrado público en vialidades indicados en el inciso A.02, no deben exceder los niveles establecidos en la Tabla 18.

TABLA 18. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para vialidades (W/m^2).

Nivel de iluminancia lux (lx)	Ancho de la calle en metros.			
	7,5	9,0	10,5	12,0
3	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,86	0,81	0,74	0,69
13	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,01	0,95	0,86	0,81
15	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,17	1,12	1,03	0,97

Nota: El nivel de iluminación a utilizar depende del tipo de vialidad a iluminar, de acuerdo con lo establecido en el artículo 930 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, vigente o la que la sustituya.

E.18. En el caso de usar superpostes para alumbrado de vialidades cubiertas de acuerdo al inciso A.02., los valores máximos de Densidad de Potencia para Alumbrado (DPEA), no deben exceder los valores indicados en la Tabla 19. Estos valores se consideran solamente para el área de vialidad.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 19. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), para sistemas de iluminación en vialidades con superpostes.

Área a iluminar en m^2	Densidad de potencia en W/m^2
$<$ 2 500	0,52
De 2 500 a $<$ 5 000	0,49
De 5 000 a 12 500	0,46
$>$ 12 500	0,44

E.19. Los valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) con los cuales deben cumplir los estacionamientos públicos abiertos, no deben exceder los niveles establecidos en la Tabla 20. Para el caso de estacionamientos públicos cerrados o techados, la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), no debe ser mayor a 3 W/m^2.

TABLA 20. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para estacionamientos públicos abiertos.

Área a iluminar en m^2	Densidad de potencia en W/m^2
< 300	1,80
De 300 a < 500	0,90
De 500 a 1 000	0,70
De 1 000 a < 1 500	0,58
De 1 500 a 2 000	0,54
> 2 000	0,52

E.20. Los sistemas de alumbrado de áreas exteriores públicas (aceras, paraderos, plazas y zócalos), el valor mínimo de eficacia de la fuente de iluminación debe ser de 70 lm/W

E.21. Luminarios. Los luminarios a instalarse deben estar aprobados por la Norma NOM-064-SCFI-2000 y cumplir con los siguientes incisos:

1. Luminarios. Todo luminario empleado en alumbrado público debe estar aprobado, construido y diseñado específicamente para los requerimientos y necesidades propias del alumbrado público, y deben ser adecuados para lugares húmedos, mojados o a la intemperie dependiendo del lugar donde se instalen.

2. Coeficientes de utilización. Los luminarios para el alumbrado de vialidades deben cumplir con los coeficientes de utilización para los que fueron aprobados. (NMX-J-507/1-ANCE-2004)

3.- Balastros. Los balastros a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben cumplir con lo establecido en la norma NOM-058-SCFI vigente, deben ser de pérdidas bajas, electromagnéticos o electrónicos para lámparas de vapor de sodio en alta presión o aditivos metálicos y adicionalmente deben contar con:

CIUDAD DE MÉXICO

3.1. Factor de potencia mayor a 90%.

3.2. La corriente eléctrica de arranque de línea debe ser menor o igual a la nominal de línea medida, a menos que se cuente con las protecciones especificadas.

3.3. La tensión eléctrica nominal de operación de los balastros debe ser la especificada en su aprobación.

3.4. Operar satisfactoriamente para variaciones de ±10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación, en cuanto a los límites establecidos por los trapezoides correspondientes para vapor de sodio en alta presión.

3.5. Operar satisfactoriamente para variaciones ±10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación para lámparas de aditivos metálicos.

E.22. Tipos de luminarios para alumbrado vial, (Cut-Off, Semi-Cut-Off, Non-Cut-Off). Ver Figura 6.

a. Tipo Cut-off.- Los equipos con distribución del tipo cut-off, suprimen todo deslumbramiento, pero producen sobre la calle manchas brillantes cortas, por lo que hay que recurrir a distancias interpostales pequeñas para obtener una superposición conveniente de las manchas luminosas, o a alturas de montajes de cierta importancia. Ver Figura 7.

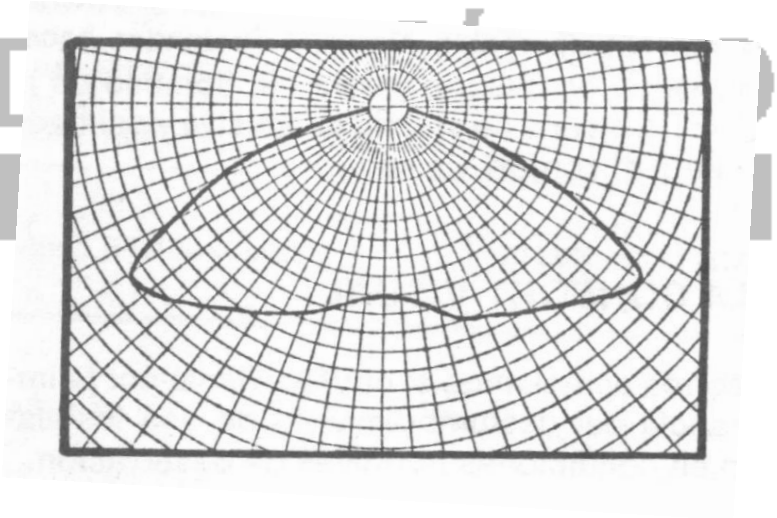


FIGURA 7. Curva fotométrica típica de un luminario cut-off, cuya intensidad máxima se presenta a los 54 grados en este caso.

b. Semi-cut-off. - Los equipos con distribución del tipo semi-cut-off, tal como su nombre lo indica es una solución intermedia entre las dos clasificaciones antes citadas, es decir son equipos en los que la dirección del plano que contiene la máxima intensidad luminosa, esta comprendida entre los 60 y 75 grados siendo idóneo aquel plano que se encuentra a 65 grados.

Con este tipo de equipos, se puede alargar la mancha brillante sobre la calle y así obtener una muy buena uniformidad de iluminancia, a partir de distancias interpostales y alturas de montaje convenientes. Ver Figura 8

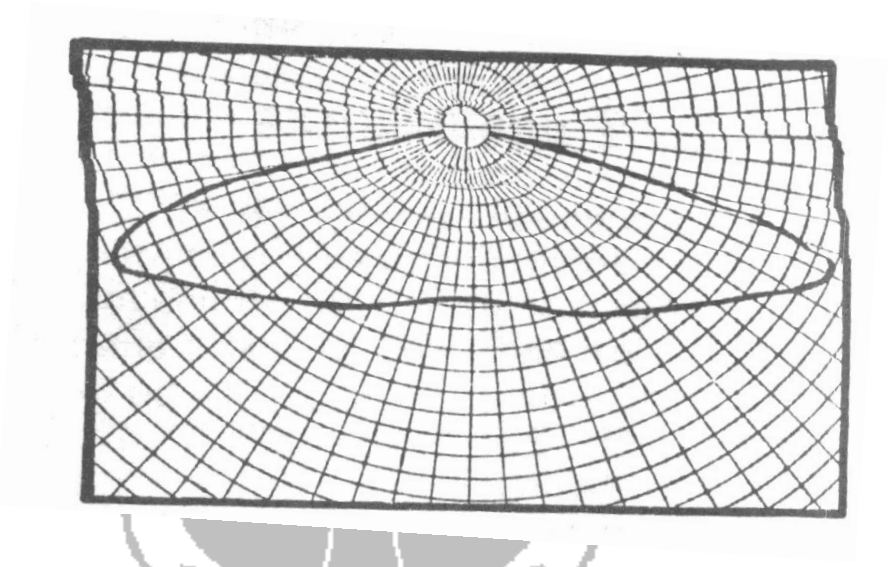


FIGURA 8. Corresponde a la curva fotométrica típica de un luminario semi cut-off, cuya intensidad máxima se presenta a los 65 grados centígrados en este caso

c. Non-cut-off.- Los equipos con distribución del tipo non-cut-off, por el contrario resultan muy deslumbrantes, ya que el plano que contiene a la intensidad máxima se encuentra muy cerca de la horizontal y por ende, de la dirección normal de observación, proporcionando al conductor un flujo directo deslumbrante proveniente del equipo; pero producen sobre la calle manchas brillantes en forma de T alargada, lo que permite distancias interpostales importantes, con alturas de montaje relativamente bajas, para lograr la superposición de las manchas luminosas. Ver Figura 9.

CIUDAD DE MEXICO

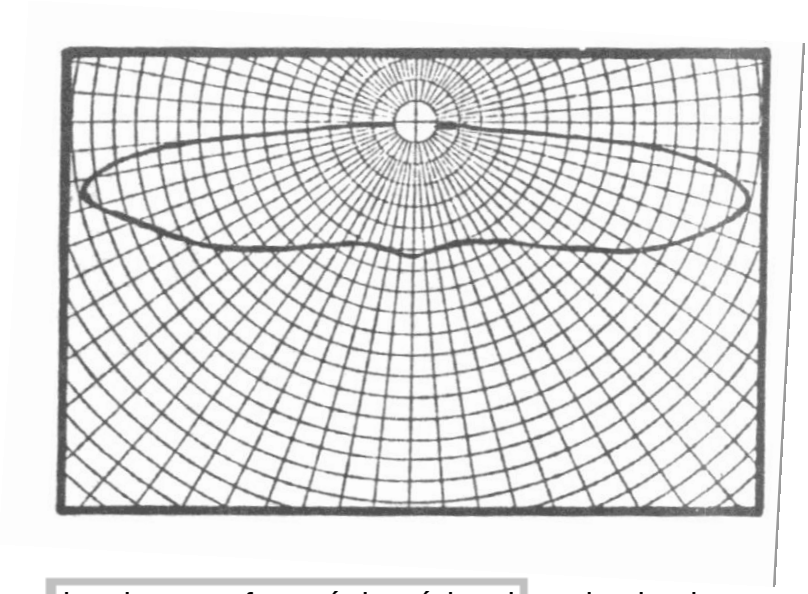


FIGURA 9. Corresponde a la curva fotométrica típica de un luminario non-cut-off, cuya intensidad máxima se presenta a los 77 grados.

La estimación del deslumbramiento de una instalación de alumbrado público, puede hacerse mediante el examen de la curva fotométrica del luminario, evaluando desde luego las intensidades próximas a la máxima y su dirección con respecto a la vertical.

Las distancias interpostales con relación a la altura de montaje de cada tipo de luminario se encuentran en la Tabla 14.

TABLA 21. Distancias interpostales con relación a la altura de montaje.

Tipo de luminario.	Máximo espaciamiento
Cut-off.	3,0
Semi-cut-off.	3,5
Non-cut-off.	4,0

Hay que hacer notar que el exigir una excelente uniformidad de luminancia a partir de una relación de distancia interpostal y altura de montaje muy grande, se corre el riesgo de disminuir el confort visual.

CIUDAD DE MEXICO

E.23. Distribución vertical de flujo luminoso.

La posición normal de operación de un luminario para alumbrado de vialidades se encuentra en la Figura 10.

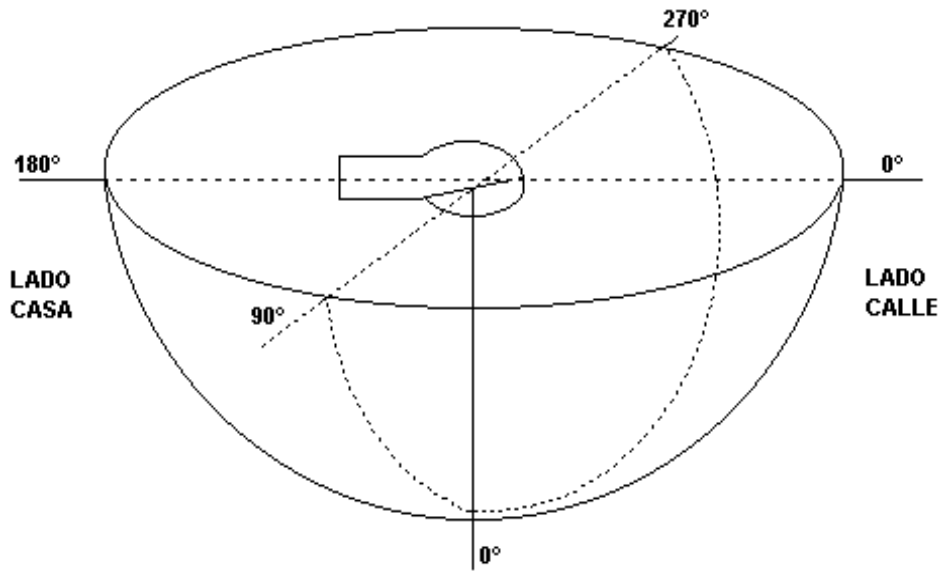


FIGURA 10. Área de distribución del flujo luminoso de un luminario

E.24. Distribución vertical de la luz:

a. Distribución muy corta.

1. Referido a la relación de distancia interpostal la distribución muy corta, admite una máxima distancia interpostal de dos veces en altura de montaje.
2. Referido a la relación de su diafragma isocandela, la distribución es muy corta cuando el punto de máxima intensidad se localiza entre 0 y 1,0 MH (Mounting Height-Altura de montaje) a lo largo de la línea de referencia (banqueta).

b.- Distribución corta

1. Un luminario se define de distribución corta cuando su eficiencia es aprovechada al máximo para obtener la relación de uniformidad de iluminación que se requiere siempre que se cumpla con lo siguiente:

CIUDAD DE MEXICO

1.1. Referido a la relación de distancia interpostal la distribución corta, admite una máxima distancia interpostal de 4,5 veces su altura de montaje.

Ejemplo: Altura de montaje de 10,50 m, la máxima distancia interpostal es de 42 m, siempre que la relación de uniformidad entre el valor del nivel promedio mantenido entre el valor del punto de nivel mínimo sea igual al establecido en la norma.

1.2. Referido a la relación de su diagrama isocandela.

Superpuesto este diagrama a un sistema de coordenadas rectangulares, cuyos ejes sean líneas longitudinales (L R L) Longitudinal Roadway Lines y líneas transversales (T R L) Transversal Roadway Lines a la vía de tráfico respectivamente, una distribución se identifica corta cuando el punto de máxima intensidad se localiza entre 1,0 y 2,25 MH, desde la línea central del luminario a lo largo de la línea de referencia.

c. Distribución media.

1. Un luminario se define de distribución media, cuando su eficiencia es aprovechada al máximo para obtener la relación de uniformidad de iluminación que se requiere, siempre que se cumpla con lo siguiente:

1.1. Referido a la relación de distancia interpostal.

La distribución media admite una máxima distancia interpostal de 7,5 veces su altura de montaje.

Ejemplo: Altura de montaje de 10,5 m, la máxima distancia interpostal será de 78,75 m, siempre que la relación de uniformidad entre el valor del nivel promedio mantenido entre el valor del punto de nivel mínimo sea igual a lo establecido en norma, para lo cual es necesario que las aplicaciones de cálculo y alternativas de instalación en función de la clasificación del luminario por distribución se apliquen por tanteos, determinando tipo y potencia de la fuente de luz, condiciones de mantenimiento y nivel de iluminación promedio mantenido que la vía de tráfico demande según su clasificación.

1.2. Referido a la relación de su Diagrama Isocandela.

Considerando ejes de coordenadas rectangulares con líneas (T R L) y (L R L) a la vía de tráfico, la distribución es media cuando el punto de máxima intensidad se localiza desde 2,25 hasta 3,75 MH, desde la línea central del luminario a lo largo de la línea de referencia.

CIUDAD DE MEXICO

d. Distribución larga. Un luminario se define de distribución larga cuando cumple con las condiciones impuestas para la distribución corta y distribución media en lo que se refiere a relación de uniformidad de iluminación

1. Referido a la relación de distancia interpostal.

   La distribución larga en cobertura promedio para aplicaciones prácticas admite una distancia interpostal máxima de doce veces su altura de montaje.

2. Referido a la relación de diagrama isocandela.

   Considerando los ejes (T R L) y (L R L), la distribución larga es cuando el punto de máxima intensidad se localiza desde 3,75 hasta 6,0 MH, desde la línea central del luminario a lo largo de la línea de referencia. Gráficamente la distribución vertical en sus tipos de distribución corta, media y larga, así como la localización de los ejes (T R L) y (L R L) en función de los múltiplos de (M H), aparece la Figura 11

E.25. Distribución lateral de la luz.- Aunado a la importancia de una buena selección, para la instalación del equipo, se debe tomar en cuenta la distribución lateral que un luminario eficiente hace del flujo luminoso.

Con respecto a la vía de tráfico se tienen dos alternativas de instalación:

a. Cerca o en el centro de la vía como en el caso de camellones.

   La distribución de luz de los luminarios que se instalan en el centro de la vía, es igual para lado calle que para el lado casa o lado banqueta y se denomina distribución simétrica.

b. Cerca o sobre las aceras laterales de la vía como en la generalidad de los casos.

   La distribución de luz de los luminarios que se instalan sobre las laterales, está clasificada en función del ancho de la vía para su definición del lado calle en múltiplos de su altura de montaje.

   En ambos casos la franja luminosa del lado calle considerada con respecto a la línea de referencia, que para este caso es el eje longitudinal de la guarnición, se mide en función de la mitad de la intensidad máxima que una curva isocandela contenga dentro de su trazo cuando define una distribución, corta, mediana o larga.

CIUDAD DE MÉXICO

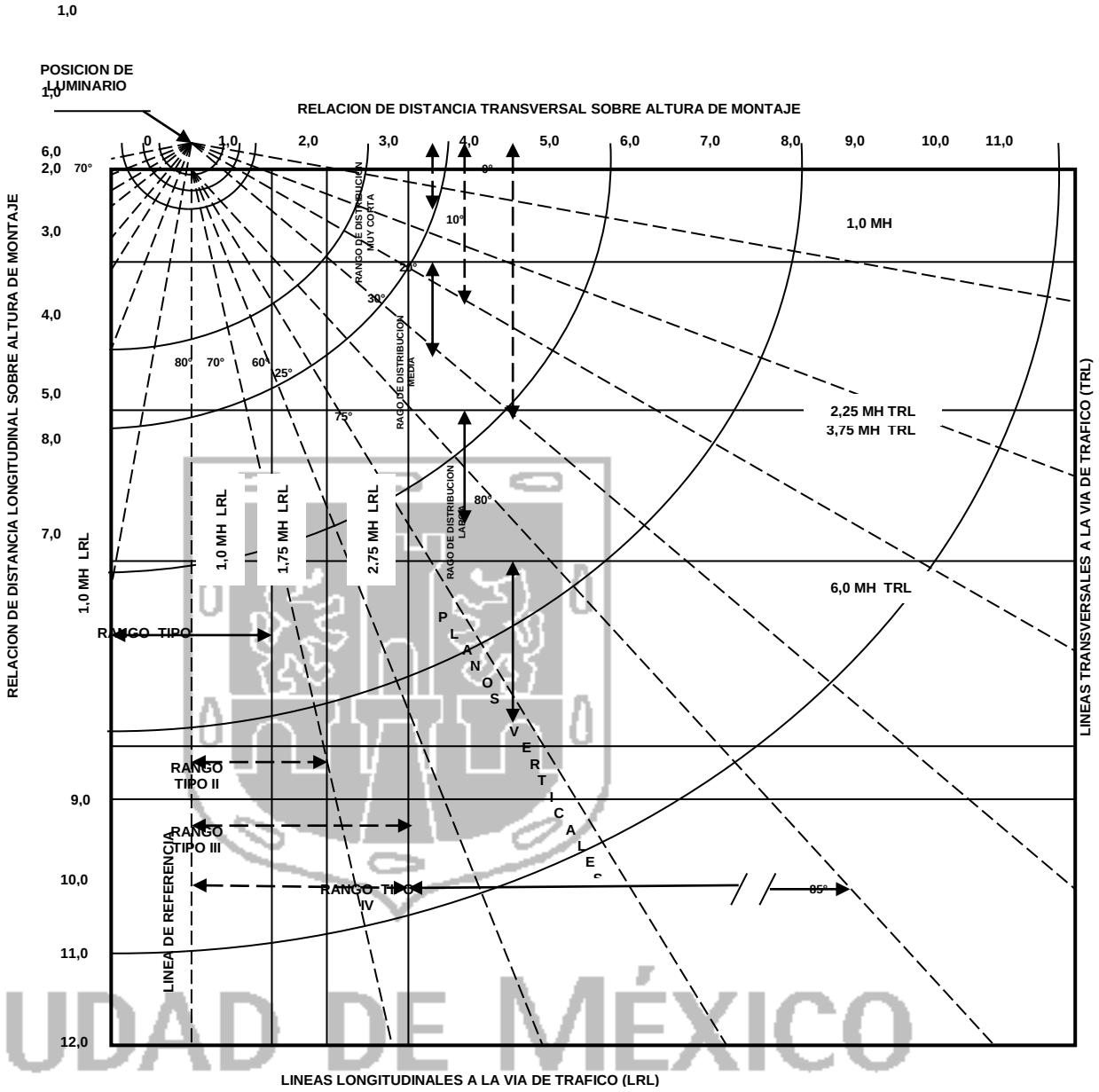


FIGURA 11. Sistema de coordenadas LRL – TRL para el trazo de diagramas isocandela

CIUDAD DE MÉXICO

La proyección de máxima intensidad y la proyección de la mitad de la máxima intensidad definidas por la traza de un diagrama isocandela, sobre un sistema de coordenadas LRL – TRL como el de la Figura 11, define los tipos del luminario en función de su distribución lateral del flujo luminoso como sigue:

TIPO I. (Luminarias ubicadas al centro de la vialidad o muy cerca de éste)

Un luminario es de distribución Tipo I, cuando su diagrama isocandela de la mitad de la intensidad máxima está dentro de la zona de 1,0 M H (L R L) lado casas y 1,00 M H (L R L) lado calle dentro del rango de distribución vertical, corta, mediana o larga.

La traza de la curva Tipo I, se muestra en la Figura 12, la cual especifica que esta curva es para instalaciones al centro de la vía de tráfico por iluminar.

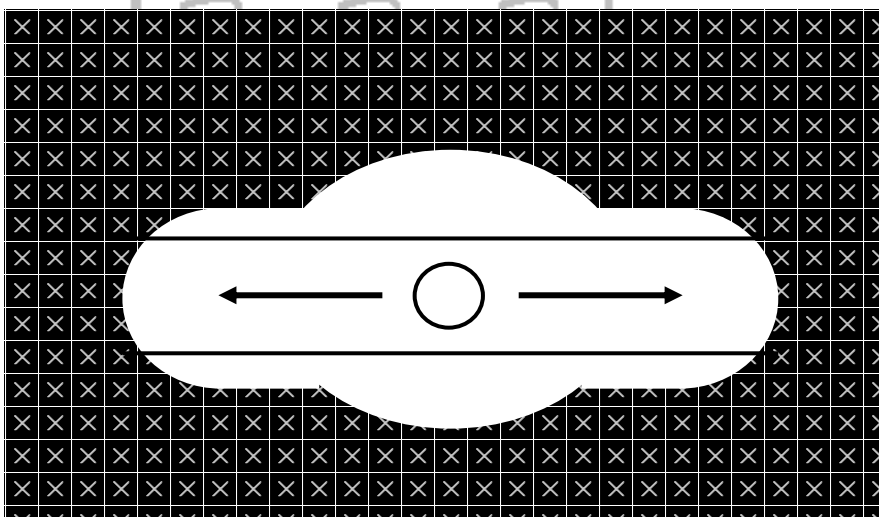


FIGURA 12 Distribución tipo I

CIUDAD DE MÉXICO

TIPO II. (Luminaria ubicada a la orilla de la vialidad o muy cerca de ella).

Un luminario es de distribución Tipo II, cuando su diagrama isocandela de la mitad de la intensidad máxima tiene su lado calle contenido dentro de la zona que no cruza en 1,75 veces la altura de montaje (M H) considerado con respecto al lado calle y a los ejes longitudinales (L R L) de la vía, dentro del rango de distribución vertical, corta, mediana o larga.

La traza de la curva Tipo II, se muestra en la Figura 13 y especifica que el uso de esta curva es para instalaciones a la orilla de la vía de tráfico por iluminar o muy cerca de ella.

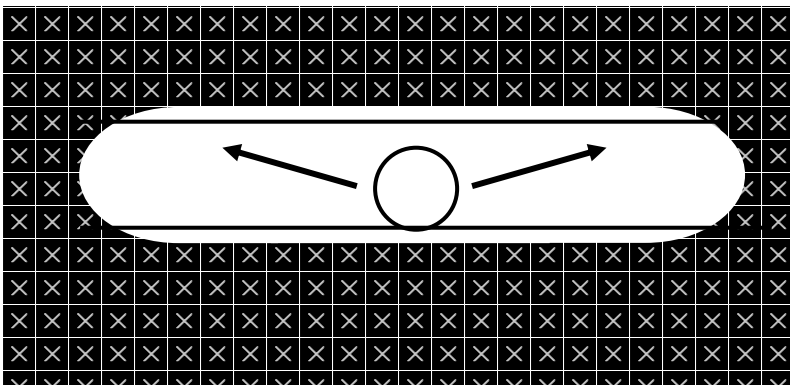


FIGURA 13 Distribución tipo II

TIPO III. (Luminaria localizada a la orilla de la vialidad o muy cerca de ella).

Un luminario es de distribución Tipo III, cuando su diagrama isocandela de la mitad de la intensidad máxima tiene su lado calle contenido dentro de la zona que parcialmente alcanza el valor de 1,75 veces la altura de montaje (M H) considerado con respecto a los ejes longitudinales (L R L) de la vía, pero no cruza el valor de 2,75 M H en el lado calle y con respecto al mismo (L R L).

La traza de la curva Tipo III, se muestra en la Figura 14 y especifica que el uso de esta curva es para instalaciones en las laterales de la vía de tráfico por iluminar.

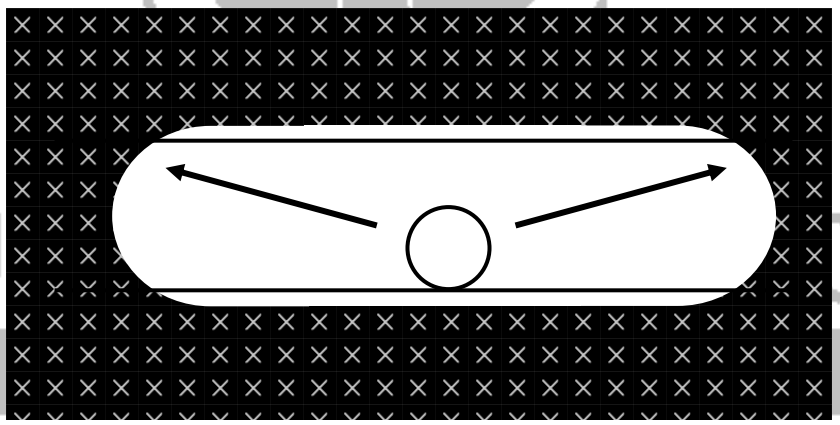


FIGURA 14 Distribución tipo III

TIPO IV. (Luminaria ubicada a la orilla de la vialidad o muy cerca de ella).

Un luminario es de distribución tipo IV, cuando su diagrama isocandela de la mitad de la intensidad máxima tiene un lado calle contenido dentro de la zona que alcanza más allá del valor de 2,75 M H con respecto al eje longitudinal (L R L) dentro del rango de distribución vertical, corta, media o larga.

La traza de la curva Tipo IV, se muestra en la Figura 15 y se recomienda para instalaciones en las laterales de la vía de tráfico por iluminar.

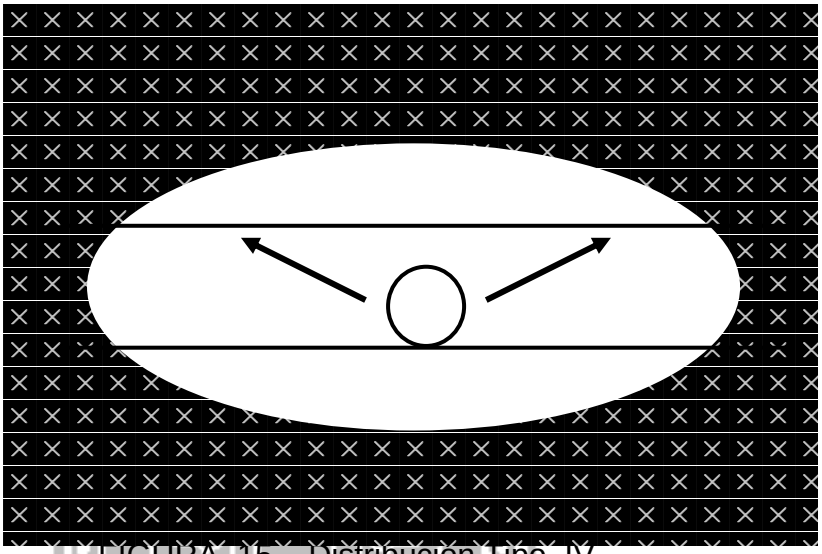


FIGURA 15 Distribución Tipo IV

TIPO V. Un luminario es de distribución Tipo V, cuando su diagrama isocandela demuestra una traza de intensidad luminosa simétrica y circular y es de la misma intensidad en todos los ángulos laterales alrededor del luminario.

La traza de la curva tipo V, se muestra en la Figura 16 y específica que el uso de esta curva es para instalaciones en áreas abiertas.

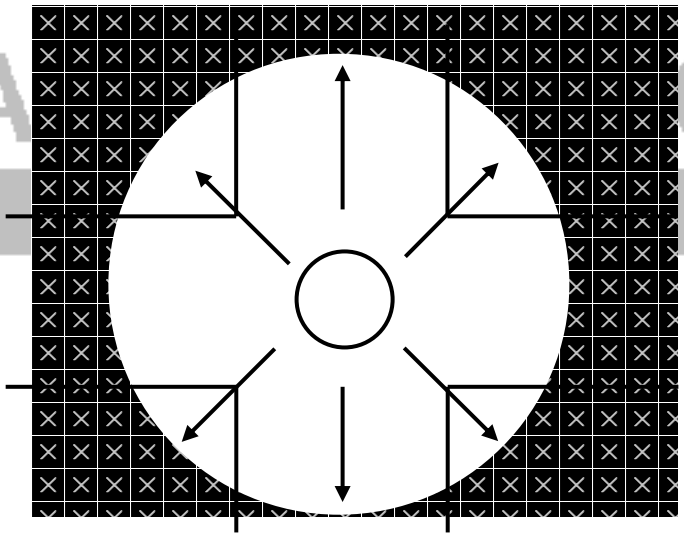


FIGURA 16 Distribución Tipo V

Como resumen de aplicación para instalación en alumbrado de calles, en la Tabla 22 se muestra una guía de selección para cada tipo de curva.

TABLA 22. Guía para selección de tipos de curvas de distribución lateral de flujo luminoso

ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN			
Una hilera o tresbolillo	Ancho de la vía	Tipos	Localización
	Mayor a 1,5 MH	II – III – IV	En laterales
	Mayor a 2,0 MH	I	En el centro con camellón
Doble hilera opuesta o tresbolillo	Menor a1,5 MH	III – IV	En laterales
	Mayor a 1,5 MH Cada carril	II – III	En el centro con camellón
Intersección o cruzamiento	Mayor a 1,5 MH	II (4 Vías)	En laterales
	Mayor de 2,0 MH	I (4 Vías)	En el camellón con camellón

M H = Altura de Montaje

CIUDAD DE MÉXICO

E.26. Se debe tomar en cuenta el factor de conservación (Vlu) de la unidad para conocer la eficiencia del equipo después de 12 meses de operación. Después de un año de operación, un equipo al que no se le proporcione mantenimiento por este tiempo, tiene un factor de envejecimiento, como se indica en la fórmula siguiente y en la Tabla 23.

$$V = Vla \times Vlu.$$

Donde:
V = Factor de envejecimiento del equipo.
Vla = Factor de envejecimiento de la lámpara.
Vlu = Factor de envejecimiento del luminario.

TABLA 23. Factores de envejecimiento del luminario.

Tipo de Ambiente.	Luminario.	
	Sin cubierta (Abierto).	Con cubierta (Cerrado).
Atmósfera contaminada.	0,65	0,65
Atmósfera no contaminada.	0,90	0,95

E.27. Los luminarios tienen el doble papel de proteger la fuente luminosa del clima y distribuir el flujo luminoso. En la elección de un luminario deben considerarse los siguientes puntos:

a. La naturaleza y la potencia de la fuente o fuentes luminosas.
b. La naturaleza de los dispositivos ópticos y las curvas de distribución luminosa obtenidas.
c. El rendimiento.
d. Si el luminario es abierto o cerrado.
e. La resistencia al calor, al polvo y a la corrosión.
f. La resistencia a las condiciones atmosféricas.
g. La facilidad de instalación y mantenimiento.
h. La presencia o ausencia de aparatos auxiliares.
i. Los dispositivos de fijación, el peso y la reacción a la presión del viento.

a. Altura de luminario.

La altura mínima de montaje debe ser seleccionada tomando en cuenta la potencia de las lámparas, la distribución luminosa de los luminarios y la geometría de la instalación.

b. La altura del luminario debe ser mayor conforme la lámpara es más potente, para evitar el deslumbramiento excesivo; y también cuando el arroyo es más ancho para obtener una uniformidad transversal suficiente.

c. El máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por lámparas de descarga en alumbrado público con un mínimo deslumbramiento, se obtiene tomando en cuenta los valores de la Tabla 24.

CIUDAD DE MÉXICO

E.28. Colocación de los luminarios. Para este caso, debe considerarse lo siguiente:

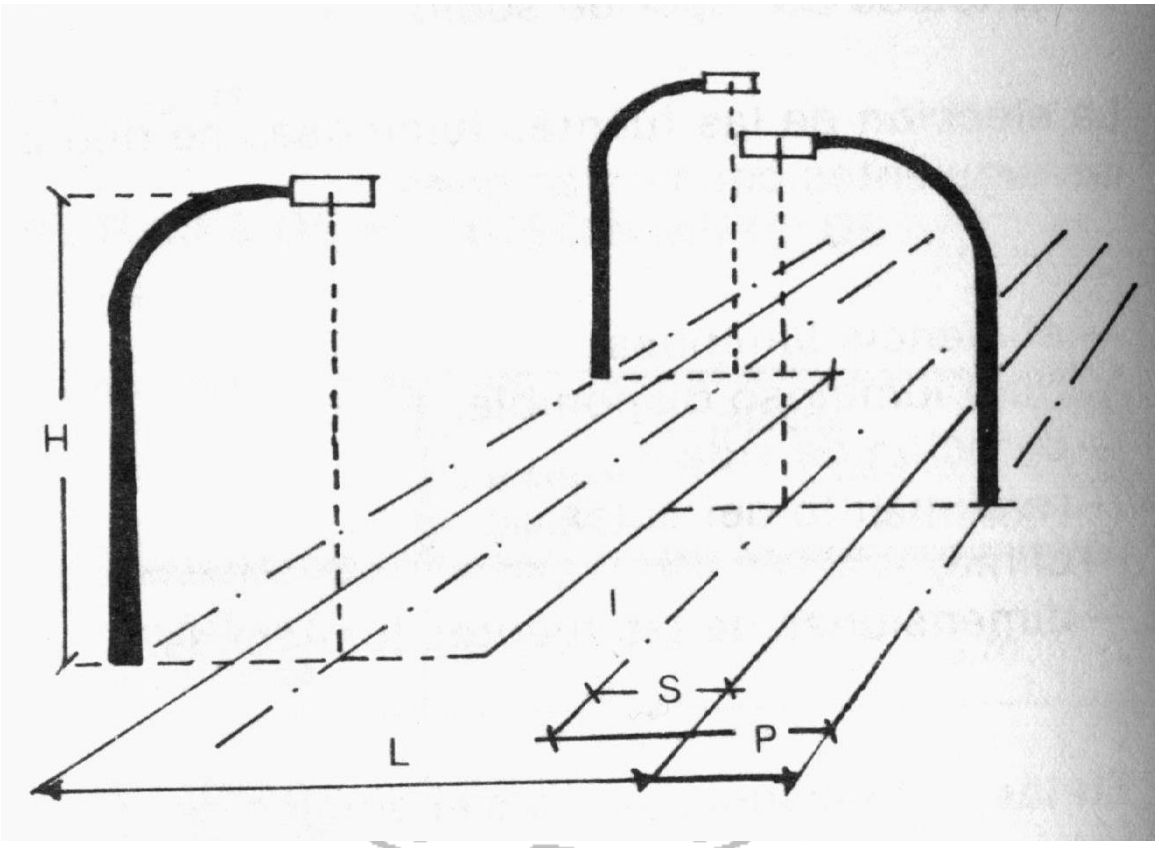


FIGURA 17. Colocación de los luminarios dimensiones características.

H = Altura del luminario.

I = Intervalo entre luminarios.

L = Ancho del arroyo.

P = Distancia del luminario al poste.

S = Distancia de la guarnición al luminario.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 24. Altura mínima de montaje en metros de fuentes luminosas para alumbrado público

Lúmenes totales hasta.	Altura de montaje mínima	Altura de montaje máxima
12 000	7,00	7,50
20 000	9,00	12,00
45 000	12,00	20,00
60 000	12,00	35,00
140 000	18,00	35 a 40,00

d. Ancho del arroyo.- El ancho del arroyo es la distancia que existe de guarnición. Por lo tanto es importante tener en cuenta el ancho de la vialidad para el cálculo del alumbrado de la misma. Ver Tabla 25.

TABLA 25. Anchos del arrollo y posición de las fuentes luminosas.

Ubicación lateral			Ubicación central.	
Tresbolillo	Frente a frente	Unilateral	Un sólo sentido	Doble sentido
Ancho hasta 1,5 H	Ancho más de 1,5 H	Ancho hasta 1,0 H	Ancho hasta 2 H	Ancho cada sentido hasta 1,5 H

e. Determinación de la posición de los postes.- La posición de los postes en sentido longitudinal se determina partiendo por los cruceros, después se ubican los postes intermedios manteniendo el espaciamiento escogido, pero tomando en cuenta árboles, entradas a fincas, luces y señales de tráfico, puentes, curvas de radio corto, entre otros

.

Posteriormente, se necesita modificar la posición de los postes cercanos a los cruceros cuando dos o más quedan muy próximos.

f. En sentido transversal, los postes deben colocarse como mínimo a 0,75 m de la superficie de rodamiento en banquetas o camellones, a 0,75 m afuera del acotamiento.

CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 18. Ubicación de poste fuera del acotamiento.

E.29. Fotocontroles. El uso de fotocontroles en los sistemas de alumbrado público es obligatorio para vialidades tipo autopistas y carreteras, vías principales, primarias y secundarias. Los fotocontroles deben ser del tipo aprobado por las normas mexicanas. Los fotocontroles se pueden sustituir por un dispositivo electrónico aprobado de control tipo encendido-apagado.

E.30. Cables de alimentación. Los conductores a instalar deben cumplir con las Normas Mexicanas NMX correspondientes. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito en esta norma.

E.31. Aislamientos. Los aislamientos a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser los previstos en este capítulo.

E.32. Las canalizaciones deben ser:

a. Canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones empleadas en alumbrado público deben estar aprobadas por la Norma de Instalaciones Eléctricas NOM-001-SEDE (utilización), indicada en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Otros requerimientos. Cuando se instalen cables en canalizaciones, éstas deben cumplir con los requerimientos aplicables de los Artículos. 922; 923, 331, 345 a 351 y los requisitos aplicables correspondientes del Artículo 370 de la Norma NOM-001-SEDE, indicada en la cláusula B de Referencias.

E.33. Soportes del luminario. Cuando un luminario se instale en ambientes húmedos o a la intemperie, los soportes metálicos del luminario, como postes, ménsulas, abrazaderas, tornillos, u otros elementos similares, deben ser de metal inherentemente resistente a la corrosión y cumplir con lo siguiente:

a. Ménsulas o brazos, y abrazaderas. Cuando se utilicen, ménsulas, abrazaderas o elementos similares, deben ser de acero con algún recubrimiento resistente a la corrosión, o material inherentemente resistente a la corrosión.

b. Postes. Cuando se utilicen postes para el alumbrado público, deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 922 y 410 de la NOM-001-SEDE la cual se hace referencia en la cláusula B de este capítulo.

c. Tornillería. La tornillería empleada para la sujeción de luminarios, debe tener la resistencia mecánica para soportar el peso del luminario y sus soportes y tener un recubrimiento para resistir la corrosión que se pudiera presentar en el lugar.

E.34. Portalámparas. Los portalámparas deben estar aprobados por la norma correspondiente NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización), la cual se hace referencia en la cláusula B de este capítulo.

E.35. Protecciones. Las protecciones a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser las previstas según lo establecido en el Artículo 240 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE la cual se hace referencia en la cláusula B de este capítulo.

E.36. Método de protección y desconexión. El alumbrado público debe contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas eléctricas que causen daños al equipo, y para permitir las labores de mantenimiento y servicio de la instalación.

Para proteger, conectar y desconectar el equipo, se deben utilizar interruptores termomagnéticos de operación simultánea, de navajas con fusibles, interruptores automáticos, o dispositivos de similares características, como se ejemplifica en la Figura 19.

CIUDAD DE MÉXICO

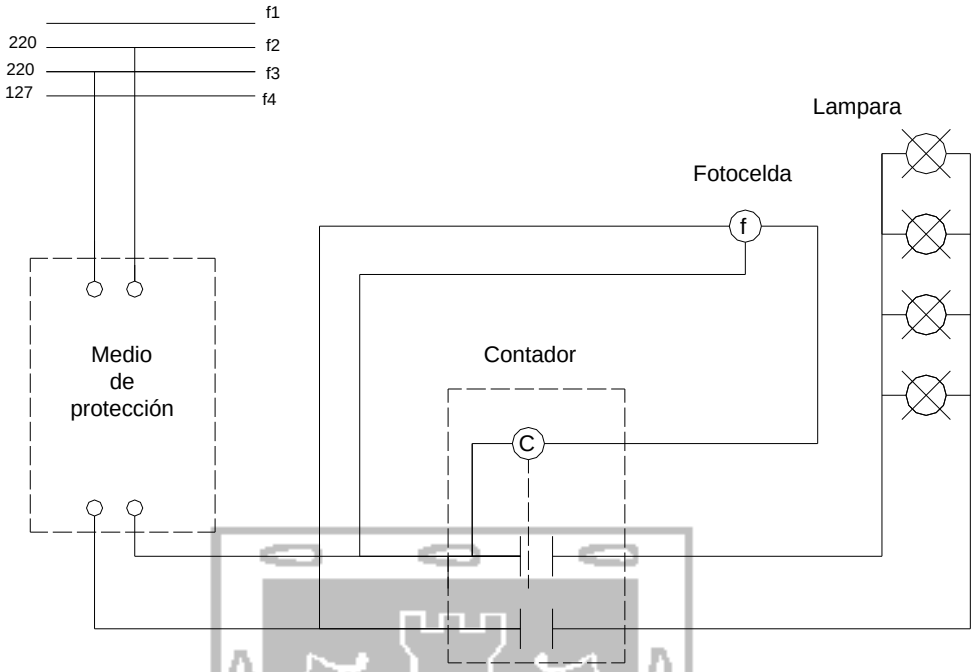


FIGURA 19. Dispositivo de protección al equipo e instalación eléctrica.

E.37. Puesta a tierra. La instalación de puesta a tierra del sistema de alumbrado, debe ajustarse a lo indicado en el Artículo 250 y conforme a lo dispuesto en los artículos 410-17 al 410-19 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, de la cual se hace referencia en la cláusula B

La colocación del cable para el sistema de tierra debe ser de las características señaladas en el Artículo 250-91 (b) y de tamaño nominal de acuerdo a lo indicado en Artículo 250-95. de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE de la cual se hace referencia en la cláusula B de este capítulo. El cable de puesta a tierra debe ser continuo, sin empalmes y en su caso utilizando conectores aprobados.

La colocación de conexión del electrodo se debe hacer en el lugar y a la profundidad señalada. La conexión del cable al electrodo se debe realizar con abrazaderas o conectores apropiados, de acuerdo a lo indicado en el artículo 250-92(a) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE de la cual se hace referencia en la cláusula B de este capítulo.

E.38. Ubicación del luminario. La estructura del alumbrado público debe cumplir con los siguientes requisitos:

a. Separación de lugares accesibles. Los luminarios para alumbrado de vialidades primarias y secundarias, deben tener una separación medida horizontalmente mayor a 1,5 m de ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Daño físico. Cada luminario debe ubicarse de tal manera que no provoque o reciba daño físico de o hacia vehículos o peatones.

c. Ubicación unilateral. Se refiere a que los luminarios están en un lado de la vialidad, es recomendada solamente cuando el ancho de ésta es igual o menor a la altura de montaje del luminario. En éste caso la luminancia de la superficie de la vialidad es menor en el lado opuesto de la colocación del luminario y se recomienda para vías de un solo sentido. Ver Figura 20.

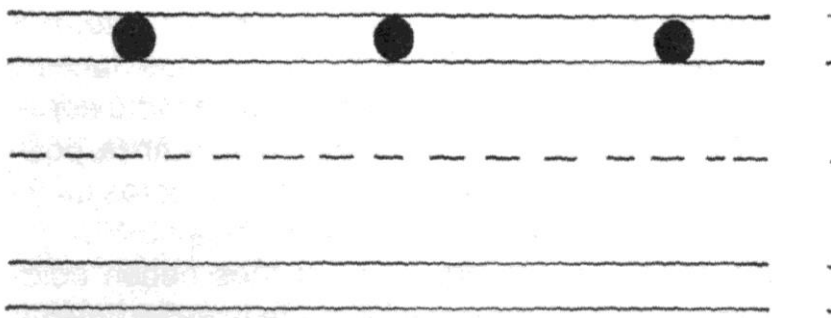


FIGURA 20. Ubicación unilateral de luminarios .

d. Ubicación en tresbolillo.

Los luminarios pueden colocarse alternamente a uno y a otro lado de la vialidad (zig –zag), cuando el ancho de la vialidad es mayor que el valor recomendado para la disposición unilateral, pero que no exceda de 1,5 veces la altura de montaje. Esta disposición es mejor que la unilateral, porque ofrece mayor uniformidad de iluminancia y mejor visibilidad a los lados de la vialidad. Se recomienda para vías de doble sentido. Ver Figura 21

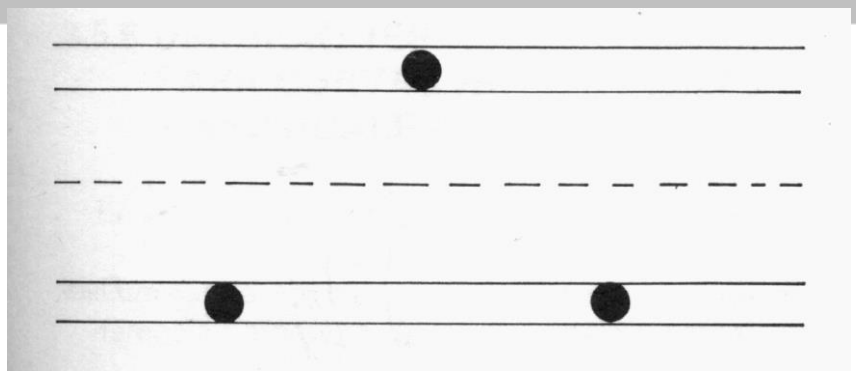


FIGURA 21. Ubicación bilateral en tresbolillo de los luminarios.

CIUDAD DE MÉXICO

e.- Ubicación bilateral frente a frente de los luminarios.

Es cuando están colocadas a los dos lados de la vialidad, opuestas una a otra. Es recomendada cuando el ancho de la vialidad es mayor que 1,5 veces la altura de montaje. Ver Figura 22

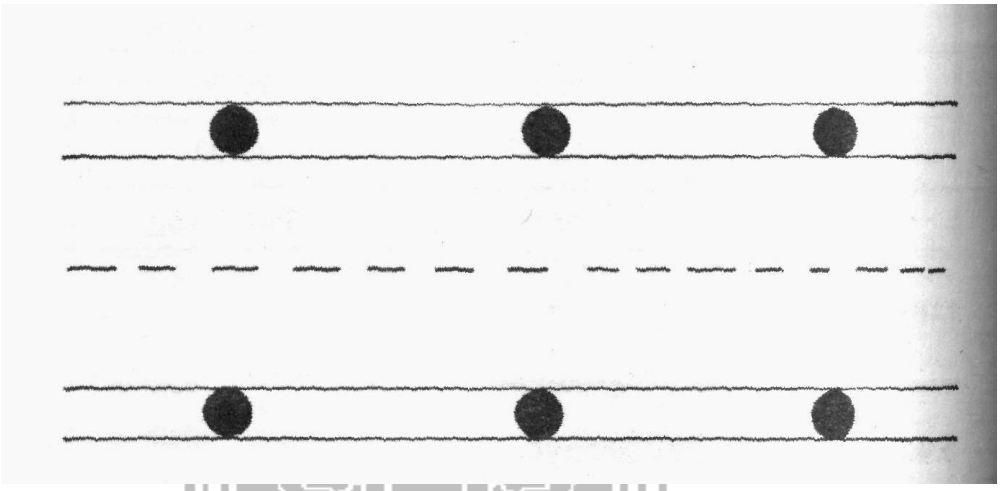


FIGURA 22. Ubicación bilateral frente a frente de los luminarios.

f. Ubicación axial (al centro del camellón).

Representa un ahorro en la instalación y se recomienda para las vialidades cuyos arroyos tienen un ancho que no exceda la altura de montaje del luminario. Ver Figura 23.

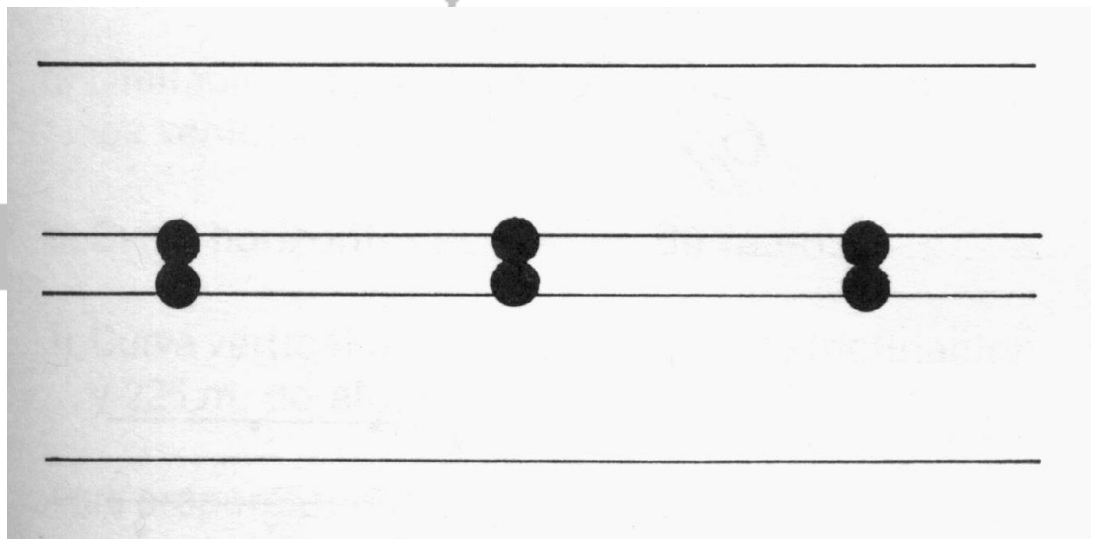


FIGURA 23. Ubicación axial de los luminarios en camellón central angosto de 2,00 a 4,00 m.

g.- Curvas y tramos con pendiente: Ver Figuras 24ª, b,c y d.

1. Las curvas de radio con desarrollo amplio (300 m o más), se tratan como los tramos rectos.

2. Cuando en los tramos rectos se ubican los postes unilaterales o en tresbolillo, en las curvas con radio menor de 300 m, con el fin de proporcionar una buena guía visual, se recomienda colocar los postes en el lado de mayor radio de curvatura y como alternativa pueden colocarse en el lado de menor radio. Para ubicación bilateral en el tramo recto, en la curva, los postes se deben colocar también en ambos lados.

3. Para vías de comunicación en las curvas, en los tramos con pendiente, los luminarios se colocan como se indica en las Figuras 24 a y b.

CIUDAD DE MÉXICO

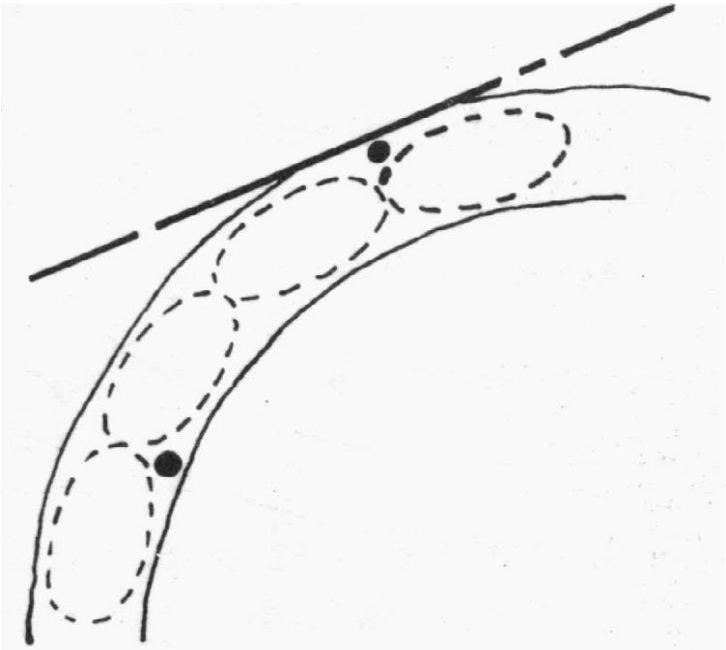


FIGURA 24 a.

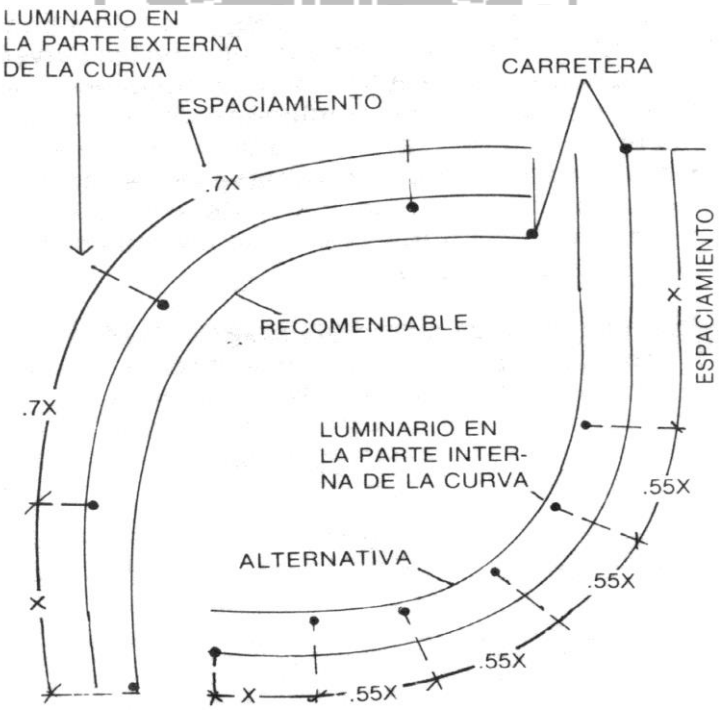


Figura 24 b.

FIGURA 24. a y b Ubicación de postes en curvas horizontales y verticales. (alumbrado del tramo recto de la vialidad en tresbolillo o unilateral).

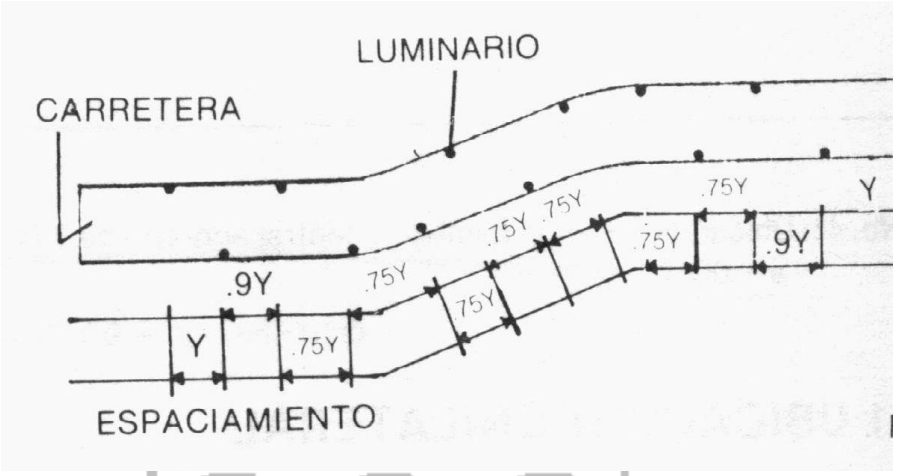
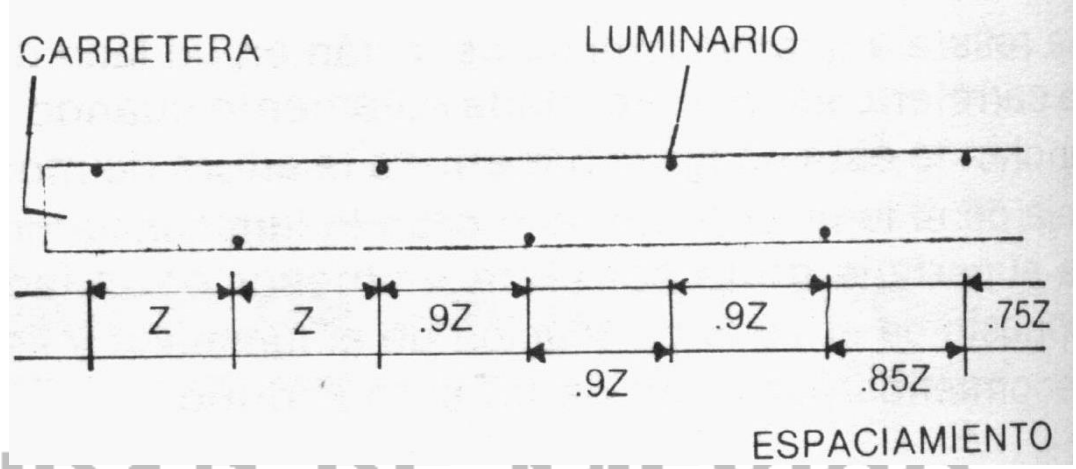


FIGURA 24 c.



CIUDAD DE MEXICO

FIGURA 24 d.

FIGURA 24 c y d. Ubicación de postes en curvas horizontales y verticales,.

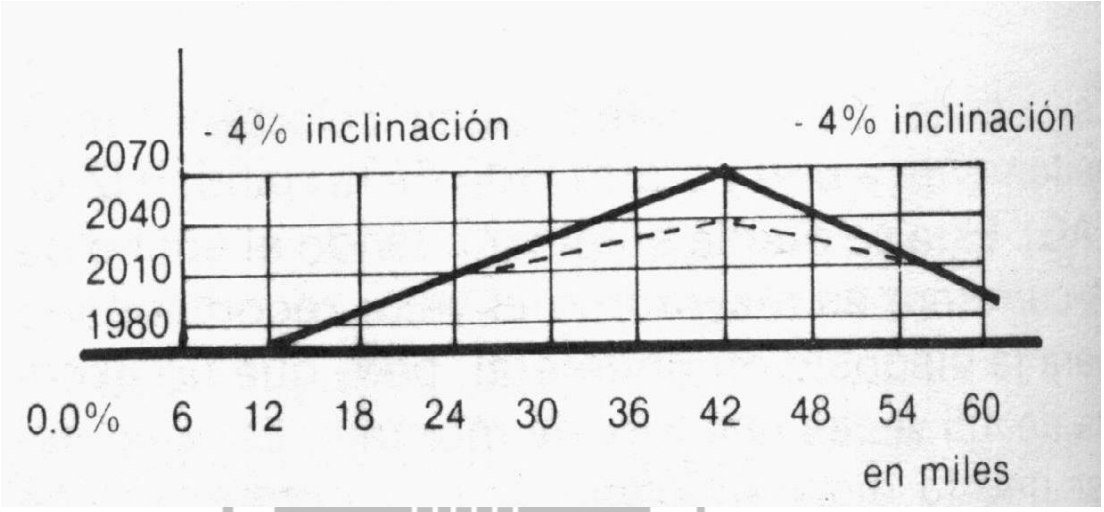


FIGURA 24. e. Curva vertical de 375 m con 4% de inclinación y 225 m de alcance visual.

h. Ubicaciones recomendadas para curvas horizontales y verticales.

1.- Luminarios orientados para fijar el plano de referencia perpendicular al radio de curvatura.

2.- Luminario en una colina.

3.- Curva horizontal de radio corto.

4.- Limitaciones de la iluminación con los faros de los vehículos.

5.- Curva horizontal de 300 m de radio.

6.- Curva vertical de 375 m, con 4% de inclinación y 225 m de alcance visual. Ver Figura 24 e.

Para proporcionar una guía visual adecuada a los conductores no deben colocarse postes en la parte de menor radio excepto cuando en la parte recta la ubicación sea bilateral.

Para evitar deslumbramiento los luminarios deben colocarse pegados al poste (sin brazo), fuera del ángulo visual del conductor.

CIUDAD DE MÉXICO

i. Crucero de peatones.- Los cruceros de peatones iluminados por un sólo luminario dispuesto de tal forma que la mancha luminosa cubre la mayor parte del crucero peatonal, no dejan ver una sombra del peatón, lo que dificulta que éste sea visto claramente. Por lo tanto, es conveniente proveer un luminario suplementario colocado más atrás de la primera y en el lado opuesto de la vialidad. Ver Figura 25.

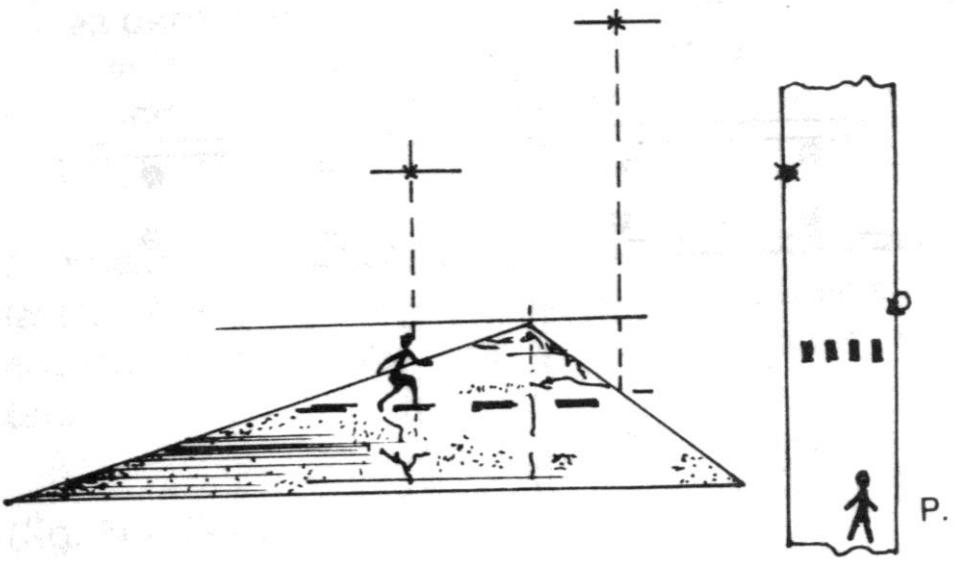


FIGURA 25. Ampliación del fondo claro detrás del peatón como resultado de un segundo luminario.

CIUDAD DE MÉXICO

j. Entronques. Ver Figuras 26 y 27.

Estos principios son aplicados también en el caso de entronques con vialidades perpendiculares.

Para poner atención en la intersección de la vialidad sin alterar la continuidad del alumbrado en estas situaciones es recomendable que los intervalos entre luminarios sean reducidos para elevar el nivel de iluminancia, y mantener un buen contraste dentro de las condiciones de luminarios y de observación por parte del conductor.

Los luminarios no deben ser colocados exactamente antes del crucero y del lado de la circulación.

1. Entronque de una vialidad iluminada con otra sin iluminar.

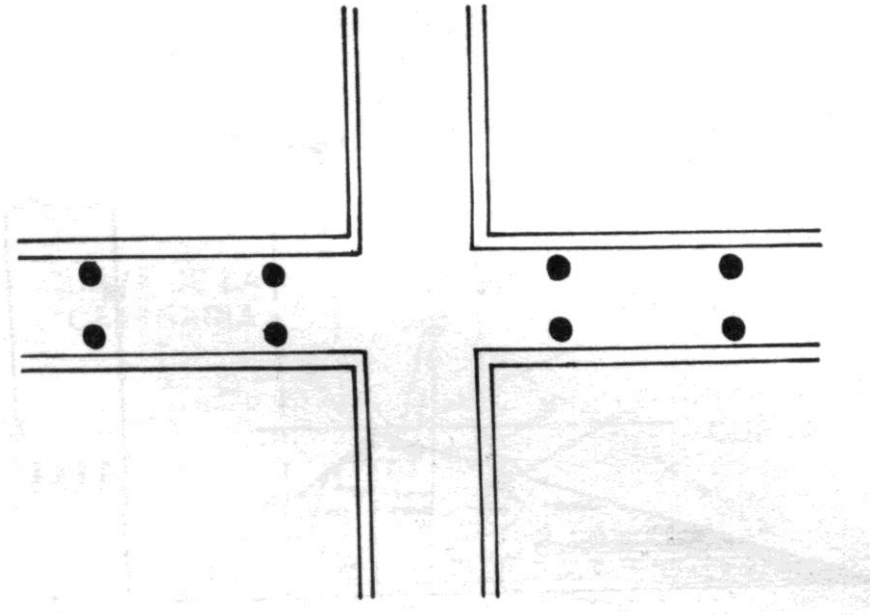


FIGURA 26. Colocación recomendada para la intersección de una vialidad iluminada con disposición bilateral opuesta y una sin iluminar.

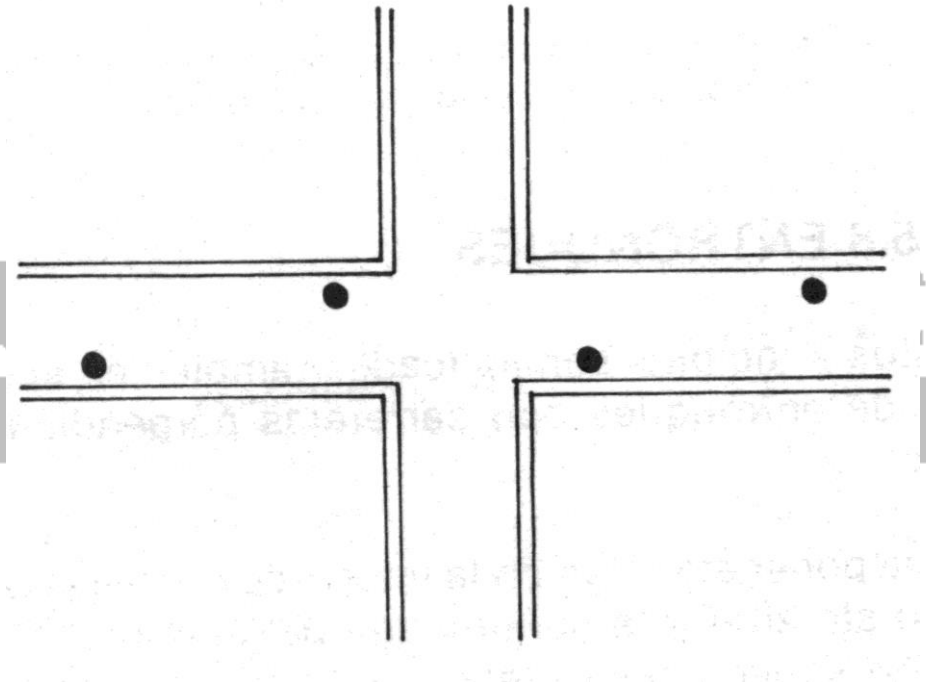


FIGURA 27. Colocación recomendada en la intersección de una vialidad iluminada con disposición en tresbolillo y una sin iluminar.

k. Iluminación de un entronque con dos vialidades de igual importancia.

En tal caso los luminarios no deben colocarse en el centro del crucero porque pueden ocasionar una faja luminosa en la intersección, la que puede ocultar lo que pasa al otro lado del entronque, como por ejemplo un cruce de peatones localizado ahí. Ver Figura 28.

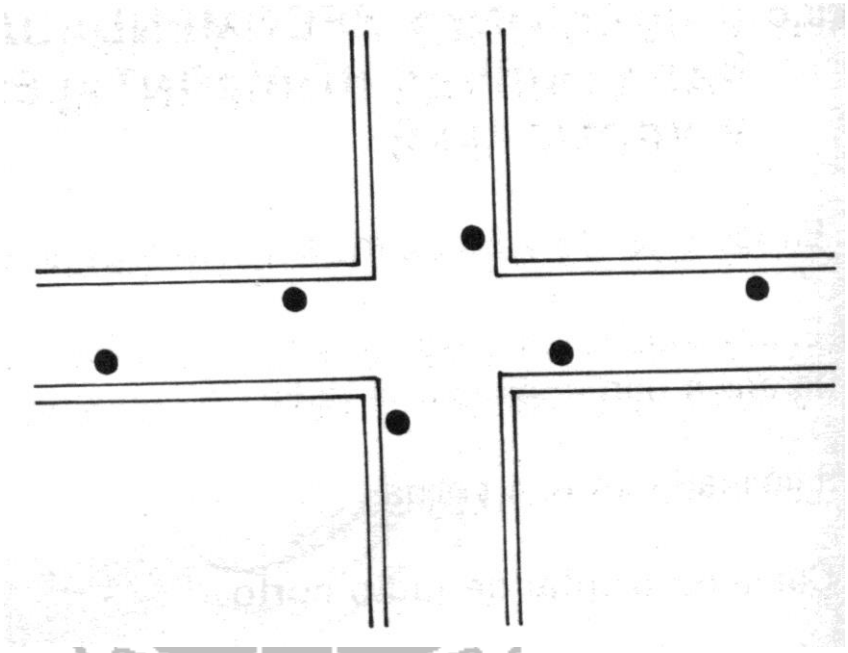


FIGURA 28.- Colocación recomendada en la intersección de dos vialidades iluminadas con disposición en tres bolillo.

CIUDAD DE MÉXICO

l. Entronques en “T”.

Los mismos principios anteriores son aplicables, pero en este caso es necesario que exista un fondo luminoso en el lado opuesto de la vialidad transversal, iluminado por un luminario colocado ahí. Si no existen fachadas cercanas se pueden colocar setos o bardas. Ver Figura 29.

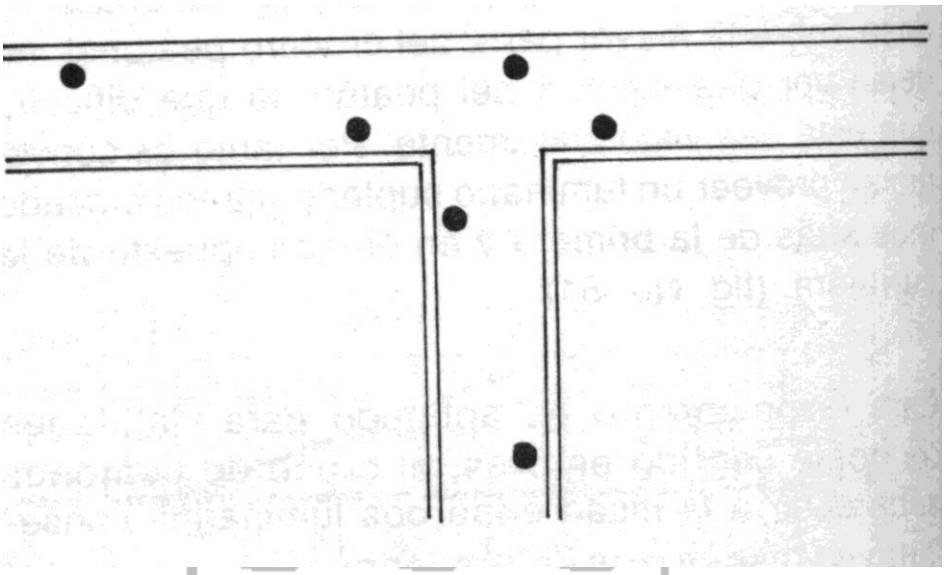


FIGURA 29. Colocación recomendada para un entronque en "T".

Como regla general, un dibujo en planta y en perspectiva donde aparezcan manchas luminosas, permitirán determinar la mejor posición de los luminarios, una disposición exagerada o irregular puede engañar al conductor, por lo que es conveniente verificar en la perspectiva, que el efecto de guía visual no sea ambiguo.

Algunos ejemplos de aplicación en entronques de vías importantes con islotes direccionales, son los siguientes:

1. Entronque de una vía principal y otra secundaria con islotes direccionales. Ver Figura 30.

   En general hay que evitar la colocación de luminario en los islotes si estos son pequeños. En la vía principal se adoptó la disposición de tresbolillo y en la vía secundaria la disposición unilateral.

CIUDAD DE MÉXICO

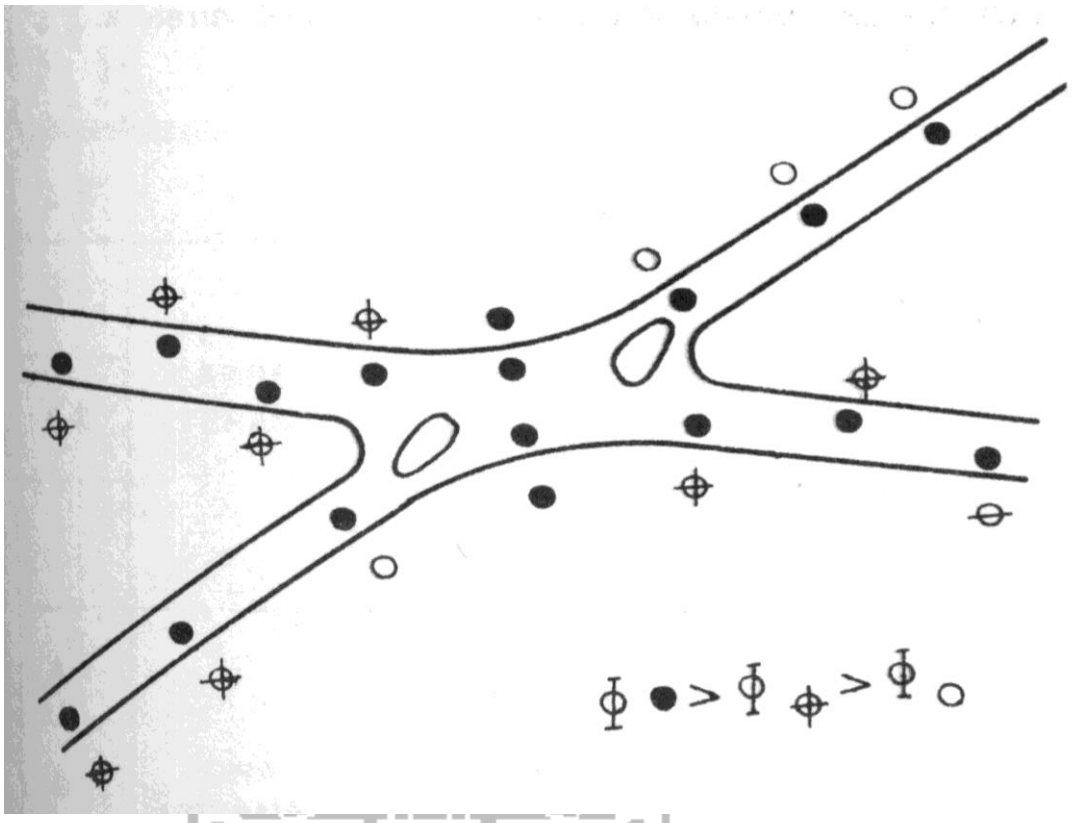


FIGURA 30. Colocación recomendada en el entronque de una vía principal y otra secundaria con islotes direccionales.

2. Entronque oblicuo de dos rutas principales.
   En las cercanías del cruce, los dos sentidos de la circulación son separados por grandes islas. La disposición de los luminarios es unilateral y a los lados de las islas.

   En cuanto a la zona de cruce esta disposición bilateral puede ser en tres bolillo u opuesta, de acuerdo al ancho de la calle y a la altura de montaje.

3. Entronque oblicuo de dos rutas principales. Ver Figura 31.

   En las cercanías del cruce, los dos sentidos de la circulación son separados por grandes islas. La disposición de los luminarios es unilateral y a los lados de las islas.

   En cuanto a la zona de cruce esta disposición bilateral puede ser en tres bolillos u opuesta, de acuerdo al ancho de la calle y a la altura de montaje.

CIUDAD DE MÉXICO

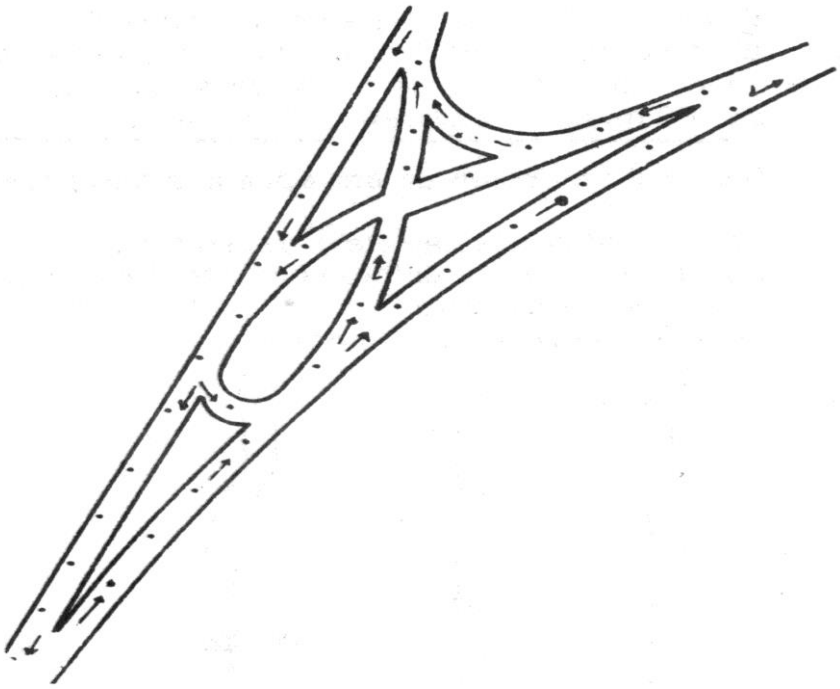


FIGURA 31. Entronque oblicuo de dos rutas principales.

m. Zonas de transición. El ojo humano se adapta fácilmente al llegar a zonas con iluminaciones mayores, pero no ocurre lo mismo al salir y deben tomarse medidas para conseguir la adaptación.

Para acostumbrar a los conductores de vehículos a las condiciones existentes en carreteras sin iluminación debe existir una zona de transición en la cual se reduzca gradualmente el nivel de iluminación.

Lo anterior puede lograrse de la siguiente forma:

1. Modificando el espaciamiento y las características de los luminarios.

2. Manteniendo el espaciamiento y reduciendo la potencia de las lámparas

3. Iluminando el lado de salida con los luminarios del lado de entrada al área iluminada.

Como mínimo debe tenerse una zona de transición de 100 m, en los puntos especiales (aún cuando los niveles de iluminación sean bajos) y de 200 m en una vialidad iluminada.

n. Iluminación de entradas a la carretera.

CIUDAD DE MÉXICO

Las entradas a la carretera deben tratarse como curvas abruptas y adicionalmente debe proporcionarse iluminación a la parte lateral del vehículo entrante a la carretera. Ver Figura 32.

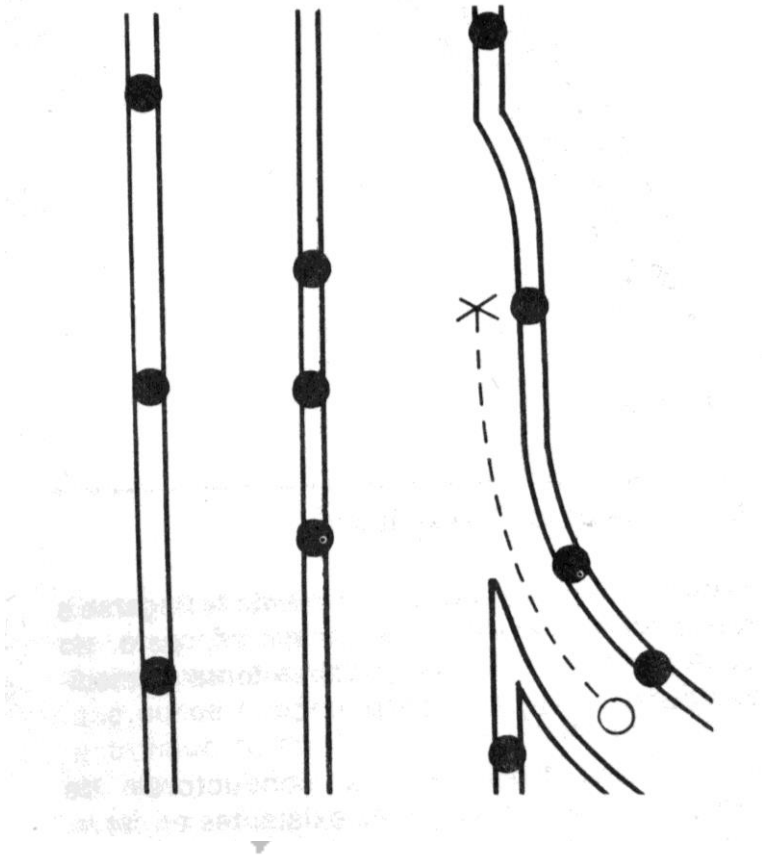


FIGURA 32. Iluminación de una entrada a la vialidad.

CIUDAD DE MÉXICO

o. Iluminación de salida de las carreteras. Ver Figura 33

Los luminarios deben iluminar topes, rieles protectores y vehículos, principiando en la zona de desaceleración.

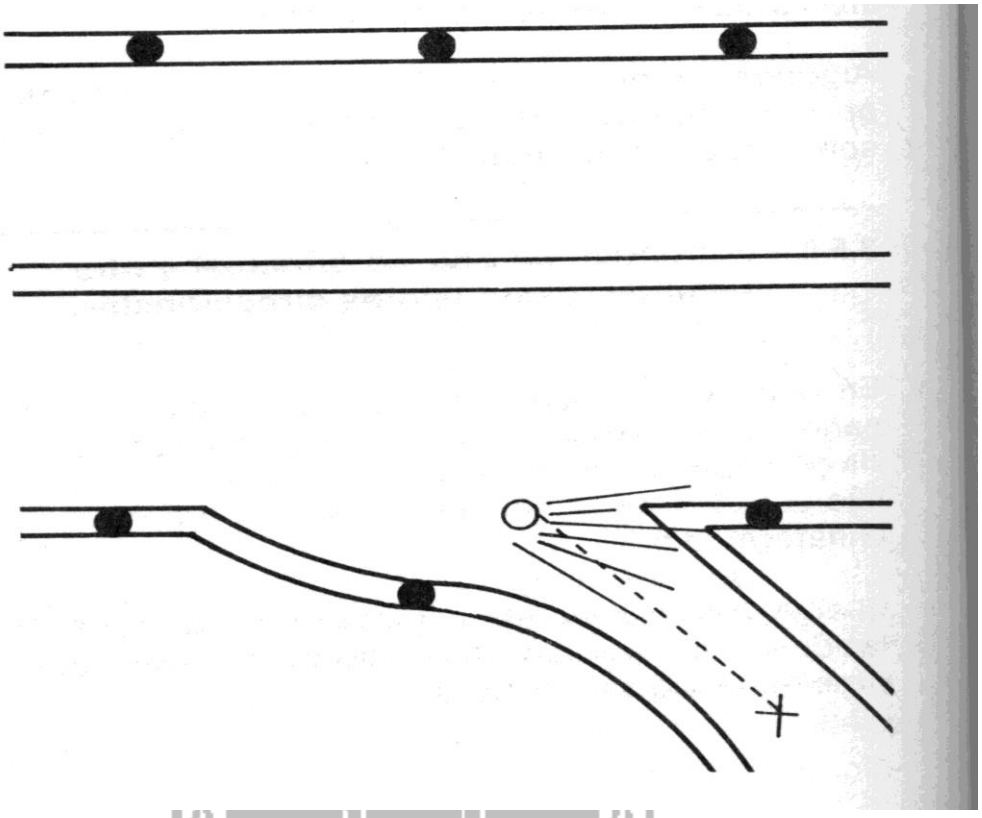


FIGURA 33. Iluminación de una salida de la carretera.

CIUDAD DE MÉXICO

E.39. Clasificación tipo nema de luminarios de alumbrado público. Ver Figura 33

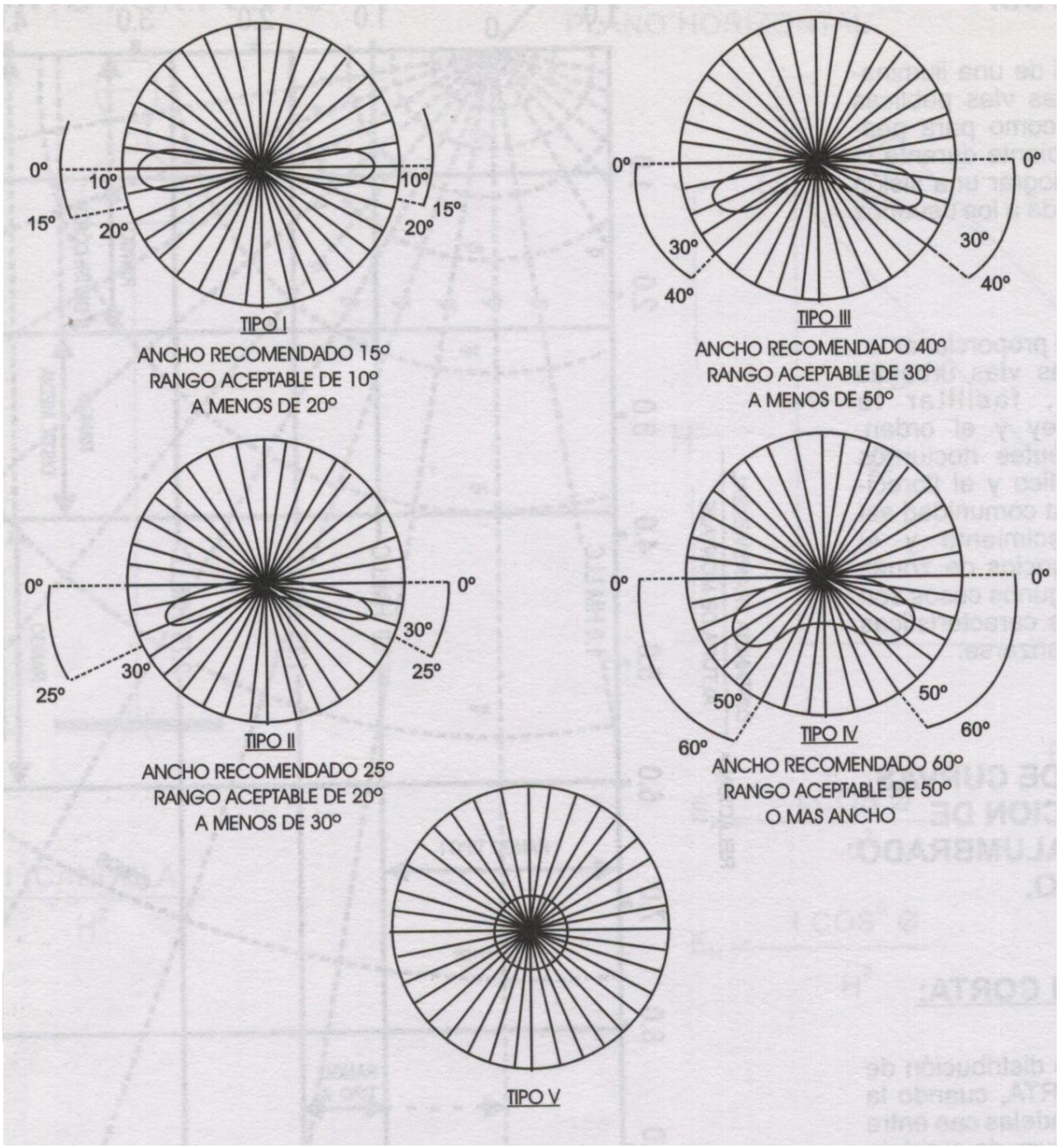


FIGURA 34. Curvas tipo nema de luminarios.

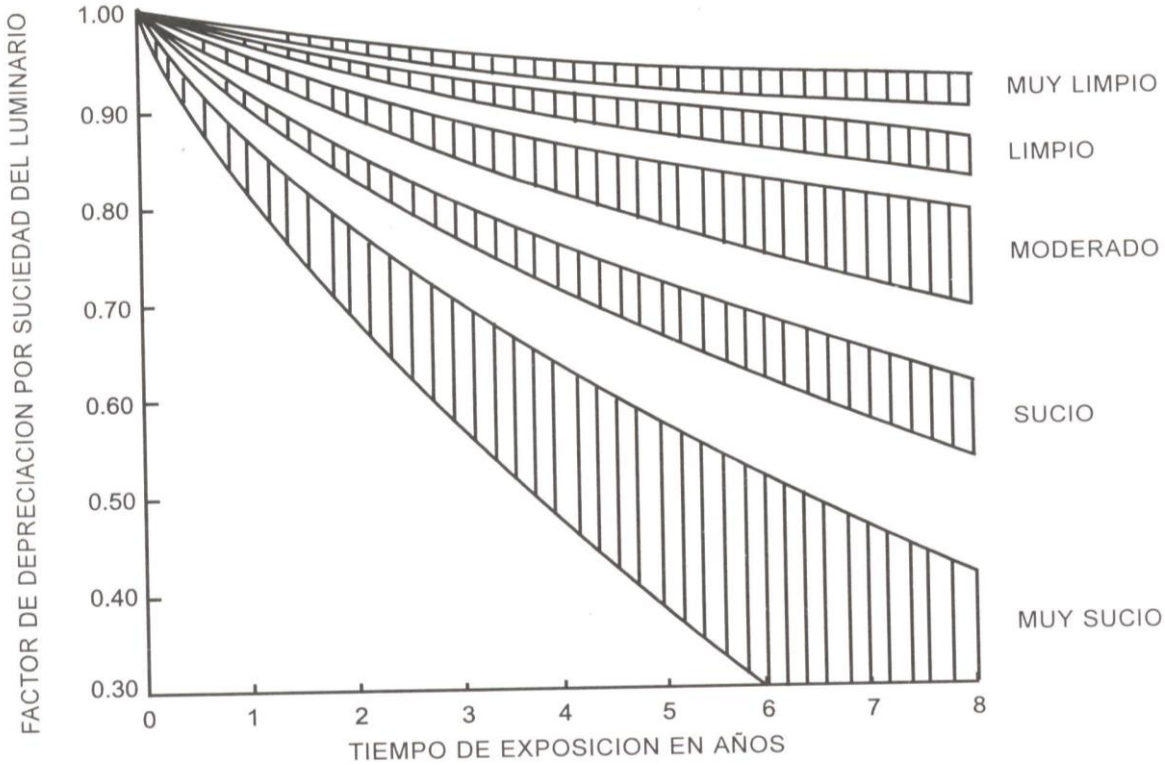
a. Guía para el uso de luminarios en el alumbrado público y su localización o ubicación de los mismos de acuerdo al tipo Nema.

Montaje a un lado de la vía.		
Unilateral o tresbolillo.	Tresbolillo o bilateral	Cruces de vías públicas.
Ancho de la vía hasta 1,5 veces la altura de montaje.	Ancho de la vía mayor a 1,5 veces la altura de montaje.	Ancho de la vía hasta 1,5 veces la altura de montaje.
Tipo Nema II, III y IV	Tipo Nema III y IV	Tipo Nema II cuatro vías.

Montaje a un lado de la vía (con camellón al centro).		
Carretera sencilla	Carretera doble.	Cruces de vías públicas.
Ancho de la vía hasta 2 veces la altura de montaje.	Ancho de la vía hasta 1,5 veces la altura de montaje.	Ancho de la vía hasta 2 veces la altura de montaje.
Tipo Nema I	Tipo Nema II y III.	Tipo Nema I cuatro vías y V.

CIUDAD DE MÉXICO

E.40. Gráfica para estimar los factores de depreciación por suciedad en los luminarios de alumbrado público para unidades cerradas y con empaque, y además:



GRÁFICA 1. Grado de suciedad en los luminarios.

a. Selección de la curva apropiada de acuerdo con el tipo de ambiente:

1 Muy limpio.- Que no existan actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía y un bajo nivel de contaminación ambiental, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 150 microgramos por m^3.

2 Limpio.- Que no existan actividades generadoras de polvo o humos en las cercanía, tráfico moderado o pesado, el nivel de partículas ambientales no es mayor de 300 microgramos por m^3.

3 Moderado.- Moderada actividad generadora de polvo y humos en la cercanía, el nivel de partículas no es mayor de 600 microgramos por m^3.

4 Sucio.- Humo y polvo generados en actividades en las cercanías

CIUDAD DE MÉXICO

pueden ocasionalmente cubrir el luminario.

5 Muy sucio. Como el inciso anterior pero los luminarios están envueltos en humo.

E.41. Niveles mantenidos recomendados en luxes para iluminación de letreros. Ver Tabla 26.

TABLA 26. Niveles en luxes para iluminación de letreros.

Niveles de iluminación de entorno.	Iluminación del letrero en luxes.	Luminancia del letrero en cd/m^2.
Bajo	100 - 200	22 - 44
Medio.	200 - 400	44 - 89
Alto.	400 -800	89 - 178

E.42. Rendimiento de color de letreros de colores típicos para varias fuentes de luz.

En la Tabla 27 se muestran algunas características de los tipos de fuentes luminosas.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 27. Características de los tipos de fuentes luminosas.

Color del letrero.	Incandescente todos los tipos.	Fluorescentes blanco frío.	Mercurio.			Aditivos metálicos.	Sodio.		
			De lujo	Otros fósforos	Claro		Alta presión	Alta presión color mejorado	Baja presión.
Azul	Regular	Excelente	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
Verde	Bueno	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
Amarillo	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Naranja	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Rojo	Excelente	Bueno	Bueno	Regular	Pobre	Bueno	Regular	Bueno	Pobre
Café	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre	Bueno	Pobre
Negro	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno
Blanco.	Excelente	Excelente		Regular	Regular	Excelente	Regular	Bueno	Pobre

* Otros fósforos pueden producir otros rendimientos de color.

CIUDAD DE MÉXICO

E.43 La densidad de potencia eléctrica para alumbrado en una vialidad (DPEA), e calcula a partir de la carga total conectada para alumbrado y del área total por iluminar. De acuerdo a la expresión genérica para el cálculo es:

$$\text{DPEA} = \frac{C\arg a\ total\ conectada\ para\ alumbrado}{Área\ total\ ilu\min ada} = \text{W/m}^2.$$

Donde: La carga total conectada para alumbrado está expresada en watt y la superficie total iluminada está expresada en metros cuadrados.

a. Cuando se tengan anchos de calle menores, mayores o diferentes a los mostrados en la Tabla 11, se deben tomar las siguientes consideraciones:

1. Para anchos de calle menores que 7,5 m se toman los valores de la columna de 7,5 m.

2. Para anchos de calle mayores que 12 m se toman los valores de la columna de 12 m.

3. Para anchos diferentes a los mostrados en la Tabla 11, se toman los valores de ancho de calle de la columna inmediata que le antecede.

4. Lo anterior, sin incluir las áreas destinadas a aceras o camellones.

La determinación de la eficacia en el caso de alumbrado para áreas exteriores públicas, se calcula a partir del flujo luminoso de la fuente luminosa, entre la suma de la potencia nominal de la misma fuente luminosa, más las pérdidas del dispositivo auxiliar para el arranque y correcto funcionamiento de dicha fuente.

CIUDAD DE MÉXICO

E.44. Métodos de cálculo para alumbrado público.

a. Método del lumen.

Fórmula:

$$\text{Ep} = \frac{\theta\ x\ FDE\ x\ FDA\ x\ CU}{A} = \frac{\theta\ x\ CM\ x\ CU}{A} =$$

Donde:

Ep = Iluminación promedio de Lux, sobre la superficie en estudio.

θ = Flujo luminoso nominal de la(s) lámpara(s) utilizada(s) en un luminario. Es el flujo inicial después de 100 horas de funcionamiento y es el dato normalmente indicado por los fabricantes de lámparas, en lumen.

CU= Coeficiente de utilización:
Este dato se determina en curvas proporcionadas por los fabricantes de luminarios corregidas para la altura de montaje específico.

FDE= Factor de depreciación por envejecimiento.

FDA= Factor de depreciación por ambiente, que incluye la disminución del flujo luminoso por depósito de polvo y humo sobre el luminario.

A = Área de la superficie en estudio. Normalmente igual al espaciamiento entre postes (e) multiplicada por el ancho (a) de la superficie cubierta por un luminario, ambas dimensiones en metros.

CM = Coeficiente de mantenimiento.

b. Método de cálculo de la iluminación de punto por punto utilizando valores isolux.

1. Este método se utiliza cuando los fabricantes de luminarios indican los valores de la iluminación en diferentes puntos mediante tablas o curvas isolux al inicio de la operación de una lámpara determinada y altura de montaje definida.

2. Al cambiar la altura de montaje, es necesario utilizar factores de corrección también indicados en la información normal. En algunos casos se indican los valores de la iluminación producida por cada cien o cada mil lúmenes de flujo luminoso y las pérdidas por depósito de polvo y humo, para obtener el valor de la iluminación promedio mantenida.

Fórmulas:

$$Ehd = Ehf \times FC \times FDE \times FDA = Ehf \times FC \times CM$$

$$Ehd = Ehf \left(\frac{HF}{HD}\right)^2 CM$$

CIUDAD DE MÉXICO

$\phi = \phi\,\eta$ x CM

$$Ehf = \frac{\phi\,\eta}{1000}\ E\ hf$$

$$E'hf = \frac{\phi\,\eta}{100}\ E\ hf$$

En donde:

Ehd = Valor de la iluminación corregido para la altura de montaje del diseño en estudio, al 80% de duración de la lámpara y antes de darles mantenimiento. En los cálculos en lugar de subíndice hd, se debe indicar la altura de diseño en metros.

Ehf = Valor de la iluminación para altura de montaje definida por el fabricante al inicio de operación de la lámpara y con el luminario limpio. En los cálculos, en lugar del subíndice hf, se debe anotar la altura de montaje definida por el fabricante.

FC = Factor de corrección aplicable a la altura de diseño en estudio.

FDE = Factor de depreciación por envejecimiento.

FDA = Factor de depreciación por ambiente.

CM = Coeficiente de mantenimiento.

HD = Altura de montaje escogida para el diseño en proceso de estudio en metros, para la cual no existe factor de corrección en la información disponible.

HF = Altura de montaje en metros, indicada en la información del fabricante.

$\phi\,\eta$ = Flujo luminoso nominal de la lámpara después de 100 horas de operación.

ϕ = Flujo luminoso del luminario cuando la lámpara llega al 80% de duración y antes del mantenimiento de limpieza.

Ehf= Valor de iluminación en un punto, por cada 1000 lumen para una altura de montaje dada.

E´hf= Valor de la iluminación por cada 100 lumen, para una altura de montaje dada.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Método de cálculo de la iluminación de punto por punto, utilizando valores de intensidad luminosa.

Este método se utiliza cuando los fabricantes de luminarios proporcionan los valores de la intensidad luminosa a diferentes ángulos sobre un plano horizontal, en forma tabular o mediante curvas isocandela.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$E_h = \frac{I. \quad \cos^3 \quad \phi}{h} \qquad E_v = \frac{I \cos^2 \phi \sin \phi}{h^2}$$

En donde:

E_h = Iluminancia en un punto dado en el plano horizontal en luxes lux.

I = Intensidad de iluminación en dirección al punto dado en cm^2/m.

ϕ = Ángulo formado por una línea vertical que pasa por el luminario y una línea trazada desde el luminario al punto dado.

h = Altura de montaje.

CM= Coeficiente de mantenimiento = FDE • FDA

$$E = \sqrt{E_h^{\ 2} + E_v^{\ 2}}$$

Donde:

E_v = Iluminancia en un punto dado en el plano vertical, en luxes.

E_h = Iluminancia en un punto dado en el plano horizontal. en luxes.

E = Iluminancia en un punto dado.

CIUDAD DE MEXICO

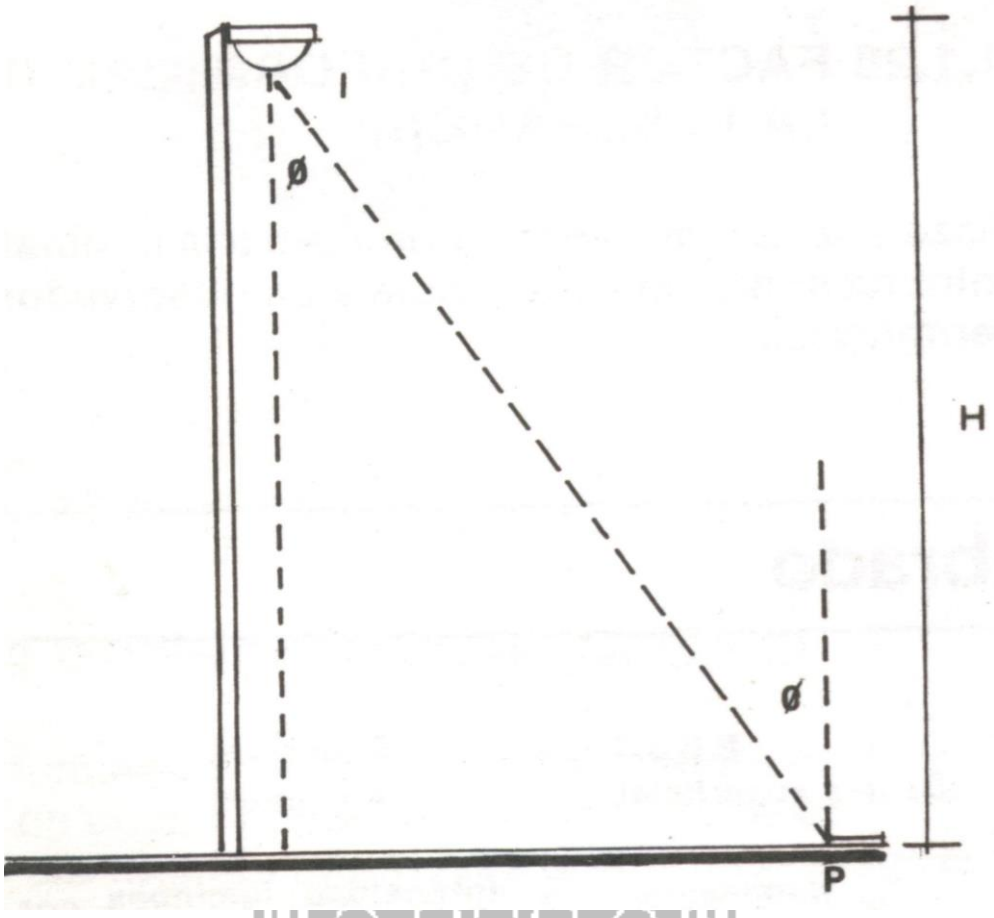


FIGURA 35. Datos para cálculo de la iluminación usando curvas isocandela.

E.45. Cálculo del costo del sistema de alumbrado.

Cuando se calcule el costo del sistema de alumbrado o se comparen presupuestos de diferentes sistemas de alumbrado, hay que tener en cuenta la siguiente:

a. El periodo de amortización de los luminarios y sus partes.
b. La amortización de los postes.
c. Amortización del sistema de alimentación y los costos de las conexiones.
d. Amortización de las subestaciones si las hay.
e. Costo de los trabajos de re emplazamiento.
f. Costo de limpieza de los luminarios.
g. Costo de pintura de los postes.
h. Costo del equipo de control.
i. Costo del re emplazamiento de las lámparas (vida útil y precio de las mismas).

E.46. Para la simbología que debe emplearse en la elaboración del proyecto de

alumbrado público, se debe considerar lo establecido en el capítulo 2.03.09.003. “Instalaciones Eléctricas”, del Libro 2 Tomo III, de las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

E.47. Presentación del proyecto. El proyecto debe contener la responsiva del Corresponsable en Instalaciones Eléctricas para su ejecución.

Salvo que el Gobierno del Distrito Federal ordene lo contrario, el proyectista de alumbrado público debe obtener toda la información que se requiera para la total solución de los diversos problemas del proyecto, el cual debe contar con: planos, memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con unidades de medida y cantidades de obra con sus números generadores correspondientes, manuales de operación, conservación y mantenimiento. Y cumplir lo siguiente:

a. Proyectos

1. El proyecto definitivo de alumbrado público debe presentarse en planos dibujados a tinta o por computadora sobre maduros proporcionados por el autor del proyecto arquitectónico y acatando lo establecido en el capítulo 2.03.01.001 “Presentación del proyecto”, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

2. El proyecto se debe presentar utilizando los símbolos eléctricos establecidos en el capítulo 2.03.09.003. “Instalaciones Eléctricas”.

3. Para la identificación de los planos debe llenarse el cuadro con membrete del Gobierno del Distrito Federal, que aparece en cada uno de los maduros proporcionados por el autor del proyecto arquitectónico.

4. Los planos originales que el proyectista de alumbrado público requiera elaborar, llevarán el cuadro de identificación exactamente igual al que aparece en los planos arquitectónicos. No debe agregarse el membrete, logotipo o sello de la persona física o moral proyectista.

5. Adicionalmente al contenido de la información establecida en los sellos tipo que se indican en el capítulo 2.03.01.001. “Presentación del Proyecto”, se deben anotar en dicho sello, los siguientes datos:

5.1. Número de plano
5.2. Contenido del plano
5.3. Fecha de entrega del proyecto
5.4. Escala

5.5. Nombre, firma, registro y cédula profesional del responsable del proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

5.6. Nombre, firma y cédula profesional del servidor público que autoriza.

5.7. Otras responsivas que considere la dependencia, órgano desconcentrado, delegación o entidad.

6. Se debe indicar en cada plano la simbología de los elementos que contenga ese plano en particular.

E.48. En relación a las modificaciones a los planos, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a.- El objeto de determinar con exactitud cualquier modificación que sufra un plano de alumbrado público que haya sido aprobado con anterioridad, se debe utilizar el área destinada con este fin; en ésta se debe señalar el número de la modificación, fecha de la misma, se debe detallar en forma extractada en que consistió y entre que ejes de referencia se lleva a cabo dicha modificación, indicando en planta, cortes y detalles con un símbolo la modificación ("Δ"); así mismo nombre, firma y cargo del personal autorizado para modificar parte o partes del proyecto de alumbrado público.

b.- Caso de solicitud de envío de algún plano modificado se debe señalar con palabra "Anulado" cerca del membrete, con letras grandes de fácil visión y complementarse con la fecha de la anulación. Si este plano fuera sustituido por otro, se debe detallar el número del plano que lo sustituye y la fecha del mismo.

E.49. Los planos en que debe entregarse el proyecto son:

a. Planos de alumbrado

1. Debe mostrar la ubicación de los luminarios, tuberías con sus diámetros y tableros de distribución, la cantidad de conductores con sus calibres, circuitos a que pertenecen las unidades de iluminación, controles, interruptores individuales, entre otros.

2. Los proyectos especiales de iluminación ambiental, como plafones luminosos, iluminación de murales, fuentes, entre otros; deben indicar la ubicación, forma de montaje, forma de instalación y su control en los planos correspondientes.

b. Planos de cuadros de carga. El proyecto debe dibujarse en los planos o en plano independiente, todos los cuadros de carga de los tableros de distribución, indicando tipo de tablero, localización, tensión, fases,

CIUDAD DE MÉXICO

desbalanceo entre fases menor o igual al 5% y 25 % de reserva en espacios, potencia total y potencia por fases, capacidad de interruptores derivados y principal así como la capacidad interruptiva simétrica del tablero.

c. Planos de alumbrado exterior, (monumentos, fachadas, etc.). Debe proyectarse en un plano de conjunto, indicando la ubicación de los luminarios, el tipo de poste, el tipo de unidades de iluminación, la altura y la forma de montaje los circuitos a que pertenece cada luminario, la trayectoria de canalizaciones; la cantidad y el calibre de conductores, el detalle y balanceo del tablero de distribución y las dimensiones de los registros.

El sistema de distribución para alumbrado exterior se debe alimentar del tablero general o subgeneral, según necesidades y su control debe ser automático (fotocelda, contactor magnético, interruptor horario), u otro. Se debe incluir el diagrama trefilar correspondiente.

d. Planos de alimentadores en baja tensión.

Exteriores. Deben desarrollarse sobre maduros de planos de conjunto, mostrando trayectorias (aéreas o subterráneas), diámetro de canalizaciones, número de conductores y calibres, ubicación y dimensiones de los registros, indicando la posición de los principales centros de carga, así como detalles de registros y cortes de ductos.

e. Planos de alimentadores en alta tensión. Los alimentadores en alta tensión deben proyectarse totalmente independientes de los alimentadores en baja tensión, indicando trayectoria (aérea o subterránea), calibre de los conductores, tipo de aislamiento, dimensiones de registro y detalles de canalizaciones y registros.

Debe indicarse una preparación para la acometida de la compañía suministradora.

f. Planos de diagrama unifilar. El plano debe contener la protección y control para todos los tableros y centros de carga del proyecto.

El diagrama unifilar se debe entregar en papel albanene dibujado a tinta o mediante sistema computarizado, debiendo mostrar la información y los elementos siguientes

1. Equipo de alta tensión.

CIUDAD DE MÉXICO

Enmarcado en línea punteada y titulado “Subestación principal” todos los elementos que forman la misma, tanto de alta como de baja tensión.

Cada uno de los elementos de alta tensión debe ser enmarcado con línea punteada y junto a ésta, titulado como se indica:

Cable de alta tensión y conos de alivio.

Acometida de la compañía suministradora, indicando número de fases e hilos, tensión, frecuencia, aérea o subterránea, así como la capacidad interruptiva del sistema en MVA, o el valor de la corriente del corto circuito que constituye la red de alimentación a la instalación.

Cuchillas desconectadoras, indicando capacidad y características principales.

Interruptor general de alta tensión con sus características, incluyendo apartarrayos, tipo y tensión.

2. Transformadores. Indicando tensión primaria y secundaria, conexión primaria y secundaria, capacidad en kVA tipo de enfriamiento, impedancia y altura de operación (msnm).

3. En caso de existir alimentaciones en alta tensión a subestaciones derivadas, deben indicarse sus características.

   Cada circuito derivado o alimentador debe llevar la siguiente información:

   3.1 Corriente a plena carga.

   3.2 Capacidad y número de polos del interruptor.

   3.3 Longitud del circuito.

   3.4 Caída de tensión por resistencia y reactancia.

   3.5 Características de la canalización: diámetro del tubo, dimensiones, de charolas o ducto cuadrado.

   3.6 Número, calibre y tipo de aislamiento de los conductores de fase y neutro (subestaciones tipo pedestal).

   3.7. Calibre del conductor de tierra.

CIUDAD DE MÉXICO

4. Tablero general. Enmarcados en línea punteada y titulado “Tablero general” sección normal, todos y cada uno de los siguientes elementos:

4.1. Interruptor principal indicando número de polos, amperes y marco.

4.2. Protección diferencial y supresor de sobretensiones.

4.3. Elementos de medición considerando (voltmetro, amperímetro, conmutador de voltímetro y amperímetro, transformadores de corriente y potencial o equipo de nueva tecnología).

4.4. Barra neutra y su capacidad en amperes.

4.5. Interruptores voltamperes derivados, indicando la carga en Watts o incluyendo la pre capacidad del banco de capacitares de operación automática.

4.6. Interruptores de reserva, el 25% de los requisitos.

5. Alimentadores generales. Todos los tableros deben unirse mediante una línea al interruptor correspondiente en el tablero general; esta línea representa al alimentador y debe llevar la siguiente información:

5.1 Características de las canalizaciones.

5.2. Número y calibre de conductores por fase, neutro, tierra y tipo de aislamiento.

5.3. Calibre del conductor a tierra.

5.4. Longitud (m)

5.5. Caída de tensión por resistencia y reactancia en porciento.

5.6. Corriente a plena carga.

5.7. Factor de demanda.

Indicar en todos los interruptores, el número de polos, capacidad nominal en amperes, el tipo de marco y la identificación de las cargas de protección.

Tableros de distribución, alumbrado y fuerza (normal, emergencia y seguridad).

Se representan mediante símbolos esquemáticos, cuantificando la carga en Watts o voltamperes.

6.- Transformadores tipo seco. Si los hubiere deben dibujarse junto al

CIUDAD DE MÉXICO

tablero subgeneral o derivado que alimenten, indicando los datos y elementos siguientes:

6.1. Interruptor primario y secundario.

6.2. Capacidad en kVA del transformador.

6.3. Número de fases.

6.4. Tensión primaria y secundaria.

6.5. Conexión primaria y secundaria.

6.6. Altura de operación (msnm).

6.7. Impedancia (%).

E.50. El proyectista debe proporcionar a la dependencia, órgano desconcentrado, delegación o entidad, además de lo ya indicado, los manuales de operación, conservación y mantenimiento, especificaciones y catálogo de conceptos.

E.51. En la ejecución del proyecto eléctrico, debe considerarse lo siguiente:

a. El proyectista de alumbrado público debe concurrir a las juntas organizadas por la coordinación de proyectos, con la asistencia de los proyectistas de otras instalaciones y el director del proyecto arquitectónico, con objeto de definir a cada quien las bases del proyecto y los espacios que debe ocupar cada una de las instalaciones, evitando las interferencias entre sí y con los elementos estructurales.

b. El proyectista eléctrico debe coordinar además, con el proyectista arquitectónico, posiciones de lámparas, altura de luminarios entre otros, para lograr que el proyecto eléctrico y el arquitectónico se complementen.

c. El proyectista debe proporcionar al director del proyecto arquitectónico, sus requisitos de espacio para tableros derivados y sub-generales, así como las trayectorias para ductos eléctricos.

E.52. La memoria de cálculo debe contener la información que a continuación se describe, la que deberá ser suficiente para la correcta interpretación del proyecto, salvo que el Gobierno del Distrito Federal indique lo contrario, esta memoria debe ser entregada en forma impresa y en medios magnéticos.

CIUDAD DE MÉXICO

a. Se debe indicar la caída de tensión de diseño utilizada en circuitos derivados de alumbrado, contactos y fuerza.

b. Cálculo de los alimentadores de todos y cada uno de los tableros de distribución, indicando:

1. Nombre o descripción del tablero del cual se alimenta
2. Potencia conectada en volt-amperes-Watts
3. Potencia total conectada considerando reservas
4. Corriente en amperes de la potencia total
5. Longitud del alimentador
6. Caída de tensión de diseño
7. Diámetro de la canalización
8. Calibre de los conductores (fases, neutro y tierra)
9. Interruptor para protección del alimentador indicando número de polos y ampacidad, marco de capacidad

c. Cálculo del alimentador a cada tablero subgeneral mostrando:

1. Potencia total conectada
2. Desglose de las diferentes cargas indicando potencia total, factor de demanda y potencia demandada.
3. Potencia total demandada
4. Corriente de régimen
5. Longitud del alimentador
6. Caída de tensión de diseño
7. Diámetro de la(s) canalización (es)
8. Calibre de conductores (fases, neutro y tierra)
9. Interruptor para protección del alimentador, indicando número de polos y ampacidad.

d. Complemento

Al final de la memoria de cálculo se deben anexar:

CIUDAD DE MÉXICO

1. Cuadros de carga (hojas de tableros) de todos los tableros de distribución.

2. Hojas de cálculo de niveles de iluminación que deben mostrar toda la información correspondiente, para todos los locales que sean necesarios.

3. Incluir hojas de datos de curvas fotométricas de luminarios utilizadas, y/o información utilizada en el cálculo para su cotejo.

4. Anexar en la memoria de cálculo, toda aquella información proporcionada por el fabricante y/o utilizada para la elaboración del proyecto.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

F.01. ( ) Proyecto ejecutivo de alumbrado público. El importe de la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para la elaboración y copiado de los planos, mermas y desperdicios; planos, maduros, memoria descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con unidades de medida y cantidades de obra; manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos y personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; equipo de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipo y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto, y visitas al sitio de los trabajos; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal el proyecto completo en forma impresa y en medio magnético.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, medido según líneas de proyecto; el plano; la salida; o el proyecto.

Para efectos de pago, se debe medir la superficie considerada en el proyecto; o contar el número de planos terminados y aceptados, o el número de salidas de la instalación aprobadas y aceptadas, y para el caso de que la unida de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS.

( )	Proyecto ejecutivo de alumbrado público.	$/m^2.
( )	Proyecto ejecutivo de alumbrado público.	$/Plano.
( )	Proyecto ejecutivo de alumbrado público.	$/Salida.
( )	Proyecto ejecutivo de alumbrado público.	$/Proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	07	CEMENTERIOS
CAPITULO	001	PANTEONES Y CREMATORIOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el conjunto de estudios, cálculos, especificaciones y planos que permiten utilizar convenientemente un terreno para la disposición final de cadáveres, restos humanos y restos humanos áridos o cremados.

A.02. Para los efectos de esta Norma, se entenderá por:

a. Fosa o tumba.- Excavación en el terreno destinada a la inhumación de cadáveres, restos humanos y restos humanos áridos o cremados.

b. Gaveta.- Espacio construido sobre la superficie del terreno, para el depósito de cadáveres o restos humanos.

c. Nicho.- Espacio construido para alojar restos humanos áridos o cenizas.

d. Osario.- Sitio destinado al depósito de restos humanos áridos.

e. Panteón o cementerio.- Predio dispuesto para recibir y alojar cadáveres, restos humanos y restos humanos áridos o cremados.

f. Columbario.- Estructura vertical construida para gavetas y/o nichos.

g. Crematorio.- Edificio e instalaciones para efectuar la incineración de cadáveres, restos humanos y restos humanos áridos.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. De acuerdo al tipo de depósito de los despojos humanos los panteones se clasifican en:

a. Horizontales, construidos principalmente en fosas.

b. Verticales, edificaciones e instalaciones para alojar columbarios con gavetas.

c. Criptas, edificaciones construidas para colocar exclusivamente nichos.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el Proyecto de Panteones y Crematorios, que son tratados en otros capítulos de éstas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Ley General de Salud.		S.S.
Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.		D.D.F.
Reglamento de Cementerios del Distrito Federal.		D.D.F.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		D.D.F.
Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal		D.D.F.
Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal		D.D.F.
Topografía	2.02.01.001	D.D.F.
Geología	2.02.01.003	D.D.F.
Geotécnia	2.02.02.001	D.D.F.
Generalidades de Obras Civiles	2.03.01.001	D.D.F.
Urbanización	2.03.02.001	D.D.F
Pavimentos	2.03.03.010	D.D.F
Sistema de distribución	2.03.04.004	D.D.F
Sistema de almacenamiento	2.03.04.005	D.D.F

CIUDAD DE MÉXICO

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Sistema de alcantarillado	2.03.04.006	D.D.F
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales.	2.03.09.001	D.D.F
Instalaciones de gas	2.03.09.002	D.D.F
Instalaciones eléctricas	2.03.09.003	D.D.F

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. Para la ejecución de un proyecto de cementerios, se deberá recabar la información básica que contendrá datos generales tales como dirección de vientos dominantes, precipitación pluvial, número de habitantes servidos actuales y futuros; vías de acceso, estudios de topografía, geología, geohidrología, mecánica de suelos, además de aquellos otros que las dependencias oficiales y el propio Departamento considere necesarios.

C.02. En el diseño del proyecto de cementerios, deberán considerarse las siguientes obras complementarias.

a. Delimitación del perímetro del predio (bardas).
b. Caseta de vigilancia.
c. Oficina administrativa con áreas destinadas a archivo y bodega para herramientas.
d. Baños y vestidores para empleados.
e. Servicios sanitarios para empleados y público.
f. Sala de velación.
g. Capilla para servicios religiosos,
h. Estacionamientos.
i. Vialidades para vehículos y peatones (andaderos).
j. Instalaciones de agua potable, sanitarias y eléctricas.
k. Drenaje pluvial.
l. Sistema de agua tratada para riego.
m. Red de alumbrado.
n. Áreas verdes.

CIUDAD DE MÉXICO

C.03 Si el diseño del proyecto incluye horno crematorio, además de lo indicado en el inciso anterior, deberán considerarse las instalaciones necesarias para el suministro de combustible o energía eléctrica, cámara de refrigeración y área de descarga de ataúdes. Además, el horno deberá contar con los dispositivos adecuados que eviten emanaciones contaminantes**.**

C.04 La disposición y dimensiones mínimas de las fosas, gavetas y nichos, serán las que se indican en el Reglamento de Cementerios citados en la Cláusula B de Referencias.

C.05 En el caso de cementerios verticales, el diseño de las gavetas se sujetará a las siguientes condiciones:

a. El interior deberá ser impermeable.

b. La superficie inferior deberá tener pendiente hacia un extremo para facilitar el escurrimiento de líquidos.

c. El cierre deberá ser hermético.

d. Cada gaveta contará con un sistema de ventilación con los dispositivos adecuados para evitar la salida de malos olores.

e. Las gavetas contarán con un sistema de recolección de líquidos para conducirlos a una fosa séptica que cumpla con los requisitos exigidos por las autoridades sanitarias.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. En los cementerios horizontales, los columbarios con nichos se proyectarán preferentemente adosadas a las bardas.

C.07. La disposición de los nichos en las criptas podrá ser superficial y/o subterránea.

C.08. De acuerdo a las condiciones que rijan la capacidad del cementerio, se proyectarán los siguientes servicios:

a. Áreas de estacionamiento.

b. Vialidades principales y secundarias.

c. Áreas exteriores iluminadas.

d. Disposición de andaderos.

C.09 El proyecto contemplará la extensión y arreglo de las áreas verdes y ajardinadas en la proporción que determine el Departamento y su sistema de riego se proyectará utilizando agua tratada.

D. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

D.01. El proyecto ejecutivo de un cementerio deberá incluir: las memorias descriptivas y de cálculo, conceptos y cantidades de obra, especificaciones de construcción, manuales de operación y mantenimiento para las instalaciones conexas incluyendo horno crematorios en su caso; asimismo, los planos constructivos de conjunto y de detalle de la obra civil, las instalaciones y/o equipos que integren el proyecto. El proyectista acompañará al proyecto la autorización respectiva por parte de las autoridades sanitarias.

D.02. La base de pago y monto del proyecto serán fijados por el Departamento en cada caso particular.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	08	CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS
CAPITULO	001	CIMENTACIONES

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

A.01. Es el diseño del conjunto de elementos estructurales que tiene como objeto captar las cargas transmitidas por una superestructura y distribuirlas equilibradamente a un estrato de terreno; así como dar seguridad a los elementos estructurales que pudieran ser dañados por una falsa transmisión de dichas cargas.

A.02. Las cimentaciones se clasifican:

a. Según su penetración.

1. Someras (o superficiales).
2. Semi profundas.
3. Profundas.

b. Según su forma de trabajar.

1. En sentido vertical.

1.1 Por superficie.
1.2 Por fricción.
1.3 De punta.

2. En sentido horizontal.

2.1 Muros de contención (paramento vertical).
2.2 Compensadas

3. Mixtas.

3.1 Muros de contención (paramento inclinado)
3.2 Pilotes inclinados.
3.3 Sub compensadas.
3.4 Sobre compensadas

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS.

B.01 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Cimentaciones y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, concepto que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados y en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.		D.D.F
Exploración y muestreo de materiales	2.02.01.002	D.D.F
Geotecnia	2.02.02.001	D.D.F
Generalidades de Obra civil	2.03.01.001	D.D.F
Estructuras	2.03.08.002	D.D.F

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. De acuerdo a las características de la edificación (tipo y peso) y la zona donde estará ubicada, ver la figura 1, y en caso de que no se conozcan las características del suelo, se deberán hacer los estudios e inspecciones mínimas siguientes:

a. Zona I.

1. Para peso unitario estructural igual o menor de $2t/m^2$ y profundidades de desplante hasta de 2,5 m.

1.1 Detección, por procedimientos directos o indirectos de terrenos, suelos, galerías de minas, grietas y otras oquedades.

1.2 Practicar los sondeos necesarios (mínimo 2) para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales y la posición del nivel freático (si existe) y con esto determinar la profundidad del desplante.

1.3 En caso de no realizarse las investigaciones anteriores, el incremento neto de presión no será mayor de 6 t/m^2. Además deberá comprobarse que las estructuras que se encuentran en la vecindad con incrementos similares o mayores de presión que los considerados, han tenido un comportamiento satisfactorio.

2. Para peso unitario estructural entre 2 y 6 t/m^2 y profundidad de desplante igual o menor a 2,5 m.

2.1 Proceder como se indica en el subinciso anterior y

2.2 Extraer muestras inalteradas para hacer pruebas en laboratorio para determinar la resistencia o pruebas en el sitio para inferir la capacidad de carga.

3. Para peso unitario estructural mayor de 6 t/m^2 y profundidad de desplante mayor a 2,5 m.

3.1. Proceder como se indica en los subpárrafos a.1.1. y a.2.2. anteriores.

3.2. Sondeos de penetración estándar para determinar la estratigrafía, la posición del nivel freático, si existe en la profundidad explorada y las propiedades índices, de los materiales encontrados. La profundidad mínima de los sondeos será dos veces el ancho en planta de la superestructura, excepto cuando el estrato resistente se encuentre a una profundidad menor, en cuyo caso ésta será la profundidad del sondeo.

3.3 En caso de cimentaciones profundas, llevar a cabo una investigación de la tendencia de los movimientos del suelo debidos a consolidación regional.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Zona II.

1. Para peso unitario estructural menor o igual a 3 t/m^2 y profundidad de desplante menor a 2,5 m.

1.1. Practicar lo que se indica en los subpárrafos a.2.2 y a.3.3 de este inciso.

1.2. En caso de no realizar las investigaciones del subpárrafo anterior, el incremento neto de presión no será mayor de 5 t/m^2 bajo zapatas ni de 2 t/m^2 bajo cimentaciones que abarquen más del 50% del área cubierta. Además, deberá comprobarse que las estructuras localizadas en la vecindad con cimentaciones del mismo tipo e incrementos de presión similares o mayores que los considerados, han tenido un comportamiento satisfactorio.

2. Para peso unitario estructural entre 2 y 6 t/m^2 y una profundidad de desplante igual o menor a 2,5 m.

   2.1 Practicar lo que se indica en los subpárrafos a.3.3, b.1.2. y a.3.4. de este inciso.

   2.2 Estimación de las propiedades mecánicas pertinentes a partir de las propiedades índices, siempre que existan correlaciones aplicables a los materiales del sitio. En caso contrario, obtener muestreo inalterado y pruebas de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas del suelo.

3. Para peso unitario estructural mayor a 6 t/m^2 y profundidad de desplante mayor a 2,5 m.

   3.1 Practicar lo que se indica en los subpárrafos a.3.3 y b.2.2 de este inciso.

c. Zona III.

1. Para peso unitario estructural menor o igual a 2 t/m^2 y profundidad de desplante menor a 2,5 m.

   1.1 Practicar lo que se indica en los subpárrafos a.2.2 y a.3.3 de este inciso

   1.2 En caso de no realizar las investigaciones del subpárrafo anterior, el incremento neto de presión no será mayor de 3 t/m^2 bajo zapatas que abarquen menos del 50% del área cubierta, ni de 1,5 t/m^2 bajo cimentaciones que ocupen una porción igual o mayor al área cubierta. Además deberá comprobarse que las estructuras que se encuentren en la vecindad con cimentaciones similares a las de proyecto y presión similar o mayor que la considerada, han tenido un comportamiento satisfactorio.

2. Para peso unitario estructural entre 2 y 6 t/m^2 y una profundidad de desplante igual o menor a 2,5 m.

   2.1 Practicar lo que se indica en los subpárrafos b.2.2 y b.3.3 de este inciso.

   2.2 En caso de no realizar las investigaciones de los subpárrafos anteriores se aplicará lo indicado en el subpárrafo c.1.2. de este inciso.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Para peso unitario estructural mayor a 6 t/m^2 profundidad de desplante mayor a 2,5 m.

3.1 Practicar lo que se indica en los subpárrafos a.3.2, a.3.3 y b.2.2. de este inciso.

d. Para predios ubicados fuera de las zonas I, II ó III, dependiendo del tipo de edificación, se harán los estudios de mecánica de suelos que indique el Departamento.

C.02. La clasificación y descripción de los suelos, se debe hacer comparativamente con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, indicado en la tabla 1.

C.03. A fin de tomarse en cuenta para el diseño de la cimentación en proyecto, el contratista deberá investigar las condiciones de cimentación, estabilidad, hundimiento, agrietamiento y desplome de las construcciones colindantes y en su caso, del edificio que se vaya a demoler para efectuar la nueva construcción.

C.04. La cimentación deberá proyectarse a una profundidad tal que se reduzca la posibilidad de deterioro del suelo por erosión o intemperismo en el contacto con la cimentación.

C.05. Para asegurar la estabilidad de las cimentaciones el proyectista debe cuidar que se cumplan las siguientes condiciones:

a. Capacidad de carga.

1. El cambio neto de presión permanente transmitida al subsuelo por una cimentación, debe ser tal que el factor de seguridad contra falla por capacidad de carga no sea menor a tres.

2. En el caso de acción permanente y accidental, el factor de seguridad deberá ser cuando menos de dos.

b. Hundimientos.

1. Los hundimientos esperados (calculados) para toda cimentación, tanto en la propia estructura como en las vecinas, deben estar dentro de los límites indicados en la tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

El cálculo de dichos hundimientos, se hará empleando la información derivada del estudio de muestras del suelo, presentándose los resultados mediante curvas de igual hundimiento de toda la planta de cimentación y en sus alrededores.

2. Para cimentaciones sobre pilotes, los hundimientos no deberán exceder de los límites establecidos en la tabla 2 para el conjunto de pilotes de la cimentación, pero no necesariamente deberán quedar dentro de dicho límite los pilotes individuales.

c. Expansiones.

1. En excavaciones que produzcan descargas de estratos de suelos finos, las expansiones probables a corto plazo se calcularán mediante la teoría elástica, usando el módulo apropiado en cada caso, según lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el D.F.

2. En cimentaciones sobre compensadas, además de la expansión debida a la excavación, se deberá tomar en cuenta la expansión diferencial causada por la sobre compensación.

3. En cimentaciones piloteadas, se deberán tomar en cuenta los efectos de la consolidación regional del subsuelo estimando los hundimientos y/o emersiones de las estructuras contiguas.

C.06. Criterios, análisis y diseño.

a. Cimentaciones someras (zapatas y losas). En este tipo de cimentaciones desplantadas en suelos sensibles homogéneos cohesivos y suelos friccionantes, se verificará el cumplimiento de las disposiciones indicadas en las Normas Técnicas Complementarias, citadas en la cláusula B. Para cimentaciones desplantadas en suelos estratificados, se deberá verificar la estabilidad de la cimentación recurriendo a un método de análisis límite, suponiendo mecanismos de falla compatibles con el perfil del suelo.

Los asentamientos inmediatos de la cimentación somera, se calcularán por medio de la teoría elástica, previa estimación de los parámetros a partir de experiencias locales, pruebas directas o indirectas.

b. Cimentaciones compensadas.- La estabilidad se verificará de igual manera que las cimentaciones someras y adicionando el hecho de que deba ocurrir el fenómeno de flotación.

CIUDAD DE MÉXICO

Para este tipo de cimentaciones, se estimarán los movimientos inmediatos debido a la carga total transmitida al suelo por la cimentación y los movimientos diferidos debido al incremento neto de la carga en el contacto cimentación-suelo, de acuerdo con lo estipulado en las normas técnicas correspondientes.

c. Cimentaciones profundas (pilas y pilotes).- Para calcular la estabilidad de este tipo de cimentaciones, se verificará el cumplimiento de las relaciones indicadas en las Normas Técnicas Complementarias para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas.

   En este tipo de cimentaciones se estimarán los movimientos a largo plazo, considerando las deformaciones propias de las pilas o pilotes, la penetración de los mismos y las deformaciones, así como el efecto de la consolidación regional tomando en cuenta los factores indicados en las Normas Técnicas Complementarias.

d. La revisión de la seguridad de una cimentación ante estados límites de falla se efectuará de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el D.F., debiendo comparar la resistencia del suelo (capacidad de carga) con las acciones de diseño y afectar la capacidad de carga neta del suelo con un factor de resistencia y las acciones de diseño de sus respectivos factores de carga.

   Límites máximos para movimientos y deformaciones originadas en la cimentación.

   1. Movimientos verticales (hundimientos o emersiones).

      1.1 Valor medio en el predio: 30 cm.

      1.2 Velocidad del componente diferido: un cm/día.

   2. Inclinación media.

      2.1. Visibles: 100/(100+3H)%; (H=altura de construcción en metros).

   3. Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.

      3.1 Para marcos de acero: 0.006

      3.2 Para marcos de concreto reforzado: 0.004

Muros de carga de tabique rojo recocido o bloque de cemento:

CIUDAD DE MÉXICO

3.4 Muros con acabados muy sensibles (como yeso, piedra ornamental, etc.): 0.001.

Se tolerarán valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o éstos se encuentren desligados de los muros.

3.5. Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles: 0.004.

Los valores anteriores habrá que revisarlos en cada caso para no causar ninguno de los daños mencionados en el artículo 224 del Reglamento para las Construcciones en el D.F.

e. Los coeficientes de capacidad de carga se encuentran relacionados en la Tabla 8 de la sección Diseño y Construcción de Cimentaciones de las Normas Técnicas Complementarias.

C.07. En todos los casos, se hará un estudio económico aproximado de las diferentes opciones de tipo de cimentación, presentando en forma completa y detallada la que a juicio del proyectista sea la más económica de acuerdo a la vida útil de la estructura.

C.08. En cimentaciones de concreto reforzado, la resistencia mínima del concreto a la compresión a los 28 días será:

a. f'c=200 kg/cm*, para cimentaciones someras.

b. f'c=250 kg/cm^2 para cimentaciones profundas.

CIUDAD DE MÉXICO

C.09. Para la presentación y entrega del trabajo se deben tomar en cuenta, además de lo indicado en los capítulos de Generalidades de Proyecto y Anteproyectos, lo siguiente:

a. Estudios preliminares sobre los que se fundamentó la solución de la cimentación.

b. Presentación de las diversas opciones de solución estudiadas.

c. Justificación de la solución seleccionada.

d. Complementar la memoria de cálculo con criterios básicos de análisis y diseño.

e. Planos originales de :

1. Ejes y bancos de nivel.

2. Sistemas de excavación.

3. Recomendaciones para el control del nivel de agua freáticas y bombeo en caso necesario.

4. Pilas o pilotes (según el caso).

5. Losas, contratrabes y/o zapatas.

6. Planos de detalles que se requieran.

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

D.01. El proyecto de cimentaciones comprenderá la selección y dimensionamiento de los diferentes elementos, memorias descriptivas y de cálculo, planos de conjunto y de detalle, incluyendo cortes y plantas dibujadas con nitidez, especificaciones de construcción y cantidades de obra.

D.02. El costo del proyecto y la base de pago deberán definirse por el Departamento, en cada caso particular.

CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA I

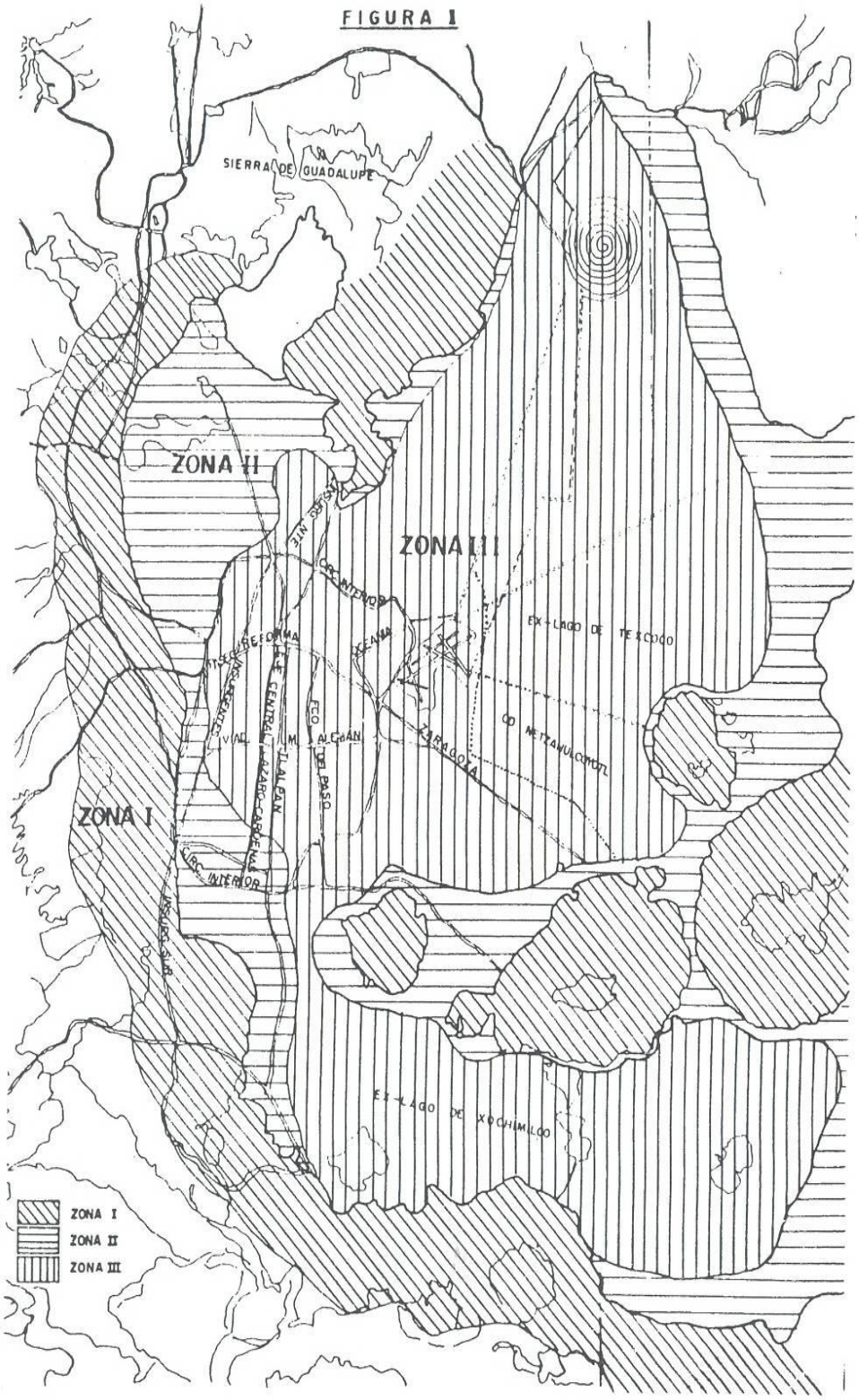

SIERRA DE GUADALUPE
ZONA II
ZONA III
ZONA I
EX-LAGO DE TEXCOCO
EX-LAGO DE XOCHIMILCO
ZONA I
ZONA II
ZONA III

Tabla 1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (SUCS)

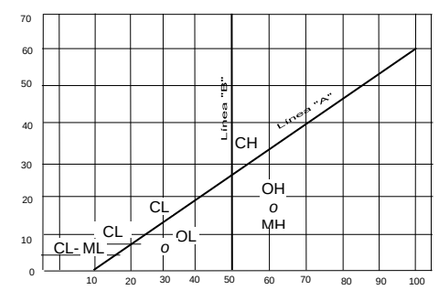
Principales tipos					Procedimientos de identificación en el campo. (Se excluyen las partículas mayores de 7,6 cm. (6 pulg.) y se basan las fracciones en pesos estimados).	Símbolos del grupo (*)	Nombres típicos	Información necesaria para la descripción de los suelos
Suelos de partículas gruesas Mas de la mitad del material es retenido en la malla 0.075 (No. 200)	(Las partículas de 0.075 mm de diámetro son las mas pequeñas visibles a simple vista)	Gravas Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenido en la malla no. 4	Gravas limpias	(Para clasificación visual puede usarse ½ cm. como equivalentes a la abertura de la malla No. 4)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de grava y arena, con pocos finos o ninguno.	Dese el nombre típico, indicándose los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas; nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados, agréguese información sobre la estratificación, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje. Ejemplo: Arena limosa con grava; con 20% de grava de partículas duras angulosas y de 1.5 cm. De tamaño máximo; arena gruesa a fina de partículas redondeadas o subangulosas; alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco; compactada y húmeda en el lugar; arena aluvial (SM).
					Predominio de un tamaño o intervalo de tamaño, con ausencia de algunos tamaños intermedios.	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o ninguno.	
			Gravas con finos		Fracción fina poco o nada plástica (para identificarla véase grupo ML)	GM	Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.	
					Fracción fina plástica (para identificarla véase grupo CL)	GC	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla.	
		Arenas Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla 4.75 mm (No. 4)	Arenas limpias		Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o ninguno.	
					Predominio de un tamaño o intervalo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios.	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o ninguno.	
			Arenas con finos		Fracción fina poco o nada plástica. (Para verificarla véase el grupo ML)	SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo.	
					Fracción fina plástica. (Para identificarla véase grupo GL)	SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.	
Suelos de partículas finas. Mas de la mitad de material pasa la malla 0.075 (No. 200)		Limos y arcillas Límite líquido menor de 50			Procedimientos de identificación en la fracción que pasa la malla 0.425 (No. 40) Resistencia en estado seco (características al rompimiento) / Movilidad del agua (Reacción al agitado) / Tenacidad (Consistencia cerca del límite plástico)			
					Nula a ligera / Rápida a lenta / Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	Dese el nombre típico, indíquese el grado y carácter de la plasticidad; cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas; color del suelo húmedo; olor; nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como en remoldeado, condiciones de humedad y drenaje. Ejemplo: Limo arcilloso café, ligeramente plástico; porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces; firme y seco en el lugar; loess (ML)
					Media a alta / Nula a muy lenta / Media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
					Ligera a media / Lenta / Ligera	OL	Limos orgánicas y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
		Limos y arcillas Límite líquido mayor de 50			Ligera a media / Lenta a nula / Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o dintomeáceos, limos elásticos.	
					Alta a muy alta / Nula / Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad arcillas francas.	
					Media a alta / Nula a muy lenta / Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad limos orgánicos de plasticidad media.	
Suelos altamente orgánico					Fácilmente inidentificables por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente por su textura fibrosa.	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	

Criterio de clasificación en el laboratorio.			
Úsese la curva granulométrica para identificar las fracciones del suelo anotadas en la columna de identificación en el campo	Determínese los porcentajes de grava y de arena de la curva granulométrica. Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa la malla 0.075 (No. 4), los suelos se clasifican como sigue:	Mas del 12% GM,GC,SM,SC. Menos de 5% GW,GP,SW,SP.	Coeficiente de uniformidad (Cu) , Coeficiente de cobertura (Cc) Cu= D60/D10 , mayor de 4 ; Cc= (D30)2/(D10XD60), entre 1 y 3
			No satisfacen todos los requerimientos de graduación para GW
			Límites de plasticidad debajo de la línea A o lp menor de 4. / Arriba de la línea A con lp entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			Límites de plasticidad arriba de la línea A o lp mayor de 7.
			Cu= D60/D10 , mayor de 8 ; Cc= (D30)2/(D10XD60) , entre 1 y 3
			No satisfacen todos los requerimientos de graduación para SW
			Límites de plasticidad debajo de la línea A o lp menor de 4. / Arriba de la línea A con lp entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			Límites de plasticidad arriba de la línea A o lp mayor de 7.

Equivalencia de símbolos

G- Grava	M- Limos
O- Suelos Orgánicos	W- Bien graduada
L- Baja compresibilidad	
S- Arena	C- Arcilla
Ft- Turba	P- Mal graduada

Carta de plasticidad para la clasificación de suelos de partículas finas en el laboratorio.



Límite líquido

Comparando los suelos a igual límite líquido, la tenacidad y la resistencia en estado seco aumenta con el índice plástico.

Procedimientos de identificación para suelos finos o fracciones finas de suelo en el campo.

Estos procedimientos se ejecutan con la fracción que pasa la malla 0.425 (No. 40).
Para fines de clasificación en el campo, si no se usa la malla se quitan a mano las partículas gruesas que interfieren con las pruebas.

Movilidad del agua
(Reacción al agitado)

Después de quitar las partículas mayores que la malla NO. 40, prepárese una pastilla de suelo húmedo igual a 15 cm. aproximadamente; si es necesario, añádase suficiente agua para obtener un suelo suave pero no pegajoso. Colóquese la pastilla en la palma de la mano agítese horizontalmente, golpeando vigorosamente con la otra mano varias veces. Una reacción positiva constante en la aparición de agua en la superficie de la pastilla, la cual cambia adquiriendo una consistencia de hígado y se vuelve lustrosa. Cuando la pastilla se aprieta entre los dedos, el agua y el lustre desaparecen en la superficie, la pastilla se vuelve tiesa y finalmente se agrieta o se desmorona. La rapidez de la aparición del agua durante el agitado y su desaparición durante el apretado, sirve para identificar el carácter de los finos en su suelo.
Las arenas limpias muy finas dan reacción más rápida y distintiva, mientras que las arcillas plásticas no tienen reacción . Los inorgánicos, tales como el típico polvo de roca, dan una reacción rápida moderada.

Resistencia en estado seco
(Características al rompimiento)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla No.40, moldeése una pastilla de suelo hasta alcanzar una consistencia de masilla añadiendo agua si es necesario. Déjese secar la pastilla completamente en un horno, al sol o al aire y pruébese su resistencia rompiéndola y desmoronándola entre los dedos. Esta resistencia es una medida del carácter y cantidad de la fracción coloidal que contiene el suelo. La resistencia en estado seco aumenta con la plasticidad. Una alta resistencia en seco es característica de arcilla del grupo CH. Un limo inorgánico típico posee solamente ligera resistencia. Las arenas finas luminosas y los limos aproximadamente, la misma resistencia, pero pueden distinguirse por el tacto, al pulverizar el espécimen seco. La arena fina se siente granular mientras que el limo típico da la sensación suave de la harina.

Tenacidad
(Consistencia cerca del límite plástico)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla No. 40 moldeése un espécimen de aproximadamente 15 cm^3 hasta alcanzar la consistencia de la masilla. Si el suelo está muy seco, debe agregarse agua, pero si está pegajoso, debe extenderse el espécimen formando una capa delgada que permite la pérdida de humedad por evaporación. Posteriormente el espécimen se rueda con la mano sobre la superficie lisa, o entre las palmas hasta hacer un rollito de 3 mm. de diámetro aproximadamente, se amasa y se vuelve a rodar varias veces. Durante estas operaciones, el contenido de humedad se reduce gradualmente y el espécimen se llega a ponerse tieso, pierde finalmente su plasticidad y se desmorona cuando se alcanza el límite plástico. Después de que el rollo se ha desmoronado, los pedazos deben juntarse continuando el amasado entre los dedos hasta que la masa se desmorone nuevamente.
La preponderación de la fracción coloidal arcillosa de un suelo se identifica por la mayor o menor tenacidad del rollito al acercarse al límite plástico, por la rigidez de la muestra al romperse, finalmente entre los dedos. La debilidad del rollito en el límite plástico y la pérdida rápida de la coherencia de la muestra al rebasar este límite, indican la presencia de arcilla inorgánica de baja plasticidad o de materiales tales como de arcilla del tipo caolín y arcillas orgánicas que caen debajo de la línea A. las arcillas altamente orgánicas dan una sensación de debilidad y son esponjosas al tacto en el límite plástico.

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa.

Tabla 2. Límites de hundimientos

Conceptos que los limitan	Tipo de daño	Incrementos		
		mensual	anual	total
Hundimiento o expansión máximos del perímetro de la cimentación.	Daños a instalaciones en vía pública.	3 cm.	10 cm.	30 cm.
	Inclinación visible.	----	----	$\frac{100\ \%}{100+3h^*}$
Inclinación media	Efectos en el funcionamiento de la maquinaria.	----	----	0,1%
	Dificultad en grúas viajeras.	----	----	0,3%
	Agrietamiento de aplanado de yeso.	0,20%	0,20%	0,30%
	Agrietamiento de bloques de concreto ligero.	0,20%	0,25%	0,30%
Distorsión angular máxima.	Agrietamiento de muros bloque de concreto peso normal.	0,30%	0,40%	0,50%
	Agrietamiento de muros de tabique rojo recocido.	0,50%	0,70%	1,00%
	Daños graves en estructuras de concreto reforzado.	1,00%	1,50%	2,00%
	Falla de conexiones remachadas en estructuras.	----	----	4,0%

*h = altura del edificio, en m.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	08	CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS
CAPITULO	002	ESTRUCTURAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el diseño del conjunto de elementos constructivos de una edificación, para que sea capaz de soportar las fuerzas gravitacionales debidas al peso propio del conjunto, así como las fuerzas permanentes y accidentales producidas por agentes externos.

A.02. Según el material de fabricación, las estructuras pueden ser de:

a. Concreto reforzado con acero:

1. Ordinario (Sin inclusión de esfuerzos previos o posteriores)
2. Pre tensado
3. Pos tensado

b. Acero

1. Tipo I Marcos rígidos o estructuras continuas
2. Tipo II Formadas por conexiones que permiten rotaciones relativas.

c. Mampostería

1. Piedras naturales
2. Piezas prefabricadas

2.1 Macizas
2.2 Huecas

d. Madera

1. Confieras

1.1 Clase “A”
1.2 Clase “B”

2. Latifoliadas.

2.1 Grupo I
2.2 Grupo II
2.3 Grupo III

3. Contrachapada

CIUDAD DE MÉXICO

e. Mixtas

1. Concreto-acero
2. Concreto-mampostería
3. Concreto-madera
4. Acero-mampostería
5. Acero-madera
6. Mampostería-madera

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir e Estructuras y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Norma! conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en la cláusulas de Requisitos de Elaboración, Alcances, Criterios de Medición Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.	NOM-012-STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.	NOM-013-STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Actividades de soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene	NOM-027-STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.	2.03.01.001	G.D.F.
Presentación del proyecto	2.03.02.002	G.D.F.
Edificaciones	2.03.02.002	G.D.F.
Cimentaciones	2.03.08.001	G.D.F.
Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (A.C.I.)		I.M.C.Y.C
Manual de Construcciones de Acero.		I.M.C.A.A.C.
Elementos de madera. Clasificación visual para maderas latifoliadas de uso estructural.	NMX-C-409	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. Los materiales que se propongan en el proyecto, para la construcción de la estructura, deben cumplir con los requisitos de calidad señalados en las Normas Técnicas Complementarias citadas en la cláusula “B” de Referencias, con lo prescrito en el proyecto o en su defecto lo indicado en el Libro 4 de estas Normas.

C.02. Para proyectar una estructura, se debe tomar en cuenta, el diseño arquitectónico, las cargas actuantes, el género y tipo de edificación, zona y micro zona donde va a ser construida, materiales de construcción y los lineamientos señalados en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en sus Normas Técnicas Complementarias.

C.03. Estructuras de concreto reforzado.- Para diseñar este tipo de estructuras, debe tomarse en cuenta:

a. Que de acuerdo a la masa específica en estado fresco y a la resistencia a la comprensión (fe), el concreto para usos estructurales puede ser:

1. Clase 1, con masa específica superior a 2, 200 kg/m3 y de fe > 24,5 MPa (f´c≥250 kgf/cm2) y módulo de elasticidad 14 000√ f´c.

2. Clase 2, con masa específica entre 1, 900 y 2, 200 kg/m3 y fe 24,5 MPa (f´c ≥ 250 kgf/cm2) y módulo de elasticidad 8 000√f´c.

b. En los planos de proyecto, deben quedar debidamente marcadas las dimensiones y los armados de todos los elementos, así como las varillas que tengan que ser soldadas o traslapadas, dimensiones de traslapes y ganchos y los elementos que vayan a quedar con acabado aparente, indicando el tipo de cimbra que deba usarse.

C.04. Estructuras de acero.- Para el proyecto de estructuras metálicas se debe tener en cuenta lo siguiente:

a. Todas las estructuras deben proyectarse con acero fabricado en el país y perfiles existentes en el mercado.

b. Cuando se trate de estructuras expuestas a la intemperie o en ambientes corrosivos, sus miembros deben diseñarse con la separación suficiente para darles periódicamente el mantenimiento adecuado.

CIUDAD DE MÉXICO

C.05. Mampostería (muros).- Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. Los muros de mampostería de tipo estructural pueden ser:

1. Diafragma.- Cuando proporcionan rigidez a un marco estructural, ante cargas laterales.

2. Confinado (de carga).- Cuando está reforzado con castillos y dalas. S relación de largo (L) a altura (h) no debe ser mayor de 1,33.

b. Para estructuras con más de dos niveles no deben emplearse muros fabricados con piedras naturales.

c. Para transmitir cargas verticales a la cimentación mediante muros de mampostería (muros de carga), sólo se permiten hasta cinco niveles c altura.

C.06. Estructuras mixtas.- Para el proyecto de estructuras mixtas, se deben tomar en cuenta las Normas Técnicas Complementarias establecidas para cada material constructivo.

C.07. Control y desarrollo del proyecto.- En los documentos contractuales se del indicar el tiempo para el desarrollo total del proyecto, así como el de entrega; parciales de partes específicas del mismo y además lo siguiente:

a. El proyectista a través de la unidad administrativa, se debe poner en contacto con los proyectistas de las instalaciones para coordinar sus trabajos.

b. En la fecha previamente fijada, el proyectista debe hacer entrega del trabe para que sea revisado en sus diferentes etapas.

c. El Gobierno el Distrito Federal convocará al proyectista, a las juntas revisión del proyecto que estime convenientes, así mismo para coordinar con proyectistas de instalaciones.

CIUDAD DE MÉXICO

C.08. El proyectista debe entregar el proyecto al Gobierno del Distrito Federal, con firma de aprobación del Director Responsable de Obra o el Corresponsable Estructural según sea el caso.

a. Planos

1. El proyectista debe presentar un juego de planos sin escala, en planta y una elevación de la estructura en conjunto de la edificación que se trate en original y copia debidamente acotadas; así mismo de las piezas que conforman los elementos estructurales. Cuando se traten de elementos

estructurales metálicos que se fabriquen en taller, debe entregar dichos planos para su fabricación, debidamente acotados. Así mismo, cuando se trate de perfiles estándar.

2. En cuanto a papel, escalas y tipo de letras debe observarse lo establecido en las especificaciones y alcances contractuales; y de no considerarse éstos en dichos documentos, se aplicará lo establecido en el capitulo 2.03.01.001 Presentación del Proyecto.

3. En cuanto a forma y tamaño, los planos deben sujetarse a lo indicado en el capítulo 2.03.01.001 Presentación del Proyecto, citado en la cláusula B de Referencias.

4. En los planos estructurales se deben fijar los mismos ejes que se establezcan en los planos arquitectónicos.

5. Los planos estructurales deben dibujarse sin escala y los detalles esquemáticos, deben estar acotados en milímetros.

6. Deben contener notas y especificaciones que indiquen como mínimo:

   6.1. Tipo de acero y resistencia a la tensión.

   6.2. Tipo de concreto y resistencia a la compresión.

   6.3. Tipos de acabados.

   6.4. Capacidad de carga del terreno.

   6.5. Clasificación de la zona donde se construirá la estructura.

   6.6. Cortes, dobleces y traslapes de varillas de refuerzo.

7. Simbología.- Para cada caso y tipo de estructura se debe dibujar en cada plano un cuadro de la simbología correspondiente.

b. Junto con los planos se deben entregar las memorias descriptiva y de cálculo, los estudios preliminares y complementarios que se realizaron para llevar a cabo el proyecto, las especificaciones propias del proyecto y el catálogo de conceptos de trabajo con sus respectivas unidades y cantidades de obra.

CIUDAD DE MÉXICO

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

D.01. ( ) Proyecto ejecutivo de estructuras. El importe para la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, maduros, memoria descriptiva y de cálculo, catálogo de concepto especificaciones, unidades de medida y cantidades de obra, manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos y personal técnico, operarios de computadoras programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; equipo de cómputo, impresora copiadoras, calculadoras y demás equipos y herramientas necesarios para correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con aproximación de decimales, medido según líneas de proyecto; o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir la superficie considerada en el proyecto, contar el número de planos terminados y arrobados; y para el caso de que unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en proyecto y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final del hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

( ) Proyecto ejecutivo de estructuras:	
( ) Metálicas	$/m2
( ) Metálicas	$/Plano
( ) Metálicas	$/Proyecto
( ) Concreto	$/m2
( ) Concreto	$/Plano
( ) Concreto	$/Proyecto
( ) Mampostería	$/m2
( ) Mampostería	$/Plano
( ) Mampostería	$/Proyecto
( ) Madera	$/m2
( ) Madera	$/Plano
( ) Madera	$/Proyecto
( ) Mixtas	$/m2
( ) Mixtas	$/Plano
( ) Mixtas	$/Proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Conjunto de estudios, memorias descriptivas y de cálculo, así como de planos **y** especificaciones para definir las características de los elementos que conforman una estructura para reforzar suelos y revestirlos.

A.02. Suelos reforzados. Elementos agregados que permiten incrementar la capacidad mecánica o estructural de un suelo.

A.03. Suelos revestidos. Modificación de la superficie original, mediante un recubrimiento que mejore la apariencia y su resistencia a la acción de diversas solicitaciones mecánicas.

A.02. Los proyectos para refuerzo de suelos, según su aplicación, se clasifican primordialmente para:

a. Muros de contención, con o sin talud.
b. Estribos de puentes.
c. Cortinas y vertedores de presas.
d. Muros de protección, estabilización y rehabilitación de taludes.

A.03. Según el tipo de refuerzo:

a. Horizontal,
b. Vertical.

A.04. Los proyectos para revestimiento de suelos, según su aplicación, se clasifican para:

a. Control de erosión
b. Estribos de puentes.
c. Estabilización de suelos
d. Protección de socavaciones

A.05. Según el tipo de refuerzo: Sin refuerzo

A.06. El objeto de realizar el proyecto de suelos reforzados y revestidos es el de lograr mediante el diseño de elementos estructurales, resistir los empujes horizontales del terreno natural donde se encuentra contenido, así también estabilizar los taludes y

protegerlos contra el intemperismo y erosión.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01. Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias		G.D.F.
Generalidades de anteproyecto	2.01.02.001	G.D.F.
Obras viales. Generalidades	2.03.03.001	G.D.F.
Presentación del proyecto.	2.03.01.001	G.D.F.
Obras viales. Intersección de vialidades.	2.03.03.008	G.D.F.
Exploración y muestreo de suelos para proyectos de cimentación.	2.214.05	PEMEX
Manual de diseño de obras civiles, Geotecnia. Propiedades físicas y mecánicas de los suelos.	B.22	C.F.E.
Topografía.	2.02.01.001	G.D.F.
Exploración y muestreo de materiales.	2.02.01.002	G.D.F.
Laboratorio para materiales de construcción.	2.02.02.001	G.D.F.
Geotecnia.	2.02.02.002	G.D.F.
Cimentaciones	2.03.08.001	G.D.F.
Estructuras.	2.03.08.002	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN DEL CONCEPTO.

E.01. Definido el anteproyecto de suelos reforzados se procede a elaborar el proyecto ejecutivo, para el cual se requerirán los siguientes estudios previos:

a. Topográfico que debe incluir entre otros datos: cotas, perfiles, secciones, trazo y nivelación, levantamiento de calles y construcciones adyacentes.

b. Estudios de mecánica de suelos que comprenden sondeos, estratigrafía, capacidad de carga del terreno, nivel de aguas freáticas, pruebas de consolidación, resistencia al corte u otros que sean necesarios.

c. Diseño geométrico de la obra en la que se utilizará el refuerzo de suelos, que debe incluir:

1. Proyectos y planos de la obra como son plantas, cortes y elevaciones del mismo, debidamente acotados.

2. Sobrecargas a las que se someterá el macizo de tierra, cargas vivas, muertas y accidentales.

E.02. Para cada proyecto en particular, de acuerdo a la clasificación mencionada en el inciso A.02, se requerirán los siguientes datos complementarios como mínimo:

a. Muro de contención (vertical o con talud).

1. Sección tipo del muro, con indicación de su altura, anchos de corona y de base, y la pendiente de su talud.
2. Perfil longitudinal del terreno natural correspondiente al paramento del muro.
3. Secciones transversales al muro.
4. Planta con el trazo del muro.
5. Si el muro debe ir desplantado en un terraplén, definir la distancia entre el paramento exterior del muro y la traza de la intersección de talud con el terreno natural.

b. Estribo de puente.

1. Geometría en planta del tablero del puente y localización de los paramentos exteriores de los tableros.
2. Forma de los aleros.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Cotas de apoyo de las trabes en el estribo.
4. Definición geométrica del tablero.
   4.1. Peralte de las trabes y distribución.
   4.2. Peralte de la losa.
5. Perfiles longitudinales del terreno natural a lo largo del estribo y aletas y cotas de las rasantes.
6. Talud de relleno de proyecto.
7. Secciones transversales perpendiculares al paramento.
8. Sobrecargas del tablero.
9. Capacidad de carga del terreno.

c. Cortinas y vertedores de presas.

1. Geometría en planta de la cortina.
2. Nivel de agua mínimo, máximo, medio y extraordinario.
3. Cota superior de la cortina.
4. Cota superior del vertedor de demasías.
5. Longitud de la cortina.
6. Longitud del vertedor.
7. Niveles de desplante y cortes.

d. Muros de protección, estabilización y rehabilitación de taludes.

1. Geometría del muro por proteger o rehabilitar.
2. Lo considerado en E.02.a. de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

E.03. El proyectista procederá a elaborar el proyecto del suelo reforzado con placas y materiales plásticos o acerados, de acuerdo a metodologías fundamentadas en mecánica de suelos, considerando los estudios y datos complementarios indicados en los incisos E.01 y E.02, para definir:

a. Geometría y dimensiones de las placas o elementos de protección del macizo de tierra reforzada, resistencia del concreto u otro material, fabricación, armado de las placas o elementos y su distribución, izaje y colocación de los mismos.

b. Cantidad, tipo y distribución de arranques de acero ahogados en la placa para sujeción de los elementos de refuerzo.

c. Tipo, geometría y distribución de los elementos de refuerzo, requisitos de resistencia mecánica y al ataque de agentes externos y accesorios con su espaciamiento vertical y horizontal.

d. Características granulométricas y físico-químicas del material de relleno así como su grado mínimo de compactación.

E.04. El proyecto debe estar integrado con los siguientes elementos:

a. Memorias descriptivas y de cálculo.

b. Planos generales y de detalle de la geometría de la estructura, con cortes y plantas de suelo reforzado, con:

1. Niveles de rasante y nivel superior del muro.
2. Nivel de terreno natural,
3. Nivel de desplante.
4. Nomenclatura de los elementos indicados en elevación.
5. Identificación de las piezas que integran el proyecto.
6. Placas de protección o elementos, indicando geometría, dimensiones y tipo de materiales.
7. Elementos de refuerzo, indicando geometría, dimensiones y características mecánicas, cuando se empleen placas y materiales plásticos o acerados.
8. Detalles de remates, desplantes, uniones con otras estructuras.
9. Juntas horizontales y verticales.
10. Plantillas y cadenas de desplante.
11. Si es necesario, indicar bancos de materiales para relleno, que reúna las características del proyecto.
12. Grado de compactación de las capas de relleno.

c. Especificaciones de fabricación de las placas o elementos prefabricados de concreto y de los elementos de refuerzo.

d. Pruebas a que debe someterse cada elemento del conjunto diseñado.

e. Instructivo de montaje de los elementos, señalando accesorios menores, herramientas, maquinaria y equipos recomendados, equipo humano requerido y descripción detallada del procedimiento constructivo.

f. Catálogo de conceptos de trabajo, alcances unidades de medida, su forma de medición y cantidades de obra.

CIUDAD DE MÉXICO

g. Manual de conservación y mantenimiento.

E.05. El material de relleno debe cumplir con las siguientes características granulométricas:

a. La cantidad del material de la muestra que pase por la malla 0,075 debe ser menor del 15%.

b. Si contiene un porcentaje mayor del 15% que pasa la malla 0,075 aceptará siempre y cuando:

1. El porcentaje de partículas menores a 0,015 mm determinado la prueba de velocidad de sedimentación, sea inferior al 10%.

2. El porcentaje de partículas menores a 0,015 mm e comprendido entre el 10% y el 20% y su ángulo de fricción interna sea superior a 25°.

3. No contenga pieza alguna superior a 250 mm.

E.06. Para proyectos donde se utilicen refuerzos metálicos, el material previsto como relleno debe cumplir con las siguientes características electroquímicas.

a. Resistividad eléctrica mínima (medida sobre célula normalizada tierra):

1,000 ohm/cm para obras en seco.

3,000 ohm/cm para obras inundables.

b. El pH debe estar comprendido entre 5 y 10.

c. El contenido de sales solubles debe determinarse en los materiales que tengan una resistividad comprendida entre 1,000 y5,000 ohm/cm además:

1. Para obras en seco, el contenido de cloruros debe ser menor 200 mg/kg como (Cl) y el contenido de sulfatos solubles en agua menor de 1,000 mg/kg como ($SO_4^{=}$).

2. Para obras inundables, el contenido de cloruros debe ser menor de 100 mg/kg como (CP) y el contenido de sulfatos solubles agua, menor de 500 mg/kg como ($SCO_4^{=}$).

E.07. El proyectista debe considerar que cuando el material de relleno no reúna los requisitos establecidos en E.06, debe seleccionar otro banco, previas pruebas de laboratorio que garanticen que el nuevo material satisface las especificaciones de proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08 En todo proyecto donde se utilice algún suelo como material de relleno, que aún y cuando éste cumpla con el peso especifico requerido, se debe verificar que no sea susceptible de tubificarse. En forma general, no se debe especificar el uso de arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o ninguno (SP), n¡ arenas limosas o mezclas de arena y limo (SM) como relleno, así como limos inorgánicos de baja compresibilidad (ML), según el Sistema Único de Clasificación de Suelos (SUCS);

E.09 El proyecto debe indicar que la compactación, debe hacerse en capas de 20 cm e indicarse que esta compactación se hará en forma manual o mecánica, teniendo cuidado de no maltratar o golpear las piezas prefabricadas.

E.10. El proyecto ejecutivo de suelos revestidos requiere de los estudios siguientes:

a. Topográfico que debe incluir entre otros datos: cotas, perfiles, secciones, trazo y nivelación, levantamiento de vialidades o zonas urbanas adyacentes.

b. Estudios de mecánica de suelos que comprenden sondeos, estratigrafía, capacidad de carga del terreno, nivel de aguas freáticas, pruebas de consolidación, resistencia al corte u otros que sean necesarios.

c. Diseño geométrico de la obra en la que se utilizará el revestido de suelos, que debe incluir:

1. Proyectos y planos de la obra como son plantas, cortes y elevaciones del mismo, debidamente acotados.

2. Sobrecargas a las que se someterá, cargas vivas, muertas y accidentales.

CIUDAD DE MÉXICO

E.11. De acuerdo con la clasificación mencionada en el inciso A.04 para evitar la erosión, proteger los estribos de puentes, estabilizar suelos y proteger socavaciones, se requerirán los datos complementarios siguientes:

a. Plano topográfico planimétrico
b. Perfiles del terreno natural y cotas de las rasantes
c. Talud de proyecto
d. Secciones transversales y perpendiculares de la superficie a revestir.

E.12. El proyectista debe elaborar el proyecto de revestimiento de suelos de acuerdo con metodologías fundamentadas en mecánica de suelos, considerando los estudios y datos complementarios indicados a

continuación, para definir:

a. Geometría y dimensiones, espesores y resistencias del concreto hidráulico en el colchón de revestimiento.

b. Cantidad, tipo y distribución de trincheras perimetrales e intermedias (de ser necesarias debido a superficies demasiado extensas para ser revestidas), como anclaje del sistema.

c. Características granulométricas y físico-químicas del suelo por revestir, así como su grado de compactación.

E.13. El proyecto de revestido de suelos y estabilización de taludes debe estar integrado con los siguientes elementos:

a. Memorias descriptiva y de cálculo.
b. Planos generales y de detalle de la geometría del revestido y estabilización de talud con plantas y cortes; con:

1. Niveles de rasante y nivel superior del lomo del talud
2. Nivel del terreno natural
3. Nivel de desplante
4. Nomenclatura de los elementos que constituyen el revestido, indicados en planta y elevación.
5. Identificación de todos los componentes que integran el proyecto
6. Detalles de remates, desplantes, uniones con otras estructuras adyacentes
7. Detalle del cosido de los tramos de los geotextiles
8. De ser necesario, indicar bancos de préstamo de materiales para mejoramiento del nivel de desplante del revestimiento
9. Grado de compactación del terreno que será revestido.
10. Resultado de las pruebas necesarias de mecánica de suelos
11. Especificaciones de fabricación del concreto hidráulico en las que se considere entre otras: pruebas y resultados esperados del concreto hidráulico, resistencia a la compresión, resistencia a la acción turbulenta, resistencia a la acción agresiva del agua por sus componentes, su relación agua-cemento de acuerdo con lo establecido en proyecto y la resistencia del geotextil a los rayos ultravioleta.
12. Catálogo de conceptos de trabajo, alcances, unidades de medida, cantidades de obra y su forma de pago
13. Manual de conservación y mantenimiento.

CIUDAD DE MÉXICO

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

F.01 El proyecto de suelos reforzados o revestidos puede formar parte del proyecto ejecutivo de la estructura de que se trate, de acuerdo a la clasificación del inciso A.02 y del A.04; en este caso, la base de pago queda comprendida en el proyecto ejecutivo.

F.02. En los alcances del proyecto de suelos reforzados o revestidos debe considerarse en el diseño, la asistencia del proyectista durante el proceso de construcción de la obra, en los aspectos conducentes de asesoría, visitas de inspección y reuniones de trabajo con las áreas constructivas y de supervisión.

F.03 Cuando la empresa proveedora de los elementos de refuerzo o revestido sea a la vez proyectista, el Gobierno del Distrito Federal determinará la base de pago del proyecto, que debe quedar incluido en el precio de suministros de dichos elementos.

F.04. ( ) Elaboración de proyecto de suelos reforzados. El importe de la elaboración del proyecto incluye: honorarios de proyectistas, dibujantes, capturistas, técnicos en informática y el personal auxiliar necesario para su correcta ejecución; así como los estudios topográficos, de mecánica de suelos y. pruebas de laboratorio que se requieran; la elaboración de los planos de conjunto, cortes y detalles necesarios, memorias descriptiva y de cálculo, catálogo de conceptos de trabajo, unidades de medida y forma de medición,, cantidades de obra, especificaciones manuales de procedimientos de construcción y de conservación y mantenimiento; los equipos de cómputo y dibujo, impresoras, copiadoras, calculadoras y demás accesorios necesarios para la correcta elaboración del proyecto, los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adiciónales. El proyectista debe entregar el proyecto completo a satisfacción del Gobierno del Distrito Federal en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el plano, el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe contar el número de planos terminados y aceptados, o medir la superficie considerada según términos de referencia; y para el caso de que la unidad de medida sea el proyecto, el importe o pago total que deba cubrirse al proyectista, debe ser por ministraciones que se establecerán en el contrato. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno Distrito Federal.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS.

( ) Elaboración de proyecto de suelos reforzados.

CIUDAD DE MÉXICO

( ) Proyecto para refuerzos de suelos. $/plano

( ) Proyecto para refuerzos de suelos. $/m^2

( ) Proyecto para refuerzos de suelos. $/proyecto

F.05. ( ) Elaboración de proyecto de suelos revestidos. El importe de la elaboración del proyecto incluye: honorarios de proyectistas, dibujantes, capturistas, técnicos en informática y el personal auxiliar necesario para su correcta ejecución; así como los estudios topográficos, de mecánica de suelos y. pruebas de laboratorio que se requieran; la elaboración de los planos de conjunto, cortes y detalles necesarios, memorias descriptiva y de cálculo, catálogo de conceptos de trabajo, unidades de medida y forma de medición, cantidades de obra, especificaciones manuales de procedimientos de construcción y de conservación y mantenimiento; los equipos de cómputo y dibujo, impresoras, copiadoras, calculadoras y demás accesorios necesarios para la elaboración correcta del proyecto, los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto completo a satisfacción del Gobierno del Distrito Federal en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el plano, el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, o el proyecto

Para efectos de cuantificar se debe contar el número de planos, medir la superficie de planos, o verificar mediante porcentaje de avance del proyecto, aprobado por la supervisión, según lo establecido en los términos de referencia y líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se debe contar el número de planos terminados y aceptados, o medir la superficie considerada y para el caso de que la unidad de medida sea el proyecto, el importe o pago que deba cubrirse al proyectista, debe ser por ministraciones que se establecerán en el contrato. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno Distrito Federal.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS.

( ) Elaboración de proyecto de suelos revestidos.

( ) Proyecto para revestido de suelos. $/plano

( ) Proyecto para revestido de suelos. $/m^2

( ) Proyecto para revestido de suelos. $/proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPITULO	001	HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y PLUVIALES

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. En el caso de instalaciones hidráulicas, es el conjunto de cálculos, planos, especificaciones y cuantificación de los diversos elementos constitutivos de la instalación, tales como tubos, piezas especiales y válvulas, destinadas a proveer, conducir y distribuir el agua potable en una edificación, en la cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades de la misma.

Conforme a la temperatura del agua conducida, las instalaciones hidráulicas pueden ser de agua fría, de agua caliente (cuando la temperatura es superior a 318 K (45° C), o una combinación de ambas.

A.02. Por proyecto de instalaciones sanitarias y pluviales se entiende al conjunto de cálculos, planos, especificaciones y cuantificación de los diversos elementos constitutivos de la instalación tales como tubos, piezas especiales, accesorios y registros, cuya finalidad es dar salida hacia la red de alcantarillado a las aguas negras, jabonosas, pluviales y de desechos industriales de una edificación. Conforme al líquido conducido, las instalaciones sanitarias pueden ser de: aguas negras, aguas jabonosas, aguas pluviales, desechos industriales o combinación de las anteriores.

B. REFERENCIAS

CIUDAD DE MÉXICO

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Pluviales y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Código sanitario		S.S.
Reglamento de Ingeniería Sanitaria		S.S.
Ley para las Personas con Discapacidad del Distrito Federal.		G.D.F.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias		G.D.F.
Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje		G.D.F.
Ley de Aguas del Distrito Federal		G.D.F.
Generalidades de anteproyectos	2.01.02.001	G.D.F.
Presentación del proyecto	2.03.01.001	G.D.F.
Normas de Ingeniería de Diseño para Proyectos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias		I.M.S.S.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. Para definir la superficie destinada a sanitarios o baños y la distribución de muebles en su interior, se debe tomar en cuenta:

a. Tipo de construcción y uso que se le asigne.

b. Número de usuarios y frecuencia promedio de uso.

c. Tipo de muebles sanitarios de acuerdo con sus medidas y características.

d. Situación de acceso al local y el lado o lados, donde se encuentren iluminación y la ventilación.

e. Circulaciones internas en el sanitario o baño y modo de uso de los muebles y accesorios.

f. Área total disponible para desarrollar el proyecto.

C.02. La colocación de los muebles sanitarios debe hacerse de tal manera que facilite y haga cómodo su uso. A continuación se establecen las alturas mínimas y localizaciones de uso de los siguientes muebles:

a. En excusados y bidets el eje de la tubería de descarga estará a 30 cm del paramento del muro terminado (posterior).

b. El borde superior del lavabo debe estar a 80 cm del nivel de piso terminado.

c. EL borde superior del vertedero debe estar a 60 cm del nivel de piso terminado.

d. El nivel mínimo del borde superior del mingitorio debe estar a 60 cm del nivel de piso terminado.

C.03 En la ejecución del proyecto, debe considerarse lo establecido en la Ley para las Personas con Discapacidad del Distrito Federal.

C.04. Cuando el número de tuberías así lo requiera, éstas deben concentrarse en el menor número posible de ductos verticales y/o horizontales; los ductos verticales deben tener acceso para inspección, ya sea por el interior de los locales desde la base o desde la parte superior, por medio de escaleras marinas. En el caso de los conductos horizontales es preferible situarlos bajo pasillos o zonas de circulación.

CIUDAD DE MÉXICO

C.05. Las dimensiones libres en los ductos deben ser tales que permitan el paso de un operario para reparar o dar mantenimiento a las instalaciones que contenga.

C.06. Todo el sistema de tuberías ya sea en los ductos o en el exterior, debe estar provisto de abrazaderas o soportes metálicos con suficiente rigidez, apropiados para absorber movimientos por contracción, expansión y vibración, así como cargas por viento o sismo.

C.07. Todas las piezas especiales deben cumplir satisfactoriamente su función de liga de tubos, accesorios y muebles, sin que presente falla por fuga, exceso de presión o degradación del material. Todas las salidas de agua de la instalación hidráulica deben contar con dispositivos automáticos ahorradores de agua, capaces de regular la presión alta, media y baja.

C.08. Las instalaciones deben proyectarse de manera de ser fácilmente reparables.

C.09. Los muebles sanitarios, dispositivos y aditamentos deben alimentarse con el agua suficiente, a la presión necesaria para su correcto funcionamiento, sin provocar ruidos indeseables bajo condiciones normales de operación y contar ce dispositivos automáticos ahorradores de agua, para presiones alta, media y baja.

C.10. La velocidad del agua en las tuberías debe ser menor a 3 m/seg, para que el ruido no cause molestias a los usuarios.

C.11. Cuando se proyecten sistemas de bombeo, deben considerarse unidades dobles a los elementos principales, para mantener el servicio en previsión de fallas o durante trabajos de mantenimiento.

C.12. Para el diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se deben tomar en cuenta las indicaciones establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, especialmente el Titulo V y las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

C.13. Para el dimensionamiento de los diámetros de tubos y demás elementos de las instalaciones, deben aplicarse los métodos y fórmulas reconocidas en mecánica de fluidos, así como las recomendaciones especiales que proporcionen los fabricantes de tubos y accesorios.

C.14. Para representar en los planos de proyectos, los diversos elementos constitutivos de las instalaciones, se debe emplear una simbología clara y precisa, que no de motivo a confusiones.

En la Figura 1 se muestran algunos símbolos, que pueden ser utilizados en los planos respectivos, a la escala que se requiera.

C.15. Todo proyecto debe incluir las perspectivas isométricas de las líneas, las cuales pueden dibujarse por secciones, con objeto de evitar confusión, lograr una interpretación correcta de los planos en planta y permitir cuantificar debidamente los materiales (tubos y piezas).

En todos los casos se debe indicar la correspondencia de cada perspectiva con las plantas y con el sistema en conjunto.

C.16. Todo proyecto debe contener la cuantificación detallada de materiales, válvulas y piezas especiales; se deben agrupar por tipo de instalación y de acuerdo a las; diferentes secciones en que fueron diseñadas.

C.17. Dependiendo del grado de dificultad que represente el tipo de instalaciones por proyectar, puede ejecutarse por separado el anteproyecto respectivo.

C.18. Las instalaciones deben ser diseñadas para consumir la menor cantidad de agua sin dejar de surtir la necesaria tanto para usos personales como para los servicios de limpieza.

C.19. Los tubos y piezas especiales que se empleen en las instalaciones hidráulicas pueden ser de cobre, fierro galvanizado, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad, o cualquier otro material seguro y aprobado.

C.20. Los baños deben ser acondicionados con regadera, salvo indicación específica del uso de tina.

Los excusados y mingitorios con fluxómetro deben colocarse únicamente en aquellos lugares públicos donde se prevea un continuo y frecuente uso de los servicios sanitarios, como sucede en terminales de autobuses, salones de espectáculos, edificios de oficinas, entre otros.

La capacidad máxima del tanque de los excusados debe ser de seis litros, equipado con válvula de flotador metálica (no se permite el uso de válvulas de materiales plásticos).

C.21. Para evitar las sobrepresiones ocasionadas por golpes de ariete, se deben instalar los dispositivos adecuados, tales como válvulas o cámaras de expansión colocadas en las tuberías, cerca de las salidas.

CIUDAD DE MÉXICO

C.22. A la línea de alimentación de un grupo de muebles sanitarios, que se encuentren en determinado espacio, se le debe instalar una válvula de seccionamiento para que sea posible aislar ese conjunto cuando se requiera efectuar alguna reparación.

C.23. Cuando se tengan presiones superiores a 0,49 MPa (5 kgf/cm2) en la instalación interior de alguna edificación, principalmente en los niveles inferiores, se deben colocar las válvulas reductoras de presión necesarias o algún otro dispositivo de efecto similar, para que la presión en las tuberías no sobrepase dicho valor.

C.24. Las cisternas, los tinacos y el equipo de bombeo deben ubicarse en zonas libres de contaminación y previsibles de no ser contaminadas; así mismo se debe cuidar que tal ubicación prevea que el recorrido de la tubería tenga la menor longitud posible.

Los tinacos deben colocarse a una altura mínima de dos metros sobre el nivel del punto vertedor más alto.

La capacidad de almacenamiento en cisternas y tinacos debe ser como mínimo, el volumen de un día de consumo, en previsión de que se interrumpa el servicio público.

C.25 Para proporcionar el gasto y la presión necesarios dentro de una edificación deben diseñarse los sistemas de bombeo apropiados; deben localizarse preferentemente, en la infraestructura del edificio, con accesos convenientes para facilitar su instalación, operación y mantenimiento.

C.26. El caudal de agua requerido por cada mueble se debe cuantificar por unidad consumo, el cual puede evaluarse de acuerdo con la Tabla 1.

C.27. El gasto que corresponda a las unidades de consumo acumuladas pueden cuantificarse con los datos indicados en las Gráficas 1 y 2 y la Tabla 2

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Unidades de consumo para el cálculo de tuberías de distribución de agua en edificios.

Mueble	Tipo	Unidades de consumo		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Lavabo	Privado	1	0,75	0,75
Bidet	Privado	1	0,75	0,75
Regadera	Privado	2	1,50	1,50
Fregadero	Privado	2	1,50	1,50
Vertedero	Oficinas	3	2	2
Lavadero	Privado	3	2	2
Fregadero lavaplatos	Con llave	3	2	2
Mingitorio	Con llave	3	3	-
Mingitorio	Fluxómetro	5	5	-
Excusado privado	Tanque	3	3	-
Excusado privado	Fluxómetro	5	5	-
Excusado público	Fluxómetro	5	5	-
Grupo de baño	Con inodoro (tanque)	6	4	3

Para muebles no enlistados en esta tabla, se deben tomar las unidades de consumos de muebles similares.

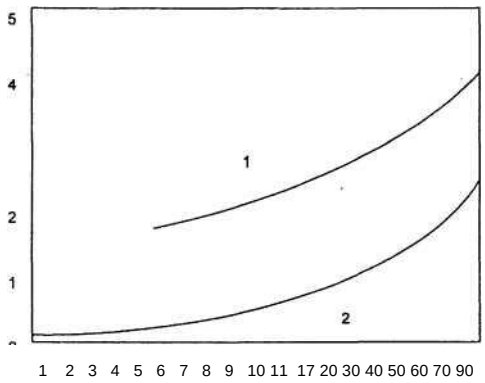
CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 2. Conversión de unidades mueble a litros por segundo

Gasto	Unidades mueble.		Gasto	Unidades mueble		Gasto	Unidades mueble	
(LPS)	TANQUE	FLUXÓMETRO	(LPS)	TANQUE	FLUXÓMETRO	(LPS)	TANQUE	FLUXÓMETRO
0.063	0		2.77	103	35	8.83	585	490
0.13	1		2.84	107	37	9.14	611	521
0.19	3		2.90	111	39	9.46	638	559
0.25	4		2.96	115	42	9.77	665	596
0.32	6		3.03	119	44	10.09	692	631
0.38	7		3.09	123	46	10.40	719	666
0.44	8		3.15	127	48	10.72	748	700
0.50	10		3.22	130	50	11.04	778	739
0.57	12		3.28	135	52	11.35	809	775
0.63	13		3.34	141	54	11.67	840	811
0.69	15		3.41	146	57	11.99	874	850
0.76	16		3.47	151	60	12.62	945	931
0.82	18		3.53	155	63	13.25	1018	1009
0.88	20		3.60	160	66	13.88	1091	1091
0.95	21		3.66	165	69	14.51	1173	1173
1.01	23		3.72	170	73	15.14	1254	1254
1.07	24		3.78	175	76	15.77	1335	1335
1.13	26		3.91	185	82	16.40	1418	1418
1.20	28		4.04	195	88	17.03	1500	1500
1.26	30		4.16	205	95	17.66	1583	1583
1.32	32		4.29	215	102	18.29	1668	1668
1.39	34	5	4.42	225	108	18.92	1755	1755
1.45	36	6	4.54	236	116	19.55	1845	1845
1.51	39	7	4.67	245	124	20.19	1926	1926
1.58	42	8	4.79	254	132	20.82	2018	2018
1.64	44	9	4.92	264	140	21.45	2110	2110
1.70	46	10	5.05	275	148	22.08	2204	2204
1.77	49	11	5.17	284	158	22.71	2298	2298
1.83	51	12	5.30	294	168	23.34	2388	2388
1.89	54	13	5.43	305	176	23.97	2480	2480
1.95	56	14	5.55	315	186	24.60	2575	2575
2.02	56	15	5.68	326	195	25.23	2670	2670
2.08	60	16	5.80	337	205	25.86	2765	2765
2.14	63	18	5.93	348	214	26.49	2862	2862
2.21	66	20	6.06	359	223	27.13	2960	2960
2.27	69	21	6.18	370	234	27.76	3060	3060
2.33	74	23	6.31	380	245	28.39	3150	3150
2.40	78	25	6.62	406	270	31.54	3620	3620
2.46	83	26	6.94	431	295	34.70	4070	4070
2.52	86	28	7.25	455	329	37.85	4480	4480
2.59	90	30	7.57	479	365	44.15	5380	5380
2.65	95	31	7.89	506	396	50.47	6280	6280
2.71	99	33	8.20	533	430	56.77	7280	7280
			8.52	559	460	63.08	8300	8300

Gráfica 1.

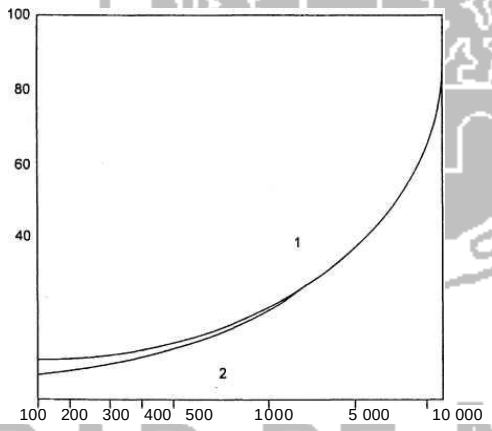
Gasto
Litros por segundo



Unidades mueble
Curva 1: Muebles con fluxómetro

Gráfica 2

Gasto
Litros por segundo



Curva 2: Muebles con válvula convencional.

CIUDAD DE MÉXICO

C.28. Los requerimientos de agua caliente por persona, por muebles o por servicios, para calcular la capacidad del equipo calentador, se pueden estimar conforme a las Tablas 3 y 4 que se indican a continuación.

Tabla 3. Consumo de agua caliente por persona y servicio en varios tipos de edificios.

Clase de edificio	Agua caliente necesaria en litros por persona y día.	Consumo máximo horario en relación al consumo diario	Duración del periodo de consumo máximo (horas)	Capacidad de almacenamiento en relación al consumo diario	Capacidad del calentador en relación al consumo diario.
Viviendas de departamentos, hoteles.	75 a 150	1/7	1	1/5	1/7
Oficinas	7,5 a 11	1/5	2	1/5	1/6
Fábrica y talleres	20	1/3	1	2/5	1/8
Restaurantes	7 litros por comida	-	-	1/10	1/10
Restaurantes (tres comidas diarias)	-	1/10	8	1/5	1/10
Restaurantes (una comida diaria)	-	1/5	2	2/5	1/6

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 4. Consumo de agua caliente por mueble y coeficientes de consumo máximo y almacenamiento.

(Gasto en litros por hora y por mueble a 333 K (60º C))

Tipo de mueble	Edificio de departamentos	Clubes	Hoteles	Fábricas	Edificios para despachos	Residencias	Escuelas	Hospitales
Lavado privado	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavado público	15	25	30	45	25	-	57	23
Tina	75	75	75	-	-	75	-	76
Lavaplatos	55	190	190	76	-	55	76	190
	-	570	760	379	-	-	379	570
Fregadero	40	76	114	76	76	40	76	76
Lavadero	76	106	106	-	-	76	-	106
Tarja	20	38	38	-	38	20	38	38
Regaderas	114	570	284	852	114	114	852	284
Vertedero de aguas sucias	76	76	114	76	76	57	76	76
Coeficiente de consumo máximo (1)	0,30	0,30	0,25	0,40	0,30	0,30	0,40	0,25
Almacenamiento (2)	1,25	0,90	0,80	1,00	2,00	0,70	1,00	0,60

Notas:

(1).- Los requerimientos exactos deben tomarse de la información proporcionada por el fabricante para cada modelo.

(2).- Este valor es el coeficiente de la capacidad del tanque y la máxima demanda probable por hora. Esta capacidad puede ser reducida cuando se cuenta con una alimentación ilimitada de vapor.

CIUDAD DE MÉXICO

C.29. Para reducir pérdidas de calor del agua caliente a través de las tuberías, éstas se deben cubrir con un aislante térmico adecuado, protegido contra la intemperie u otros agentes externos.

C.30. Las tuberías de drenaje sanitario pueden ser colocadas bajo el piso o bien suspendidas o apoyadas en los elementos estructurales del edificio. Los tubos y piezas especiales que se empleen en las instalaciones sanitarias pueden ser de fierro fundido, policloruro de vinilo (PVC), fierro galvanizad, concreto o fibro cemento.

C.31. Las redes de albañales en el piso se deben instalar a una distancia mínima de un metro de los muros de la edificación.

Deben evitarse tuberías que presenten contracorrientes, falta de continuidad en su pendiente o conexiones a 90°, éstas sólo pueden aceptarse, si se colocan cajas de registro o en cambios de dirección de la horizontal a la vertical.

C.32. Los registros deben ubicarse preferentemente en las áreas de circulación o en lugares donde no interfieran con otras instalaciones del edificio. En el lugar inmediato anterior al cruce del albañal con el límite del predio y la vía pública, debe colocarse un registro.

C.33. En el inicio de toda línea de albañal, debe colocarse un registro. Cuando los albañales sean visibles, los registros podrán sustituirse por tapones-registro con diámetro no menor a 10 cm.

C.34. Las descargas del agua de desecho de las edificaciones a la red pública de alcantarillado, deben diseñarse para operar por gravedad; si esto no es posible se debe estudiar el caso para establecer las condiciones de descarga con bombeo si es necesario.

C.35. Dicho sistema de bombeo constará de cárcamos de bombeo sellados herméticamente y con la ventilación adecuada, dispuesta de manera tal, que evite malos olores dentro del edificio. La capacidad mínima debe ser la equivalente al volumen descargado en 24 horas.

Las bombas y motores deben instalarse en forma duplicada, una para operar con energía eléctrica y otra con gasolina, para evitar la suspensión del servicio en casos de emergencia o por servicio de mantenimiento de los propios equipos.

CIUDAD DE MÉXICO

C.36 Cuando las aguas residuales contengan contaminantes cuyo vertido directo a la red pública esté prohibido por la legislación correspondiente, se debe diseñar el tratamiento previo requerido, para dar cumplimiento a los ordenamientos legales.

C.37 A todas las instalaciones sanitarias se les debe proveer de un sistema de ventilación adecuado que no ocasione sifón, aspiración o forzamiento de los sellos hidráulicos bajo condiciones normales de uso y trabajo.

C.38. El sistema de ventilación debe instalarse a manera de minimizar la obturación de las tuberías y el regreso al interior de los gases expulsados.

C.39. En edificios públicos deben proyectarse tuberías de ventilación para todo conjunto de excusados y mingitorios; puede ser una ventilación común si no excede de cinco excusados y ocho mingitorios que descarguen a un mismo tubo.

C.40. El diámetro de las tuberías de ventilación debe estar en relación con el diámetro de las descargas y con la longitud del tubo ventilador.

Ningún conducto o ramal de ventilación debe tener un diámetro inferior a la mitad del diámetro de la descarga que ventila y no ser menor a 32 mm (1 ¼”).

En la Tabla 5 se señalan, para fines de diseño, los diámetros de ventilación en función de las descargas.

C.41. El caudal que desaloja cada tipo de mueble se debe evaluar en forma similar al establecido para las instalaciones hidráulicas. En la Tabla 6 se proporcionan las unidades de descarga según el tipo de mueble de salida.

C.42. El diámetro de las tuberías de descarga de aguas negras no debe ser menor d 100 mm (4”).

C.43. En las instalaciones pluviales, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Las azoteas de los edificios deben tener para su buen drenaje un pendiente mínima del 1,5% hacia las coladeras.

b. Para bajadas de aguas y conducciones de las mismas, se deben usar tubo con diámetro mínimo de 75 mm.

c. Por cada 100 m2 o fracción de azotea o patio, se debe proyectar una coladera.

d. No se permite que las azoteas, terrazas, marquesinas o patios superior con superficie igual o mayor a 2,5 m2 o lado mayor a 1,5 m, drene libremente a niveles interiores o exteriores por medio de gárgolas, goteros cualquier otro sistema de escurrimiento libre.

e. Cuando el drenaje de la zona o localidad sea del tipo separado, la descare pluvial se debe proyectar junto con el sistema de aguas claras o jabonosas.

f. Cuando el sistema al que se vaya a descargar sea del tipo combinado, se deben proyectar coladeras con cierre hidráulico; en azoteas o área superiores se pueden instalar coladeras sin cierre hidráulico, siempre cuando en la parte superior de las bajadas se instale un sifón o cualquier otro artefacto con obturación hidráulica.

CIUDAD DE MÉXICO

En el caso de que el drenaje sea combinado, no se permite que las coladeras se proyecten sobre las tapas de los registros.

C.44. El proyecto debe presentarse utilizando los símbolos establecidos en la Tabla7.

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

D.01.( ) Proyecto de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales. El importe para la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, maduros, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos, unidades de medida y cantidades de obra; manuales de operación y mantenimiento, los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos, dibujantes, personal técnico u operarios de equipos de cómputo, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado, con aproximación de dos decimales, medidas según líneas de proyecto; el plano; la salida; o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir la superficie cubierta por la instalación considerada en el proyecto; o contar el número de planos terminados y aceptados; o contar el número de salidas aprobadas; y para el caso de que la unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo las etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

( )	Proyecto de instalaciones hidráulicas	$/ m2
( )	Proyecto de instalaciones sanitarias	$/m2
( )	Proyecto de instalaciones pluviales	$/ m2
( )	Proyecto de instalaciones hidráulicas	$/Plano
( )	Proyecto de instalaciones sanitarias	$/Plano
( )	Proyecto de instalaciones pluviales	$/Plano
( )	Proyecto de instalaciones hidráulicas	$/Salida
( )	Proyecto de instalaciones sanitarias	$/Salida
( )	Proyecto de instalaciones pluviales	$/Salida
( )	Proyecto de instalaciones hidráulicas	$/Proyecto
( )	Proyecto de instalaciones sanitarias	$/Proyecto
( )	Proyecto de instalaciones pluviales	$/Proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 5.- Diámetro de ventilación en función de las descargas

Muebles individuales	Unidades de carga	Diámetro en mm.
Bebedero	0,5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	1	50
Excusado de tanque	4	75
Excusado de fluxómetro	8	75
Fregadero	2	38
Fregadero con triturador	3	38
Lavabo	2	38
Lavabo colectivo (cada uno con juego de llaves)	2	38
Unidad dental	1	32
Lavadero	2	38
Lavadora de trastos domésticos	2	38
Mingitorios con pedestal	8	75
Mingitorio de pared	4	38
Mingitorio colectivo (cada 60 cm)	2	38
Regadera	2	50
Tina	2	38
Vertedero para servicio	3	75
Vertedero para servicio con trampa	2	50
Vertedero para cocina	4	38

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6 Diámetro de tubos y unidades de descarga según tipo de mueble.

Diámetro de descarga en mm	Unidad mueble	Diámetro de la ventilación requerida en mm.						
		32	38	50	64	75	100	150
32	2	15						
38	8	9	46					
38	10	9	30					
50	12	9	23	61				
50	20	8	15	46				
64	42		9	30	91			
75	10		9	30	61	185		
75	30			18	61	152		
75	60			15	25	122		
100	100			11	30	79	305	
100	200			9	28	76	274	
100	500			6	21	55	213	
125	200				11	25	107	
125	500				9	21	91	
125	1100				6	15	61	
150	350				8	15	61	396
150	620				5	9	38	335
150	960					7	30	305
150	1900						15	152
200	600						12	122
200	1400						9	107
200	2200						8	76
200	3600							38
250	1000							30
250	2500							25
250	5600							15

Tabla 7.- Simbología para instalación hidrosanitaria.

	Drenaje
	Ventilación
	Bajada de aguas negras
	Bajada de aguas pluviales
	Toma domiciliaria
	Agua fría
	Agua caliente
	Retorno de agua caliente
	Jabón líquido
	Codo hacia abajo
	Codo hacia arriba

	"TEE" hacia abajo
	"TEE" hacia arriba
Tipos de conexión	
	Bridado
	Roscado
	Campana y espiga
	Soldadura eléctrica
	Soldadura con cautín
	Tuerca unión
	Reducción concéntrica
	Reducción excéntrica
	Junta de expansión

(Continua)

R	Registro tapón
	Camisa
	Válvula de globo
	Válvula de compuerta
T	Válvula reguladora de temperatura
	Válvula de no retorno (check)
	Válvula de flotador
P	Válvula reguladora de presión
TP	Válvula reguladora de temperatura y presión
	Válvula de alivio
	By – Pass

	Cedazo, colador o filtro
	Trampa de vapor
	Manómetro
	Termómetro
R R	Registro con cierre ajustado
R R	Registro con cierre hermético
	Coladera de piso
FS FS	Fosas sépticas
	Drenes
	Sifones
	Obturación hidráulica tipo bote

Concluye.

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPÍTULO	002	GAS COMBUSTIBLE

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Conjunto de cálculos, planos, especificaciones y cuantificación de los diversos elementos que constituyen una instalación para aprovechamiento y distribución de gas L.P. o natural; tales como recipientes portátiles, no portátiles (estacionarios), redes de tuberías, piezas especiales, accesorios de control y seguridad necesarios y adecuados para almacenar y conducir el gas desde los recipientes que lo contienen hasta los aparatos del usuario.

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

a. Aprovechamiento doméstico. El consumo de gas L.P. en fase vapor por los aparatos

b. Aprovechamiento comercial. El consumo de gas L.P. en fase vapor por los aparatos de consumo que lo utilizan como combustible para elaborar productos para su venta o proporcionar servicios que se comercializan directamente con el consumidor final.

c. Aprovechamiento industrial. El consumo de gas L.P. en fase vapor por los aparatos de consumo que lo utilizan para realizar procesos industriales o para elaborar productos que sirvan como materia prima para otros procesos.

d. Caída de presión. La pérdida de presión ocasionada por fricción u obstrucción al pasar el gas a través de tuberías, válvulas, accesorios, reguladores y medidores.

e. Caída de Presión Máxima Permisible (CPMP). Caída de presión máxima permitida en la instalación de aprovechamiento para el funcionamiento óptimo de todos los equipos de consumo de gas natural, trabajando a sus condiciones de flujo máximo, expresada en kPa (kg_f/cm^2).

f. Dictamen de verificación. Documento que emite la Unidad de Verificación en que se hace constar la evaluación de conformidad de la norma.

g. Gas inerte. Gas no combustible, no tóxico, no corrosivo.

h. Gas Licuado de Petróleo (L.P.). Combustible en cuya composición predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas.

i. Gas o gas natural. Mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano, conforme con la norma oficial mexicana NOM-001-SECRE vigente.

CIUDAD DE MÉXICO

j. Instalación de aprovechamiento. Sistema formado por dispositivos para recibir y/o almacenar gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y/o controlar su flujo y/o en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo.

k. Máxima Presión de Operación (MPOP). Es la máxima presión a la cual se puede permitir la operación de la instalación de aprovechamiento para el correcto funcionamiento de los aparatos de consumo en condiciones de máxima demanda.

l. Medidor volumétrico. Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas L.P. en estado de vapor o líquido que fluye a través de éste.

m. Presión de servicio. Presión manométrica controlada por el regulador, cuyo valor queda establecido por el ajuste del mismo, medido a la salida en condición de cero caudal volumétrico demandado.

n. Presión de servicio nominal. Valor que con el fin de clasificar a las tuberías de servicio, se considera tiene la presión de servicio en el régimen de presión regulada de que se trate.

ñ. Presión de trabajo. Presión manométrica a la que opera el componente de que se trate, a las condiciones de diseño de la instalación.

o. Punto de abasto. Punto de la instalación de aprovechamiento donde se recibe el gas L.P. o la salida del medidor volumétrico que registra el consumo.

p. Recipiente no portátil. Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, el cual se utiliza para contener gas L.P. diseñado y equipado para ser llenado en el sitio de ubicación dentro del predio o inmueble donde se encuentra el recipiente y que por su peso y dimensiones, no puede manejarse manualmente.

q. Recipiente portátil. Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, el cual se utiliza para contener gas L.P. diseñado y equipado para ser llenado controlando su peso y que por sus dimensiones puede manejarse manualmente.

r. Régimen en alta presión regulada. Es aquél donde la presión de servicio nominal es mayor que 2,86 kPa (0,02916 kg_f/cm^2).

s. Régimen en baja presión regulada. Es aquél donde la presión de servicio es de 2,737 kPa (0,02791 kg_f/cm^2) para las tuberías de servicio donde no existe medidor volumétrico y de 2,86 kPa (0,02916 kg_f/cm^2), para tuberías que si tengan medidor volumétrico.

t. Usuario. La persona que adquiere gas L.P. para su propio consumo en una

CIUDAD DE MÉXICO

instalación de aprovechamiento.

u. Unidad de Verificación (UV). Persona que realiza actos de verificación en los términos de la Ley Federal de Metrología y Normalización.

v. Vaporizador. Equipo que recibe gas L.P. en estado líquido, en donde se le proporciona calor para llevarlo al estado gaseoso.

A.03. El proyectista en la ejecución del diseño de las instalaciones de gas combustible debe considerar que éstas se clasifican de acuerdo a su capacidad de almacenamiento y manejo en:

a. Tipo I Recipientes portátiles
b. Tipo II Recipientes no portátiles
c. Subtipo II A Recipientes no portátiles hasta 5000 litros
d. Subtipo II B Recipientes no portátiles mayores de 5000 litros.

A.04. De acuerdo al uso al que se destina el gas L. P. en:

a. Clase A Instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento doméstico de gas

b. Clase A1 Sección de una instalación que alimenta a dos o más secciones clase A , en el mismo inmueble o predio del punto de abasto, sin atravesar vías públicas de tránsito vehicular.

c. Clase B Instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento comercial de gas

d. Clase B1 Sección de una instalación que alimenta a dos o más secciones clase A , en el mismo inmueble o predio del punto de abasto, sin atravesar vías públicas de tránsito vehicular.

e. Clase C Instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento en servicios de gas

f. Clase D Instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento industrial de gas

A.05. El objeto del presente capítulo es el de establecer las especificaciones para que la instalación de gas combustible cumpla con los requisitos mínimos de seguridad durante su construcción, operación y mantenimiento.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

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

CIUDAD DE MÉXICO

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Instalaciones de aprovechamiento de gas natural	NOM-002-SECRE	Secretaría de Energía
Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales para el diseño y fabricación.	NOM-021/1/SEDG	Secretaría de Energía
Instalaciones de aprovechamiento de gas L.P., diseño y construcción.	NOM-EM-004-SEDG	S. E.
Recipientes portátiles para contener gas L.P., no expuestos a calentamiento por medios artificiales.	NOM-001-SEDG	S. E.
Recipientes sujetos a presión, no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales.	NOM-021/1	SECOFI
Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener gas L.P., tipo no portátil para instalaciones de aprovechamiento final de gas L.P., como combustible.	NOM-021/3	SECOFI
Código sanitario		Secretaría de Salud.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		G.D.F.
Generalidades de anteproyectos	2.01.02.001	G.D.F.
Presentación del proyecto.	2.03.01.001	G.D.F.
Instructivo de diseño y ejecución de instalaciones de aprovechamiento de gas L.P.		SECOFI
Proyecto de redes de distribución de gas natural		PEMEX
Reglamento de distribución de gas		SECOFI

CIUDAD DE MÉXICO

E. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

E.01. En toda edificación se debe proyectar la instalación de gas para ser alimentada ya sea por recipientes portátiles o por recipientes no portátiles de gas L. P. o mediante una toma de la red distribuidora, cuando el sistema sea por medio de gas natural.

E.02. El diseño de la instalación de aprovechamiento de gas natural definido en A.02.j. Debe considerar lo siguiente:

a. Memoria técnico descriptiva que incluya:

1. Condiciones (presión, flujo) de operación (normal y, máxima) de equipos de consumo.

2. Isométrico

3. Memoria de cálculo

4. Descripción de las instalaciones de aprovechamiento (sólo para el tipo industrial)

b. Las instalaciones de aprovechamiento deben diseñarse para que pueda operar bajo la máxima caída de presión permisible, sin exceder la Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP).

c. Para instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, la MPOP dentro de la casa habitación no debe exceder de (50 kPa (0,50 kg_f/cm^2), a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

1. La tubería esté dentro de un cubo ventilado u otros mecanismos que prevenga la acumulación de gas natural.

2. La tubería suministre a cuartos de caldera, equipos mecánicos u otros que requieren operar a tales condiciones de presión.

d. No se permite la instalación de tubería en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, lugares que atraviesen cisternas, segundos sótanos e inferiores, registros y conductos para servicios eléctricos o electrónicos, ni en el interior de juntas constructivas.

e. La instalación de aprovechamiento tipo industrial debe tener una válvula de corte general inmediatamente después de la estación de regulación y/o medición. En caso de que el equipo de consumo se localice a más de 50 metros de la estación de regulación y/o medición, esta válvula se debe colocar antes de la entrada de la construcción.

CIUDAD DE MÉXICO

f. En el caso de las instalaciones de aprovechamiento tipo comercial y doméstico se debe instalar una válvula de corte antes de cada equipo de consumo (fijo o móvil); en caso de no poder colocar dicha válvula, se debe instalar una válvula que controle a todos los aparatos de la instalación. En todos los casos, las válvulas de corte deben quedar accesibles.

g. Los tubos de acero al carbón piezas especiales, accesorios y componentes de la instalación, enterrados o sumergidos, se deben de proteger contra la corrosión, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II "Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas", de la Norma Oficial Mexicana NOM-003 SECRE vigente.

E.03. Los materiales y accesorios necesarios para las instalaciones de gas en edificaciones, especificados en el proyecto, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas correspondientes y/o con los reglamentos publicados por las distintas dependencias gubernamentales.

E.04. Cuando una instalación de un solo usuario esté constituida por clases destinadas a diferentes usos, la clasificación de la instalación debe ser la de la clase más exigente dentro de las que a su clase corresponda. El grado de exigencia se debe aplicar de menor a mayor en el orden alfabético de la clasificación del subinciso.

E.05. Las instalaciones de aprovechamiento de gas L.P. de las clases A, A1 y C, además de las Clases B y B1 con capacidad de almacenamiento de 5 000 litros o menos, deben contar con un diagrama isométrico sin escala, a línea sencilla y un informe que contenga como mínimo lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG, indicada en la cláusula B de Referencias.

E.06. Las instalaciones del tipo D además de las clases B y B1 que sobrepasen la capacidad de almacenamiento de 5 000 litros, deben contar con proyecto ejecutivo. (Planos y memorias técnica y descriptiva. Ver el Capítulo 2.03.01.001 "Presentación del proyecto" del Libro 2 tomo I de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal y lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG, indicada en la cláusula B de Referencias).

E.07. Las instalaciones de aprovechamiento de gas L. P. que sean distintas de la Clase A, deben contar con un dictamen de una unidad de verificación en materia de gas L. P. acreditada ante la instancia correspondiente. Si la instalación se modifica se debe efectuar otro dictamen que avale que las modificaciones realizadas cumplen con la Norma Oficial Mexicana NOM-004.SEDG.

E.08. Las instalaciones de tipo industrial Clase D, deben contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, así como con un formato de libro bitácora donde se registren estos mantenimientos. Además, debe contar con un dictamen anual referente al cumplimiento de este inciso.

E.09. El volumen del recipiente debe calcularse en función del consumo de los aparatos empleados en la instalación y de la capacidad de vaporización del recipiente.

E.10. Para la localización de los recipientes se debe considerar lo siguiente:

a. Los recipientes deben colocarse en el mismo predio o inmueble donde se encuentre la instalación que se abastece, sobre piso firme, nivelado, o en aquellos casos en que la norma NOM-004-SEDG lo permita, sobre plataformas, bases de concreto o estructuras debidamente cimentadas. Los recipientes deben ser ubicados a la intemperie a salvo de daños por golpes, maltrato por movimientos de vehículos, al paso de personas o animales, además evitar su instalación en áreas de alto riesgo que provoquen explosiones, corrosiones, oxidaciones, entre otros.

b. Las construcciones ubicadas hasta una distancia horizontal de 0,60 m del paño de los recipientes, deben ser de materiales no combustibles.

c. Queda prohibido instalarlos sobre ménsulas, marquesinas, repisas y en las fachadas de edificios.

d. En las instalaciones para aprovechamiento clases A1, B, B1 y D, cuando los recipientes se ubiquen en lugares donde el público pueda tener acceso a ellos, deben contar con medios que limiten el acercamiento a un metro de distancia como máximo al paño del tanque.

e. Cuando los recipientes queden ubicados a diferentes niveles en una estructura, deben colocarse de modo que sus proyecciones en planta no se toquen y la distancia entre las paredes de ambos recipientes sea de 1,50 m como mínimo.

f. Cuando los recipientes o la estructura que los soporte se encuentren en lugares de circulación de vehículos, deben quedar protegidos por elementos apropiados como postes de concreto armado diseñados para resistir impactos, cuya altura mínima sea de 0,60 m y sección transversal mínima de 0,20 m por 0,20 m, con un claro máximo entre elementos de un metro, o muretes de concreto armado de 0,20 m de espesor y altura mínima de 0,60 m, que permitan el desalojo de agua, dejando paso libre y permanente para personas cuando menos en dos lados. Cuando se usen muros para delimitar el área de los recipientes, dichos muros deben ser de materiales incombustibles y deben tener ventilación por la parte inferior, cubrir como máximo tres lados del recipiente y presentar un claro entre su cara interior y la pared del recipiente no menor que 0,60 m.

E.10. Recipientes portátiles.- Para este tipo de recipientes. de gas L.P., se debe cumplir lo siguiente:

a. El proyecto debe considerar que estos recipientes no se deben ubicar en cubos de luz, donde existan calentadores de agua, o la altura del muro sea mayor que 2.00 m y el área del piso donde se localicen sea menor que 9,00 m^2, así como tampoco en descansos de escaleras, balcones, marquesinas, estructuras adosadas a muros o fachadas, o directamente debajo de líneas

CIUDAD DE MÉXICO

eléctricas de alta tensión. Cuando los recipientes se ubiquen en cubos de luz, éstos deben tener acceso libre permanente sin obstáculos y no tener materiales combustibles alrededor.

b. A excepción de las instalaciones para aprovechamiento Clase A, el diseño del sitio para la ubicación de los recipientes, debe elegirse de modo que no se requiera pasar con ellos por cocinas o por áreas destinadas al público dentro del inmueble.

c. Cuando el recipiente se ubique en azotea se debe cumplir con lo siguiente:

1. Debe diseñarse un acceso permanente a la azotea, pero no por medio de escalera marina o escalera que no sea fija y permanente. Cuando en el proyecto se definan desniveles y en uno de estos se ubica el recipiente, el diseño debe establecer que para llegar a él debe hacerse transitando por escaleras fijas e inclinadas del inmueble.
2. El sitio diseñado para ubicar los recipientes, debe tener cuando menos al frente y a un lado un espacio mínimo de 0,60 m para permitir maniobras.
3. Cuando se proyecte su colocación junto a pretiles, éstos deben ser de materiales incombustibles, con altura no menor que 0,60 m y el recipiente debe quedar sujeto a los mismos con materiales no combustibles.

d. El proyectista debe establecer que sólo se permite la colocación de recipientes portátiles en la azotea de edificios de cuatro niveles o menos y la capacidad del recipiente no debe rebasar 30 kg. Así mismo, el proyectista debe especificar que los recipientes de 45 kg sólo se permite su ubicación en planta baja.

e. Los recipientes portátiles deben colocarse a una distancia mínima de 1,50 m de fuentes de ignición, boca de salida de chimeneas, anuncios luminosos, puertas o ventilas de casetas de elevador, interruptores, contactos eléctricos y cables energizados no entubados y a 3,00 m de cualquier succión de aire acondicionado, ventiladores, motores eléctricos o de combustión interna que no sean a prueba de explosión.

E.11. Recipientes no portátiles.- Aquellos que por su forma, dimensiones y peso, son llenados y aprovechado el gas L.P. en el mismo lugar. Estos recipientes deben estar construidos conforme con las normas oficiales mexicanas NOM-012/2-SEDG y NOM-012/3-SEDG vigentes en la fecha de su fabricación; además, el proyectista debe considerar:

a. Los recipientes no portátiles con capacidad de almacenamiento hasta 5 000

litros, deben proyectarse para que se coloquen a una distancia mínima de 1,00 m de cualquier lindero de predio y al paño de otro recipiente no portátil; a 1,50 m de cualquier abertura al interior del edificio; a 3,00 m de fuentes de ignición, succión de aire acondicionado, ventiladores, boca de salida de chimeneas, motores eléctricos o de combustión interna, anuncios luminosos, puertas o ventilas de caseta de elevador, interruptores, contactos eléctricos, cables energizados no entubados; y a 6,00 m de vaporizadores.

b. Los recipientes no portátiles con capacidad de almacenamiento mayor que 5 000 litros, deben proyectarse para que se coloquen a una distancia mínima de 1,50 m al paño de otro recipiente no portátil; a 7,00 m de cualquier abertura al interior del edificio, fuentes de ignición, succión de aire acondicionado y ventiladores, boca de salida de chimeneas, motores eléctricos o de combustión interna, anuncios luminosos, puertas o ventilas de caseta de elevador, interruptores, contactos eléctricos, cables energizados no entubados; y a 6,00 m de vaporizadores.

c. La distancia mínima entre recipientes portátiles debe ser de 0,50 m y entre un recipiente fijo y otro portátil debe ser de cinco metros. En caso de existir muro de por medio entre dichos recipientes con altura mayor a la que se encuentra la válvula del recipiente portátil, dicha distancia puede reducirse a un metro.

d. Cuando deban colocarse varios recipientes fijos, la distancia mínima entre ellos debe ser de un metro; si la capacidad no excede de 5000 litros; para mayor volumen, se debe incrementara 1,50 m dicha separación mínima.

e. Queda prohibido colocar recipientes portátiles en cubos de luz y patios de servicio, en edificios con superficie menor a nueve metros cuadrados, y circundados por construcciones de altura superior a cinco metros.

f. En el caso de recipientes no portátiles, el área mínima para su instalación debe ser de 25,00 m2 y la altura máxima de las construcciones que rodean esa área, no debe ser mayor de 5,00 m pero el tamaño del recipiente no debe exceder a 300 litros.

g. Los recipientes portátiles deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM -011-SEDG “Recipientes portátiles para contener gas L.P. no expuestos a calentamiento por medios artificiales”, indicada en la cláusula B de Referencias. En caso contrario éstos deben ser sustituidos por la compañía distribuidora de gas L.P., conforme al programa de sustitución de recipientes portátiles.

h. Si el recipiente no portátil tiene diez años o más de fabricado, debe contar con un dictamen vigente que evalúe los espesores del cuerpo y las cabezas, realizado por una unidad de verificación acreditada ante EMA y aprobada para aplicar la norma oficial mexicana NOM-013-SEDG vigente.

CIUDAD DE MÉXICO

E.11. En el proyecto de edificaciones con instalaciones de tipo comercial e industrial, deben diseñarse casetas de regulación y medición de gas, con materiales incombustibles, permanentemente ventilados, en especial se deben respetar en el diseño las siguientes distancias mínimas en:

a.	Paños externos de casetas o límites de locales y áreas que guarden equipos de ignición (calderas, hornos, entre otros).	25 m
b.	Subestaciones eléctricas.	35 m
c.	Motores eléctricos o de combustión interna.	20 m
d.	Límites de derechos de vía de líneas de alta tensión.	30m
e.	Almacenaje de materiales combustibles.	20 a 50 m

E.12. Al proyectarse un recipiente subterráneo de gas deben tomarse en cuenta los lineamientos siguientes:

a. Solamente puede ser permitido si no existe la alternativa de su instalación al aire libre.

b. La fosa que aloje al recipiente debe estar localizada fuera de las construcciones, en sitios ventilados y accesibles desde la vía pública, cuyo terreno sea firme, y donde no transiten vehículos.

c. Alrededor de la fosa, en una franja de 1,50 m medidos desde la cara exterior de los muros, no deben existir drenajes ni ductos ajenos al sistema de gas.

d. Debe haber un espacio mínimo de 0,30 m entre el paño interior de la fosa y el tanque, la cubierta debe sobresalir una altura mínima de 5 cm del nivel del piso terminado.

e. Para evitar daños en el tanque debidos a la corrosión, se debe diseñar la protección catódica apropiada.

E.13. Los tubos y piezas especiales utilizadas en instalaciones de aprovechamiento de gas L.P. en baja presión regulada, deben estar especificados en el proyecto, de manera enunciativa no limitativa se mencionan los siguientes materiales:

a. Tubos de cobre rígido tipo “L” con conexiones de cobre o bronce unidas mediante soldadura por capilaridad de estaño-plomo 50/50.

b. Tubos de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y

CIUDAD DE MÉXICO

con piezas especiales roscadas, soldadas o bridadas.

c. Tubos de polietileno de mediana o alta densidad, con o sin refuerzo metálico, fabricadas especialmente para conducir gas L.P. de acuerdo con la norma vigente. Sus accesorios unidos y piezas especiales deben ser compatibles y unidas mediante termofusión, electro fusión o anillo de compresión.

d. Las piezas especiales roscadas deben ser de hierro maleable Clase I para 1.03 MPa (10,503 kg_f/cm^2), de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-H-22, vigente.

e. No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como selladora de líneas roscadas.

f. Las piezas especiales soldables deben ser de acero al carbón cédula 40 y unidas mediante soldadura de arco eléctrico.

g. Las bridas utilizadas deben ser Clase 150 como mínimo.

h. Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del gas L.P., construidos de metal o de cualquier otro material apropiado, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714,85 ºC)

i. Cobre flexible tipo “L” con piezas especiales de cobre o bronce tipo asiento de compresión (flare). Para este tipo de piezas especiales no se permite el uso de sellador.

j. Mangueras termoplásticos de polietileno, PVC, buna-n o neopreno, cuya presión mínima de diseño sea de 0,49 MPa (4,99 kg_f/cm^2), con piezas especiales pre montadas o fijas con abrazaderas.

k. El uso de mangueras de látex únicamente se permite para la conexión de mecheros Bunsen o Mecker en laboratorios.

E.14. Las válvulas en las tuberías debe cumplir con las siguientes especificaciones:

c. Las válvulas deben ser de acero,, hierro dúctil, hierro maleable o bronce.

b. Las válvulas utilizadas para conducir gas L.P. líquido deben estar diseñadas para soportar una presión de trabajo de cuando menos 2,4 MPa (24,473 kg_f/cm^2). Las válvulas 400 WOG cumplen con esta condición y las válvulas que lleven bridas, deben ser bridas Clase 300 como mínimo.

c. Las válvulas que se usen en tuberías que conduzcan gas L.P. en su fase de vapor a presiones que no excedan 0,9 MPa (9,177 kg_f/cm^2), deben resistir una presión de trabajo mínima, indicada en este párrafo.

d. Las válvulas que se usen en tuberías que conducen gas L.P. en fase vapor en

CIUDAD DE MÉXICO

alta presión no regulada, deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1,7 MPa (17,335 kg_f/cm^2).

E.15. El Proyectista debe establecer que la línea de llenado, sirve para abastecer de gas L. P. a los recipientes no portátiles, cuando por su ubicación no se pueda hacerlo directamente por medio de la manguera del auto tanque. En el diseño de las tuberías de llenado de recipientes no portátiles de gas L. P. deben contar con los siguientes accesorios:

a. Válvula de cierre manual (tipo globo), para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28 kg_f/cm^2), colocada junto al acoplador de la válvula de llenado del recipiente.

b. En la boca de toma, se debe instalar una válvula de acción manual tipo globo, para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28 kg_f/cm^2) y válvula de no retomo (check) sencilla o doble, con cuerda Acme para recibir acoplador.

c. Válvula de seguridad de relevo hidrostático localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de la tubería, cuyo ajuste de apertura debe ser de 2,61 MPa (26,62 kg_f/cm^2) como mínimo. No se permite especificar el uso de válvulas de servicio para esta aplicación.

d. No se permite especificar la colocación de desfogues o purgas en la tubería de llenado.

e. En ningún caso se permite especificar el utilizar en la tubería de llenado válvulas que se usen para recipientes portátiles.

f. El proyectista debe especificar: para que los recipientes no portátiles puedan ser puestos o continuar en servicio, las válvulas conectadas directamente al recipiente deben tener menos de cinco años de instaladas y no más de siete años a partir de la fecha de fabricación marcada en la válvula.

g. En el diseño del proyecto, se debe especificar que en todos los casos, el recipiente debe contar con válvula de máximo llenado y válvulas de alivio de presión. La capacidad de desfogue de las válvulas de alivio de presión debe estar de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-012/1-SEDG vigente en la fecha de construcción del recipiente. En todos los casos, los recipientes con una capacidad de almacenamiento menores que 5 000 litros, deben especificarse que deben contar con válvula de llenado.

E.16. El proyectista debe especificar que es opcional el uso de tuberías de retorno de vapores.

E.17. En caso de que se opte por instalar tubería de retorno de vapores, en el proyecto debe establecerse su justificación, y la instalación debe estar provista de:

a. Una válvula de cierre manual tipo globo, para vapor y para una presión de

CIUDAD DE MÉXICO

trabajo de 2,73 MPa (28 kg_f/cm^2), instalada junto al acoplador de la válvula de retorno de vapor del recipiente.

b. Válvula de cierre manual tipo globo para vapor y para una presión de 2,73 MPa (28 kg_f/cm^2) instalada junto a la válvula combinada de no retroceso y exceso de flujo.

E.18. La presión de trabajo de las tuberías de servicio en baja y alta presión, debe ser de 0,0027 MPa (0,028 kg_f/cm^2) y de 0,147 MPa (1,5 Kg_f/cm^2).

Los diámetros de las tuberías se determinan de acuerdo a los métodos establecidos en mecánica de fluidos y a las recomendaciones especiales que proporcionen los fabricantes de tuberías y demás elementos y accesorios.

E.19. En los sitios donde se prevean esfuerzos o vibraciones por asentamientos u otra clase de movimientos, el proyectista debe en los planos de detalle dotar a las tuberías de la flexibilidad necesaria, mediante rizos, curvas, conexiones o tramos de materiales recomendados por los fabricantes.

E.20. Cuando se instale el servicio en alta presión regulada mayor a 0,0027 MPa (0,028 kg_f/cm^2)) las tuberías serán de diámetro suficiente, incluso mayor al establecido por el cálculo, con objeto de proporcionar una mayor superficie de transmisión de calor al fluido y así ayudar a su completa vaporización.

E.21. La Tabla 1 muestra algunos valores de consumo de gas L. P. para los muebles que con más frecuencia son utilizados en edificaciones.

TABLA 1 Consumos típicos de gas L. P. para algunos aparatos en baja presión regulada.

Aparato	Consumo típico		
Estufa doméstica	Kcal / hr	Btu / hr	M^3 / h (propano)
Quemador (Q)	2520	10000	0,1125
Comal ©	2520	10000	0,1125
Horno (H)	6299	25000	0,2814
Asador (A)	6299	25000	0,2814
Rosticero ®	6299	25000	0,2814
E4QH	16377	65000	0,7316
E4QHC	22676	90000	1,0129
E4QHCA y E4QHCR	28975	115000	1,2943
Estufa restaurante			
Quemador (66)	2229	8848	0,0996
Plancha o asador (56)	4427	17572	0,1978
Horno (50)	10038	39842	0,4484
Parrilla (70)	1606	6375	0,0717

Baño maría/quemad (74).	1038	4119	0,0464
Calefactor para			
120m2(64)	2564	10535	0,1186
120m2(56)	4427	17572	0,11978
120m2{52)	8265	32805	0,3692
Secadora de ropa (doméstica)	8819	35000	0,3939
Incinerador doméstico	8819	35000	0,3939
Máquina tortilladora (19)	56425	223945	2,5204
Calentador de agua almacenamiento			
Hasta 100 litros (54)	6206	24630	0,2272
Hasta 240 litros (47)	12620	50088	0,5637
Calentador de agua al paso			
Sencillo (35)	24770	98312	1,1065
Doble (29)	37886	150366	1,6923
Triple (20)	53087	210699	2,3714

Donde k Cal = kilocalorías

BT.U .= British Termal Unit.

E.22. El proyectista debe especificar que toda instalación de gas debe contar con un regulador de presión apropiado. Para controlar eficientemente el valor constante de la presión, se recomienda la regulación en dos etapas: la primera a partir del depósito de alta presión y al final, calibrada a la presión de los aparatos de consumo.

E.23. Los aparatos de consumo se deben ubicar siempre en lugares de fácil ventilación, que impida se dañe el ambiente con los gases derivados de la combustión.

E.24. Antes de cada aparato de consumo debe instalarse una llave de paso. Cuando la tubería sea flexible, dicha llave debe quedar firmemente sujeta al muro con abrazaderas o grapas, a ambos lados de la misma.

E.25. En edificios de departamentos o accesorias con un recipiente común de almacenamiento de gas, se deben instalar medidores de gas para cada usuario, los cuales deben estar en sitios de libre acceso, visibles, de fácil lectura y bien ventilados, fuera de los departamentos o locales; antes de cada aparato se debe colocar una válvula para control del flujo de gas.

E.26. Para presentar en los planos del proyecto los diversos elementos constitutivos de las instalaciones, debe emplearse una simbología clara y precisa, que no dé motivo a confusión.

CIUDAD DE MÉXICO

En la Tabla 2 se muestran algunos símbolos que pueden ser utilizados en los planos respectivos, a la escala que se requiera.

E.27. Todo proyecto debe incluir las perspectivas isométricas de las líneas, las cuales podrán dibujarse por secciones, con el objeto de obtener una correcta interpretación de los planos y cuantificar debidamente los materiales.

En todos los casos debe indicarse la correspondencia de cada isométrico con las plantas y con el sistema en conjunto.

E.28. Todo proyecto debe contener la cuantificación detallada de materiales como son: tubos, válvulas, accesorios, piezas especiales, etc., agrupados conforme las diferentes secciones en que fuese dividida la instalación diseñada.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. ( ) Proyecto ejecutivo de instalación de gas combustible.- El importe de la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, maduros, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos, unidades de medida y cantidades de obra; manuales de operación, conservación y mantenimiento, los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos y personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto: los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal el proyecto completo en forma impresa y en medios magnéticos.

CIUDAD DE MÉXICO

La unidad de medida puede ser, el metro cuadrado, el plano, la salida o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir la superficie considerada en el proyecto; o contar el número de planos terminados y aceptados; o el número de salidas de la instalación, probadas y aceptadas; y para el caso de que la unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

( ) Proyecto de instalación de gas combustible	$ / m2
( ) Proyecto de instalación de gas combustible	$ / plano
( ) Proyecto de instalación de gas combustible	$ /salida

( ) Proyecto de instalación de gas combustible $ /proyecto.

TABLA 2. Símbolos que se emplean en las instalaciones de gas en edificios.

	Equipo portátil (equipo port.)
	Recipiente estacionario (recip est)
	Rizo
	Omega
	Medidor de vapor (Med. Vapor)
	Tubería visible
	Tubería oculta
	Regulador de baja presión (reg B.P.)
	Regulador de alta presión (reg A.P.)
	Llave de paso
	Parrilla de 1 quemador (P1Q)
	Parrilla de 2 quemadores (P2Q)
	Parrilla de 3 quemadores (P3Q)

	Parrilla de 4 quemadores (P4Q)
	Estufa de 4 quemadores (E4Q)
H	Estufa de cuatro quemadores y horno (E4 QH)
HR	Estufa de cuatro quemadores, horno y rosticero (E4 QHR)
HC	Estufa de cuatro quemadores, horno, y comal (E4 QHC)
HRC	Estufa de cuatro quemadores, horno, rosticero y comal (E4 QHRC)
H	Horno doméstico
	Calefactor
	Calentador de almacenamiento de menos de 110 litros CA<110 L
	Calentador de almacenamiento de más de 110 litros CA>110 L
	Calentador de almacenamiento duplex (CA2)
	Calentador de agua al paso (cal. paso)

(Continúa)

TABLA 2. Símbolos que se emplean en las instalaciones de gas en edificios.

	Calentador doble al paso (cal. paso doble)
	Tortilladora sencilla (Tortill. s)
	Tortilladora doble (Tortill. d)
	Quemador Bunsen (Q Bunsen)
C	Caldera con quemador atmosférico (Cald. c/q atmosf.)
H	Horno industrial con quemador atmosférico (H ind. c/q atmosf.)
*	Aparato industrial con quemador aire-gas
	Quemador
	Válvula de seguridad o relevo de presión
	Válvula de globo
	Válvula de aguja
	Llave de cuadro
	Llave de cuadro con orejas

	Válvula macho lubricada
	Válvula bridada
	Válvula de cierre rápido
	Válvula check sencilla
	Válvula de exceso de flujo
	Válvula doble check
	Unión soldada
	Unión roscada
	Unión bridada
	Tuerca unión
	Punta taponada
	Conexión Pol
	Conexión ACME
	Incinerador
	Manómetro

Concluye.

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPITULO	003	INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conjunto de cálculos, planos, especificaciones, memorias descriptiva y de cálculo, y cuantificación de los diversos elementos que intervienen en los circuitos de distribución de energía en una edificación, necesarios para satisfacer un planteamiento de necesidades.

A.02. En general, los proyectos de instalaciones eléctricas comprenden los siguientes elementos básicos.

a. Acometida. Punto por donde la compañía suministradora de energía eléctrica, introduce el servicio del fluido eléctrico para la operación o puesta en marcha de una instalación eléctrica.

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

c. Transformador. Aparato estático que puede transferir energía de un circuito eléctrico de corriente alterna a otro, por medios electromagnéticos, pudiendo hacer una transformación de tensiones y corrientes entre los circuitos, no habiendo contacto eléctrico entre los dos.

d. Centros de distribución. Equipos indispensables para proteger y controlar todas y cada una de las instalaciones eléctricas.

Son necesarios para evitar el paso de corriente y tensiones mayores a los previstos (proyectados) por un lapso de tiempo considerable, reduciendo el calentamiento producido por la propia comente, o por caída de tensión.

e. Conductores. Materiales que ofrecen poca oposición o resistencia al paso del flujo eléctrico a través de ellos.

Los más comunes son los de cobre electrolíticamente puro, se les emplea en más del 90% de la fabricación de conductores eléctricos, porque reúnen las condiciones deseadas para tal fin, tales como:

1. Alta conductividad
2. Resistencia mecánica
3. Flexibilidad
4. Bajo costo adquisitivo

CIUDAD DE MÉXICO

f. Circuitos derivados. Parte de la canalización que se extiende después del último dispositivo de protección (del lado de la carga) que protege a esa parte; o a la parte final de la instalación eléctrica que alimenta a los aparatos receptores (luminarias, contactos, motores, etc.).

Su objetivo principal es el de dividir la carga total conectada por contar con protección individual, para que cuando ocurra un circuito-corto, no se interrumpa el servicio en los derivados restantes.

g. Iluminación. Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie, cuya unidad es el Lux.

Un Lux se logra con la incidencia ortogonal de un lumen en un metro cuadrado de superficie.

$$E \text{ (en Lx)} = \frac{0 \text{ (Flujo luminoso en lúmenes)}}{A \text{ (Superficie en m2)}}$$

Cuando en lugar de usar la unidad de medida m2 se utilizan pies cuadrados, como es el caso en algunos catálogos extranjeros, con esta fórmula se obtienen “Foot Candles” (E en Lx = Foot Candles x 10,76).

h. Atmósferas peligrosas. Áreas o locales donde se maneje, almacene o procesen productos que, combinados con el aire ambiente, produzcan mezclas explosivas o Inflamables.

El peligro de las mezclas atmosféricas con gases, vapores, polvos, fibras o materiales flotantes depende del peligro especifico de cada uno de los elementos involucrados en ellas.

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. De acuerdo al servicio que proporcionan, en el proyecto de instalaciones eléctricas, se tienen las siguientes clasificaciones:

a. Instalaciones eléctricas

1. Instalaciones para fuerza que alimenta en forma individual o en grupo a cargas de fuerza (motores, resistencias, rectificadores, hornos, etc.).

2. Instalaciones para iluminación que aumentan a los equipos de alumbrado y las cargas eléctricas constituidas por aparatos y máquinas pequeñas, a través de contactos, que se consideran circuitos derivados de fuerza menor.

b. Acometidas. Las acometidas se clasifican en aéreas o subterráneas y son:

1. Las aéreas para servicios de baja tensión hasta con demandas de 30 kW.

2. Las subterráneas para servicios en baja tensión con demandas superiores a 30 kW, o para servicios en alta tensión.

c. Subestaciones. Por tratarse de instalaciones que funcionarán en la ciudad de México, se emplean y clasifican en:

1. Subestaciones del tipo compacto, las cuales pueden ser de interior o de intemperie, clase 25 kV.

d. Los centros de distribución consisten y se clasifican en:

1. Tableros principales
2. Tableros secundarios
3. Tableros de fuerza
4. De acuerdo con las funciones que realizan, los centros de distribución serán de:

4.1. Distribución de la energía eléctrica en baja tensión, suministrada por la compañía de servicio público o por las subestaciones primarias y secundarias.

4.2. Protección contra sobrecargas y cortos circuitos de los alimentadores primarios y secundarios, así como los circuitos de fuerza.

4.3. Control de la carga eléctrica. Estas pueden ser: tableros de distribución primaria o secundaria, tableros de fuerza, centros de control de motores y tableros de alumbrado.

e. De acuerdo a los equipos que alimentan, los conductores se clasifican en:

1. Para alimentaciones principales, que son las que llevan la energía desde la acometida al tablero de distribución principal y de éste a los tableros de distribución primaria y alimentaciones secundarias hasta los tableros de alumbrado, fuerza y centros de control para motores.

2. Para alimentaciones de los tableros de fuerza y centros de control para motores, que alimentan en forma individual o en grupo a cargas de fuerza (motores, resistencias, rectificadores, hornos, etc.)

CIUDAD DE MÉXICO

3. Para alimentaciones de los tableros de iluminación que alimentan a los equipos de alumbrado.

4. Para alimentaciones de los tableros de iluminación que alimentan las cargas eléctricas constituidas por aparatos y máquinas pequeñas, a través de contactos, que se consideran circuitos derivados de fuerza menor.

5. Conforme al número de hilos que forman al conductor, puede ser:

   5.1. Alambre (del calibre No. 22 al calibre No. 4 AWG)

   5.2. Cable (del calibre No. 20 al calibre No. 750 MCM)

   M.C.M. Significa: Miles de Circular Mils.

   AWG. Significa: American Wire Gage (medida americana del alambre).

6. En función del calibre del conductor, este puede ser:

ALAMBRES.	CABLES
CALUIBRES Nº	
22	20
20	18
18	16
16	14
14	12
12	10
10	8
8	6
6	4
4	2
	1/0
	2/0
	4/0
	250
	300
	400
	500
	750

CIUDAD MÉXICO

7. Aislamiento de conductores

A: Aislamiento de asbesto

MI: Aislamiento mineral

R : Aislamiento de hule

SA: Aislamiento de silicio-asbesto

T: Aislamiento termoplástico

V : Aislamiento de cambray barnizado

X : Aislamiento de polímero sintético barnizado

Los cables también se designan por su medio de operación como:

H Resistente al calor hasta 348 K (75°C)
H H Resistente al calor hasta 363 K (90°C)

Si no hay designación significa 333 K (60°C)

W Resistente a la humedad
UF Para uso subterráneo

El tipo THW indica 348 K (75 °C) con aislamiento termoplástico para usarse en ambientes húmedos.

El tipo XHHW representa un cable con aislamiento sintético de polímero trenzado para operar hasta 363 K (90 °C).

8. Dependiendo del nivel de tensión que pueda soportar el conductor, se clasifica con diferentes tipos de aislamiento:

8.1 Alambres y cables para baja tensión:

THHW-LS	XHHW-2
XLPE	RHW/RHH
EPR+CP	Cero Halógenos
THWN	THHN
XLPE+PVC	EPR+CPE
WP	

CIUDAD DE MÉXICO

8.2. Cables de mediana y alta tensión:

XLPE, 5kV sin pantalla, sin cubierta

XLPE O EPR sin pantalla, sin cubierta

XLPE O EPR 8kV con pantalla metálica, y cubierta

XLPE, TIPO DS con pantalla metálica, y cubierta

EPR, TIPO DS con pantalla metálica, y cubierta

XLPE, (69 y 115 kV.)

f. Circuitos derivados

1. Los circuitos para iluminación o para fuerza menor, se clasifican según la capacidad nominal del interruptor termomagnético que los protege, y son de:15, 20,30 y 50 Amperes.

2. Los circuitos para fuerza se clasifican según el factor de demanda en: circuitos individuales y circuitos múltiples.

g. Sistemas especiales. Para efecto de la presente norma, los sistemas especiales se clasifican en: plantas de emergencia, equipos de rayos X y sistemas para atmósferas peligrosas. A continuación se detalla cada uno de éstos.

1. Plantas de emergencia. Estos sistemas a su vez se clasifican en:

1.1. Unidades independientes

1.2. Sistemas centrales

1.3. Plantas de combustión interna

2. Los sistemas especiales para los equipos de rayos X médicos e industriales se operan en lugares cuyas atmósferas son normales, y el sistema eléctrico que les suministra energía es de baja tensión (600 Volts o menor).

3. Sistemas especiales para atmósferas peligrosas

3.1. Los sistemas especiales para atmósfera peligrosas, se clasifican en razón de los materiales o substancias genéricas cuya presencia puede ser peligrosa y son de tres clases:

CIUDAD DE MÉXICO

Clase I: Gases o vapores inflamables

Clase II: Polvos combustibles

Clase III: Fibras o materiales que flotan en el aire y que se pueden inflamar

3.2. Cada clase de atmósfera peligrosa y por lo tanto los propios sistemas especiales que en éstas se instalen, se pueden clasificar en función de peligrosidad por explosión del área, a saber:

División 1 Áreas donde el peligro de explosión está presente en forma continua.

División 2 Áreas donde normalmente no exista el peligro de explosión, pero que pueda provocarse la condición peligrosa en caso de falla de los sistemas de ventilación o de que las substancias salgan accidentalmente de sus envases.

3.3. De acuerdo con el material específico que contendrá la atmósfera, ésta tendrá mayor o menor grado de peligrosidad, conforme con los siguientes grupos:

Grupo A Atmósferas con acetileno

Grupo B Atmósferas que contienen Hidrógeno o gases, o vapores de riesgo equivalente, tales como gases procesados con más del 30 por ciento de Hidrógeno (por volumen)

Grupo C Atmósferas con gasolina, hexano, nafta, bencina, propano, alcohol, acetona, benzal, gas natural o vapores de solventes aromáticos (barniz y laca).

Grupo E Atmósferas con polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, y otros metales de características peligrosas similares.

Grupo F Atmósferas con polvo de carbón, negro de humo o polvo de coque.

Grupo G Atmósferas con harina, almidón o polvo de gramíneas

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Proyectos de Instalaciones Eléctricas que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		G.D.F.
Instalaciones Eléctricas (utilización)	NOM-001-SEIE	Secretaria de Energía
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	NOM-007-ENER	Secretaría de Energía
Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.	NOM-008-ENER	Secretaria de Energía
Niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.	NOM-025	STPS
Sistemas eléctricos de potencia. Suministros. Tensiones eléctricas normalizadas.	NMX-J-098	ANCE
Presentación del Proyecto	2.03.01.001	G.D.F.
Proyecto arquitectónico de edificaciones	2.03.002.002	G.D.F.
Proyecto de estructuras	2.03.08.002	G.D.F.
Proyecto de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales	2.03.09.001	G.D.F.
Proyecto de instalaciones de aire acondicionado	2.03.09.007	G.D.F.
Proyecto de sistemas contra incendio	2.03.09.005	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN.

C.01. Para realizar los proyectos de instalaciones eléctricas, deben definirse con precisión las necesidades que debe cubrir el proyecto en cuestión y cumplir con los siguientes requisitos:

a. Seguridad. En un proyecto de instalación eléctrica, la seguridad contra accidentes e incendios debe ser el factor principal a considerar, por lo que sus partes peligrosas deben estar debidamente protegidas y localizadas en lugares adecuados.

b. Eficiencia. La eficiencia de una instalación eléctrica, se debe lograr desde la ejecución del proyecto respetando sus características tales como, tensión, corriente, frecuencia, entre otros.

c. Costo. Se debe considerar este aspecto desde la elaboración del proyecto, tomando en cuenta la inversión inicial, tanto en tipo, calidad y cantidad de materiales y equipos a instalar; en caso de que así lo solicite el Gobierno del Distrito Federal se deben realizar estudios técnico- económicos sobre: consumo de energía eléctrica, gastos de operación y mantenimiento, así como la amortización de los costos por la adquisición de material y equipo.

d. Distribución. Tratándose de equipos de iluminación, -se debe proyectar una buena distribución de ellos; con la finalidad de obtener un buen aspecto y niveles lumínicos uniformes, obteniendo una eficiencia energética en alumbrado de acuerdo a la NOM-007-ENER indicada en la cláusula B de Referencias, a no ser que se trate de iluminación localizada. Cuando se trate de motores y demás equipos, la distribución de los mismos debe considerar espacios libres para operarlos y área suficiente para circular sin interferir con ellos.

e. Accesibilidad. Aunque el control de equipos de iluminación y motores, está sujeto a las condiciones de los locales, se deben seleccionar y proyectar los espacios adecuados con fácil acceso, procurando localizarlos en forma tal, que eviten su operación al paso de personas no capacitadas o que, involuntariamente se origine algún accidente.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Las instalaciones eléctricas en la edificaciones se inician en las acometidas, que deben ser diseñadas tomando en cuenta lo siguiente:

a. Las acometidas aéreas en baja tensión, deben ser recibidas en la construcción con un tubo conduit metálico, rígido, de pared gruesa, galvanizado, de 51 mm de diámetro como mínimo, rematado en una mufa de entrada del tipo seco. Los cables de la acometida aérea, deben situarse de tal forma que su altura permita el paso libremente de los vehículos más altos.

b. Las acometidas subterráneas en baja tensión deben ser recibidas con 2 ductos conduit de asbesto-cemento, de 101 mm de diámetro en él paramento de la banqueta, y rematados en el interior del edificio, en un registro de mampostería o de concreto armado, localizado en la parte inferior del lugar donde se instale el equipo de medición; el registro debe tener una tapa hermética de concreto armado con marco y contramarco metálicos y de acuerdo a la compañía suministradora de la energía eléctrica.

c. Las acometidas subterráneas en alta tensión, deben ser recibidas con 4 ductos conduit de asbesto-cemento, con pendiente hacia la calle, de 101 mm. de diámetro en el paramento de la banqueta y rematados en el interior de la propiedad en un registro de concreto armado, localizado en el lugar donde se instalará la subestación, debajo del gabinete de medición o de acometida y de acuerdo a la compañía suministradora de la energía eléctrica.

d. Cuando las trayectorias de los ductos sean largas, se deben proyectar registros a cada 50 m o fracción para líneas rectas, así como en cada cambio de dirección.

e. Los ductos deben tener una pendiente mínima de uno por ciento hacia los registros y éstos contarán con un dren para evitar que se inunden.

f. La intersección de los ductos con los registros debe sellarse con boquilla, para evitar fricciones de las aristas contra el cable.

g. En general, el servicio a un inmueble debe abastecerse por medio de una sola acometida.

h. En el caso de requerirse la instalación de más de una acometida para el servicio a un inmueble, debe cumplirse con las condiciones de la compañía suministradora de energía eléctrica.

i. Cuando las acometidas se instalen en una canalización, ésta no debe contener a otros conductores, excepto conductores de puesta a tierra.

j. Los conductores de una acometida que abastezca a una edificación, no debe pasar a través de otro edificio o estructura.

k. Se debe evitar la penetración de humedad en los cables de alimentación.

l. Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos, ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

CIUDAD DE MÉXICO

m. En edificaciones para varios usuarios pueden tener dos o mas juegos de conductores de entrada de servicio derivados de una sola acometida, para alimentar a los diferentes servicios.

n. Las partes de la edificación que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse como edificios separados y por lo tanto deben abastecerse con diferentes acometidas.

o. El equipo de acometida en un inmueble debe quedar situado en un local que este libre de material inflamable, que sea de dimensiones tales que permita al personal de la compañía suministradora efectuar con facilidad y seguridad la instalación, operación, mantenimiento y retiro del mismo equipo.

p. Las canalizaciones que estén expuestas a la intemperie y que contengan a los conductores de acometida deben ser herméticas a la lluvia y tener drenaje. Cuando estén embebidas en concreto, deben llevar drenaje.

q. Los medios para desconectar la acometida deben ser instalados en un lugar de rápido acceso y en el punto más cercano de entrada de conductores de acometida y a una distancia no mayor a 5 m del equipo de medición.

r. Se debe proveer de protección a los equipos contra fallas a tierra en las acometidas de sistemas en “Y” (estrella), sólidamente puesto a tierra, con tensión eléctrica a tierra superior a 150 V, pero que no supere 600 V entre fases para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 100 A nominales o más.

C.03. Los registros para instalaciones eléctricas deben cumplir los siguientes requisitos:

a. La elección del material de construcción, debe ser determinado en función de ia calidad del suelo, el nivel freático, las cargas exteriores a que esté sometido y la profundidad del desplante, de manera que sea resistente al intemperismo, esfuerzos mecánicos y agentes químicos.

b. Deben proyectarse para colocarse a una distancia máxima de 50 m en ductos rectilíneos y en cada cambio de dirección.

c. Las dimensiones interiores de los registros, deben fijarse en función del espacio necesario para maniobras de instalaciones o mantenimiento y pasos obligados por intersecciones con otras instalaciones, además de cumplir con las condiciones de la compañía suministradora.

CIUDAD DE MÉXICO

d. Para profundidades a un metro, debe colocarse una escalera marina para entrada y salida de operarios.

e. Cuando el terreno sea rocoso y no permita respetar la profundidad mínima, el banco de ductos debe hacerse de concreto con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a que se encuentran sometidos. El banco de ductos puede colocarse inmediatamente bajo el piso terminado.

f. Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre, cuando menos igual al que deja su tapa de acceso y su altura debe ser tal, que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ella.

g. Todos los registros deben tener una tapa para acceso e inspección; el marco y contramarco ajustados de tal manera que resistan los esfuerzos mecánicos y que impidan que el agua superficial penetre en su interior.

h. Los ductos que protegen a los conductores eléctricos, deben tener una pendiente mínima de uno por ciento hacia los registros y éstos deben - contar con un dren para evitar que se inunden.

i. La intersección de los ductos con los registros debe sellarse con boquilla redondeada para evitar fricciones de las aristas del ducto con el cable.

j. El área de la sección transversal de los ductos debe ser tal que de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarle daño.

k. Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso.

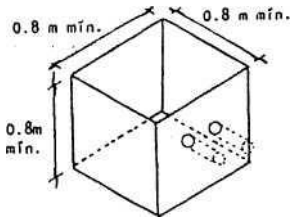
l. El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en forma tal, que la falla de un ducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

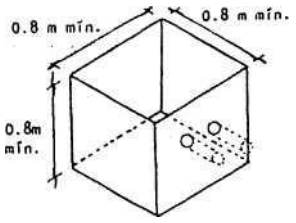
m. En alta tensión eléctrica debe usarse un ducto por cable y en baja tensión un ducto por circuito, siempre y cuando la suma de sus diámetros no sea igual al diámetro interior del ducto.

A continuación se muestran las soluciones de las acometidas aéreas y subterráneas así como las dimensiones de los registros.

CIUDAD DE MÉXICO

Acometida subterránea y dimensiones de
los registros





C.04. Las subestaciones deben incluirse en el proyecto eléctrico, cuando las condiciones lo requieran y considerar lo siguiente:

a. Localización:

1. La localización de la subestación debe ser lo más cercana posible del centro de cargas del sistema, y de preferencia estar alojada inmediatamente a la colindancia por donde está la acometida del servicio.

2. Debe estar fuera de zonas que puedan contener gases o substancias inflamables, que crean atmósferas peligrosas, e inclusive fuera de zonas expuestas a inundaciones.

b. Condiciones del local.

1 De superficie.- Debe tener buena ventilación ya sea natural o mecánica, el drenaje debe tener tubería de 101 mm de diámetro, el piso con pendiente hacia el drenaje, la base para montar el equipo, debe ser de concreto de 10 cm de espesor, la puerta de 2,50 m mínimo de ancho libre y de 3,00 m mínimo de altura libre. Las hojas deben abatir hacia afuera para que los camiones puedan cargar y descargar al pie de ella.

2. Los locales o lugares en que se instalen subestaciones deben estar resguardados con respecto a su acceso; si son a la intemperie, por medio de cerca de tela de alambre o bardas; si son en interior, por divisiones o muros, o bien en locales o salas especiales para el acceso exclusivo a personal autorizado.

3. Los locales en que se instalen subestaciones deben cumplir con los requisitos siguientes:

3.1 Estar construidos con materiales no combustibles.

CIUDAD DE MÉXICO

3.2 No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no este relacionada con el funcionamiento y operación del equipo de la subestación.

3.3 No debe haber polvo o pelusa combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos

.

3.4 Deben estar secos.

3.5 Pisos en general. En las subestaciones, los pisos deben ser planos y firmes y de preferencia con superficie antiderrapante, evitar que sean disparejos o resbalosos, y que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas.

3.6 En aquellas instalaciones que cuenten con transformadores u otros equipos que contengan líquidos aislantes o que se encuentren expuestas a inundaciones, el piso debe tener la pendiente apropiada hacia las coladeras del drenaje; excepto en los casos en que exista algún otro medio de protección apropiado contra estas eventualidades.

3.7 Si la forma del local, la disposición y las características del equipo, en caso de un accidente, puedan obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y contar con un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

3.8 En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras existan personas dentro del local.

CIUDAD DE MÉXICO

3.9 El local de subestación debe contar con receptáculos y unidades de alumbrado por circuitos preferentes de emergencia.

3.10 En la puerta del local debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda “PELIGRO ALTA TENSIÓN”.

3.11 En toda subestación eléctrica debe incluirse una protección contra incendio.

c. Instalación de alumbrado de la subestación.

1. Iluminación.- Las salas o espacios (interiores o exteriores), donde este localizado el equipo eléctrico, deben tener medios de iluminación artificial con intensidades adecuadas para las funciones que en cada caso se tengan que cumplir, los medios de iluminación deben mantenerse listos para usarse en cualquier momento y por el tiempo que sea necesario.

2. Para los niveles de iluminación en locales interiores, consultar la Norma Oficial Eléctrica NOM-001-SEDE indicada en la cláusula B de Referencias.

3. Fuente de emergencia.- Se debe proveer a las subestaciones de una fuente de emergencia para iluminación; por ejemplo: (luminaria independiente, circuitos especiales, banco de baterías, entre otros).

4. Contactos y unidades de alumbrado.- Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no sea necesario acercar en forma peligrosa cordones flexibles a partes vivas.

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

6. Circuito independiente.- En subestaciones de usuarios, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos. De ser factible, este circuito debe quedar conectado antes del interruptor general de baja tensión, para que la apertura de éste no afecte ai servicio de alumbrado de la subestación.

CIUDAD DE MÉXICO

d. Extintores.

En el caso general, deben colocarse extintores portátiles, tantos como sean necesarios, en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones.

1. Se recomienda para esta aplicación los extinguidores de bióxido de carbono y los de polvo químico seco, los cuales deben revisarse periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operación.

2. En instalaciones de gran tamaño e importancia y en especial de tensiones eléctricas mayores de 69 kV, se debe considerar el uso de sistemas de protección contra incendio tipo fijo, que operen automáticamente por medio de detectores de fuego y que al mismo tiempo, accionen alarmas.

e. Previsiones para equipo que contenga aceite:

1. Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje.

2. Construir muros divisorios de tabique o concreto entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones eléctricas ¡guales o mayores a 69kV.

3. Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos por medio de barreras incombustibles o bien, por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

f. Consideraciones ambientales.

1 Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le transmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

2 En las subestaciones ubicadas en áreas urbanas, se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 60 db.

3 No se permiten gasolineras a menos de 100 m del perímetro de las subestaciones mayores de 34,5 kV.

4. Si la subestación es subterránea, debe contar con elementos que faciliten la colocación de poleas o plumas para elevar el transformador a nivel de banqueta.

g. Las subestaciones deben contar con los siguientes elementos:

1. Apartarrayos
2. Barra de conexión a tierra
3. Sistema de tierra (ver sección de tierras).
4. Tarimas aislantes (de madera pegada con hule antiderrapante o de fibra de vidrio).

CIUDAD DE MÉXICO

5. Extintores (dos como mínimo).
6. Gabinete con equipo de maniobra (guantes, casco, gafas, otros).
7. Pértiga (esta herramienta debe ser la apropiada según la tensión de operación).

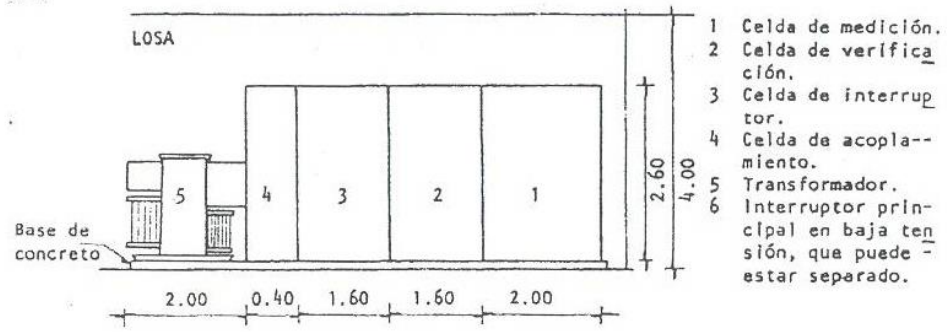
h. Las especificaciones generales del proyecto de la subestación de manera, enunciativa no limitativa, son las siguientes:

CONCEPTO	EJEMPLO
Servicio	Interior, intemperie
Tipo	Compacto
Capacidad	Capacidad de la subestación: ver sección de transformadores kVA.
Tensión primaria	20/23 kV
Conexión primaria	Delta
Tensión secundaria	220/127 Volts
Conexión secundaria	Estrella
Tensión de impulso.	BIL
Fases	3
Hilos	4
Frecuencia	60 c. p. s.
Capacidad interruptiva	1,000 MVA en el primario
Capacidad de conducción de barras	Amperios
Interruptor principal en el primario	En el aire con fusibles de alta capacidad interruptiva de operación en grupo.
Interruptor principal en el secundario	Tipo de operación, entre otros.
Cuchillas de servicio	Capacidad nominal 400 A.
Transformador(es)	Capacidad, número, tipo, derivaciones, temperatura (elevación), impedancia, entre otros.
Clase de aislamiento	kV
Construcción.	NEMA 1 (uso general).

i. Las consideraciones que deben tenerse en cuenta para incluir una subestación en un proyecto de instalaciones eléctricas, en forma enunciativa, no limitativa, son las siguientes:

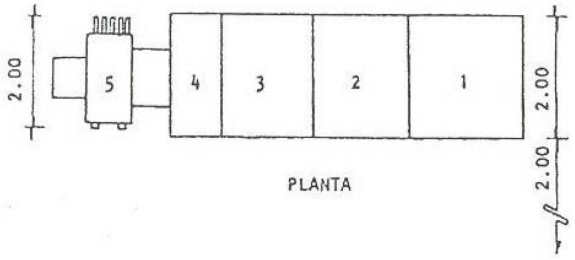
1. Los costos en el sistema de distribución.
2. La disminución de pérdidas en las líneas.
3. Las condiciones de suministro de la energía eléctrica por parte de la compañía de servicio público.
4. Las características de las cargas eléctricas.

ESQUEMA DE UNA SUBESTACION TIPO



1 Celda de medición.
2 Celda de verificación.
3 Celda de interruptor.
4 Celda de acoplamiento.
5 Transformador.
6 Interruptor principal en baja tensión, que puede estar separado.

ELEVACION



Las dimensiones son aproximádas para una subestación de 23 kv.

PLANTA

Distancia de operación.

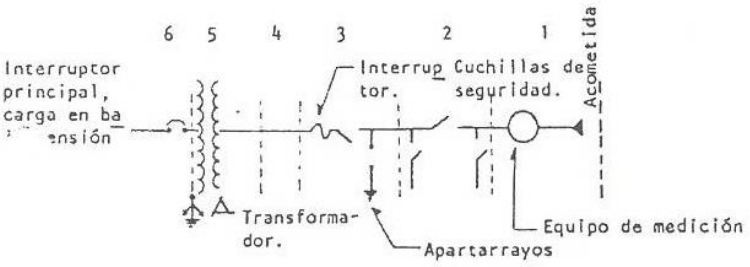


DIAGRAMA UNIFILAR

C.05. Los transformadores deben cumplir con las siguientes características:

a. Para subestaciones y centros de carga alimentados en baja tensión.

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
Distribución	Hasta 500 kVA de capacidad
Tensión primaria	22 900 Volts
Conexión primaria	Delta
Tensión secundaria	220/127 Volts
Impedancia.	(%)
Frecuencia de operación.	(Hz.)
Conexión secundaria	Estrella
Fases	3
Hilos	4
Ajuste	3 derivaciones de 2,5% de tensión nominal primario, 2 arriba y 2 abajo
Enfriamiento	Tipo seco, clase AA (auto enfriado por aire) o clase AFA (aire forzado) otros tipos: clase OA o OA/FA.
Elevación de temperatura	En el tipo seco, el aislamiento debe ser: clase 0 para 363 K (90°C) en lugares ventilados y con servicio ligero clase C para 423 K (150°C) en lugares poco ventilados y con servicio pesado. En el tipo húmedo (OA) 328 K (55°C) sobre un ambiente de 313 K (40°C) 65°C sobre un ambiente de 313 K (40°C).
Líquido aislante	Aceite aislante Askarel o Pyranon en aplicaciones especiales, silicón o fluido dieléctrico no inflamable.

CIUDAD DE MÉXICO

Capacidad	Nominal para la altitud de operación
Terminales	Primarios y secundarios en los costados del tanque, dentro de gargantas en el caso de enfriamiento con aceite; y dentro de la cubierta en los tipo seco.
Condiciones especiales de servicio	(Ambientes corrosivos, ambientes explosivos, otros).
Accesorios.	(Termómetro cambiador de derivaciones, tanque conservador, indicador de nivel de aceite, caja para acoplamiento con tableros, otros).

Número y porciento de cada paso de las derivaciones arriba y debajo de la tensión nominal.

Nota:

No se permite el uso de bifenilospoliclorados – PCB (Askarel), como medio aislante en transformadores

a.1. Los transformadores no deben exceder, en su operación, de los niveles de ruido que se señalan en la Tabla 1, lo cual se debe tomar en cuenta para su selección en un proyecto eléctrico.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Niveles máximos de ruido en decibeles.

kVA	Tipos de transformadores		
	En aceite		Secos
	Abanicos		
	Sin	Con	
0 a 300	56 db	---	66 db
301 a 500	58	---	68
501 a 700	60	70	
701 a 1000	62	db	
1001 a 1500	63	70	
1501 a 2000	64	70	
2001 a 3000	65	70	
		71	

b. Selección de transformadores

1. La selección de los transformadores por su potencia en las subestaciones y centros de distribución, debe tomar en cuenta lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2 Selección de transformadores por potencia y distribución

Distribución			Potencia
Clase 1,2 kV		Clase 25 kV	
Monofásicos kVA	Trifásicos kVA	Trifásicos kVA	Trifásicos kVA
5	5	10	750
10	9	15	1000
15	15	30	1250
25	30	45	1500
37,5	45	75	2500
50	75	75	
75	112,5	112,5	
100	150	150	
	225	225	
		300	
		500	

CIUDAD DE MÉXICO

2. Los transformadores de acuerdo con su uso pueden ser:

2.1. De aislamiento para alimentar los sistemas con neutro aislado en las secciones de sistemas especiales para hospitales, clínicas y rayos X.

2.2. Unitarios de alumbrado, para alimentar sistemas de alumbrado, contactos y fuerza pequeña en edificios.

2.3. De instrumentación para equipos de protección y control.

3. Selección de los transformadores por su carga. Para determinar la capacidad de los transformadores, se deben tomar en consideración los siguientes factores y características de operación:

3.1. Carga total instalada alimentada por el transformador.

3.2. Características de la carga (alumbrado, fuerza, entre otros.)

3.3. Ciclos de operación de la carga (tiempo, aplicación, entre otros.)

3.4. Factor (es) de demanda.

3.5. Factor de diversidad.

3.6. Factor de carga.

3.7. Altitud de operación en metros sobre el nivel del mar.

3.8. Carga pico (puede ser sobrecarga).

3.9. Carga continua.

Nota: La carga pico (máxima) puede ser suministrada por el transformador, de acuerdo con la forma de operación del mismo (ver Tabla 3), aunque resulte superior a la capacidad nominal del transformador. Se debe prever en este caso la capacidad adecuada del elemento protector (interruptor, fusible).

TABLA 3 Carga pico por unidad de capacidad nominal que puede admitir, conservando la vida esperada del transformador.

Tiempo en horas, de la operación con carga pico	Carga tipo aceptable % de la carga equivalente continua a la capacidad nominal		
	90%	70%	50%
0,5	1,64	1,78	1,89
1	1,39	1,49	1,58
2	1,24	1,32	1,37
4	1,13	1,17	1,18

c. Condiciones generales

1. Los circuitos secundarios de transformadores de potencial deben estar provistos de algún medio de desconexión segura, que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios.

2. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial), deben estar conectados permanentemente a tierra en algún punto del circuito.

3. Se debe prever un sistema de detección de fallas que provoque el disparo de un interruptor principal, o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común para sistemas trifásicos de cuatro hilos, para proteger contra fallas internas o del funcionamiento en una sola fase.

C.06. Conductores eléctricos.- El proyectista debe considerar lo siguiente:

a. Deben usarse conductores de calidad total, aprobados por las normas NMX y NOM, con los calibres adecuados, así como aislamientos idóneos que garanticen la seguridad de la instalación.

b. En alimentadores de circuito trifásico, los conductores que los componen deben alojarse en la misma canalización.

c. Su cálculo debe ser por capacidad de conducción, caída de tensión y circuito corto.

d. Los conductores en paralelo de fase, neutro o puestos a tierra en cada circuito, deben ser:

1. De la misma longitud.
2. Del mismo material conductor.
3. Del mismo tamaño nominal.
4. Con el mismo tipo de aislamiento.
5. Con terminales de las mismas características.

e. Los conductores aislados que se utilicen en lugares húmedos o mojados deben ser:

1. Recubiertos con plomo.
2. De los tipo RHW, TW, THW, THW-LS, THHW, THHW-LS, THWN o XHHW.
3. De un tipo aprobado y listado para uso en lugares mojados.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben de ser de un tipo adecuado para su aplicación.

g. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la del diseño para el tipo de conductor aislado al que pertenezca.

h. Los conductores de sistemas de fuerza y alumbrado de corriente continua, así como los de corriente alterna de frecuencia especial, no deben ocupar la misma canalización que los conductores de fuerza y alumbrado de sistemas de corriente alterna que operen a la frecuencia normal de suministro.

i. Los conductores de señalización y control, tales como los de estación de botones, lámparas piloto, relevadores, instrumentos de medición, entre otros, pueden ocupar la misma canalización que los conductores de fuerza y alumbrado, siempre y cuando estén aislados para la tensión máxima de estos últimos.

j. Los conductores para la conexión de balastros y lámparas de descarga eléctrica, pueden ocupar la misma canalización que los conductores del circuito derivado correspondiente a las mismas lámparas.

k. Los conductores que se instalen enterrados directamente o en canalizaciones subterráneas deben ser del tipo adecuado y aprobados para tal uso. Cuando sea necesario deben protegerse contra daños mecánicos tales como placas metálicas, losas de concreto, ductos, otros.

l. Los conductores No. 8 AWG (8,37 mm2) o mayores, instalados en canalizaciones, deben ser cables (formado por varios hilos trenzados), excepto cuando se usen como barras colectoras.

m Consideraciones de diseño.

1. La carga de los alimentadores debe ser la carga total instalada servida por cada alimentador, afectada por el factor de demanda y el de carga en el caso de alimentadores secundarios; por el factor de diversidad y el de carga, en el caso de alimentadores principales que normalmente llevan la carga de todo el sistema o parte de él, servida por un tablero de distribución. Independientemente de la carga instalada, se debe tomar en consideración la reserva para futuras ampliaciones.

2. Factor de demanda: es la relación entre la máxima demanda del sistema o parte de él, a la carga total instalada del sistema o parte de él. Este factor debe tener como valor máximo la unidad. Se utilizarán los

CIUDAD DE MÉXICO

factores aprobados por el Reglamento, teniendo en cuenta que para servicios de alumbrado continuo, el factor de demanda debe ser la unidad.

3. Factor de diversidad: es la relación de la suma de las demandas máximas individuales de las partes del sistema, a la máxima demanda del sistema. La selección del factor de diversidad debe ser motivo de estudio en cada caso específico, basado en las características de la carga y el ciclo de operación.

   Este factor debe ser mayor que la unidad: para alumbrado puede considerarse entre 1,10 y 1,50, y para cargas combinadas de alumbrado y fuerza entre 1,50 y 2,00; aunque puede ser mayor.

4. Factor de carga, es la relación de la carga promedio en un intervalo de tiempo a la carga pico (máxima) en el mismo intervalo.

5 Densidades de carga típicas (aproximadas): estas densidades suponen una aplicación máxima de equipos eléctricos y sistemas de iluminación con niveles altos. También suponen las cargas de fuerza máximas, considerando sistemas de aire acondicionado y equipo electrónico para procesamiento de datos:

TABLA 4. Cargas de alumbrado general por uso de edificio.

Uso del edificio	Carga unitaria (VA/m2).
Almacenes	2,5
Bancos	35
Casas de huéspedes.	15
Clubes.	20
Colegios.	30
Cuarteles y auditorios.	10
Edificios de oficinas.	35
Edificios industriales y comerciales.	20
Estacionamientos públicos.	5
Hospitales.	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina.	20
Iglesias.	10
Juzgados.	20
Peluquerías y salones de belleza.	30
Restaurantes.	20
Tiendas.	30
Unidades de vivienda.	30
En cualquiera de las construcciones	

CIUDAD DE MÉXICO

anteriores excepto en viviendas. Unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifilares y multifamiliares:	
Lugares de reunión y auditorios. Recibidores, pasillos, armarios, escaleras. Lugares de almacenaje.	10 5 2,5

Se debe incluir una carga unitaria de 10,75 VA/m2 para salidas de receptáculos de uso general, cuando no se conozca la cantidad real de este tipo de tomas.

6. Regulación: En un circuito derivado que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del tres por ciento. Por otra parte, la caída total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado, no debe exceder del 5%. El porcentaje total de caída de tensión se debe distribuir de la siguiente manera:

   6.1. Alumbrado y combinación de alumbrado y contactos, en porcentaje:

      6.1.1. Alimentadores principal y secundario y circuitos derivados, 1%

   6.2. Fuerza en porcentaje:

      6.2.1. Alimentadores principal y secundario y circuitos derivados, 1%

   6.3. En caso de que no hubiera alimentador secundario, el principal debe absorber el porcentaje del alimentador secundario.

   6.4. Disminución de la capacidad de conducción nominal en los conductores por efecto de la temperatura:

      6.4.1. Debido al calor generado por la corriente que circula en los conductores cuando en las canalizaciones existen más de 3 conductores, las capacidades nominales de conducción se verán disminuidas como se muestran en la Tabla 5:

7. Factor de potencia: cuando el factor de potencia es diferente de la unidad, es necesario tomarlo en cuenta ya que la carga que se debe considerar en el cálculo de los alimentadores es la potencia aparente (kVA).

8. Corriente de demanda: es la corriente correspondiente a la carga

CIUDAD DE MÉXICO

demandada tomando en consideración la carga total instalada y los factores de demanda, diversidad y carga.

9 Corriente de régimen: es la corriente de demanda afectada por el factor de operación; cuando el servicio es continuo el factor debe ser 125 por ciento.

10 Calibre de los conductores

10.1. El calibre de los conductores debe ser el calibre mayor que resulte de lo siguiente:

10.1.1. El cálculo de la sección recta para no exceder la caída de tensión permitida (utilizando la corriente de demanda).

10.1.2. La capacidad de conducción, utilizando la corriente de régimen y la disminución de capacidad por efecto de la temperatura.

10.2. Neutros: la capacidad de conducción del conductor neutro es la correspondiente a la máxima corriente de desbalance, más la corriente total de la carga de alumbrado con lámparas de descarga (fluorescentes, slimline, mercuriales, otras).

TABLA 5. Disminución de la capacidad de conducción de los conductores por efecto de la temperatura.

Factores de corrección para temperatura ambiente de más de 303 K (30 °C).			
Temperatura ambiente		TW 333K (60°C) seco y húmedo	THW 348 K (75°C). seco y húmedo
K	°C		
313	40	0,82	0,88
318	45	0,71	0,82
323	50	0,56	0,75
328	55	0,41	0,67
333	60		0,58
338	65		0,35

No de conductores en una canalización	4 a 6	7 a 20	21 a 30	31 a 40
Factor de corrección por agrupamiento	80%	70%	60%	50%

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6 SELECCIÓN DE CANALIZACIONES PARA ALOJAR COMBINACIONES DE CONDUCTORES TW Y THW

DESNUDO SECCIÓN EN mm2	CONDUCTOR		NÚMERO DE CONDUCTORES																					ÁREA EN MM2			DIÁMETRO DEL TUBO CONDUIT		ÁREA EN MM2			DUCTO en cm.
	AWG	MCM	TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20%	30%	40%	MM	PULG	20%	30%	40%	
0,516	20		TW	3	6	10	13	17	20	23	27	30	34	37	40	44	47	51	54	57	61	64	68	26,5	39,8	53,1	13	1/2	845	1267	1690	6.5 x 6.5
			THW	4	9	13	18	22	27	31	36	40	45	49	54	58	63	87	72	76	81	86	90									
0,622	18		TW	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	49	53	57	61	66	70	74	78	82	56,7	85,0	113,4	19	3/4	2000	3000	4000	10 x 10
			THW	5	10	16	21	26	32	37	42	48	53	58	64	69	74	80	85	91	96	101	107									
1.31	16		TW	5	10	15	20	25	30	36	41	46	51	56	61	66	72	77	82	87	92	97	102	98,1	147,2	196,0	25	1	4500	6750	9000	15 x 15
			THW	6	13	19	26	32	39	45	52	58	65	71	76	84	91	97	104	110	117	123	130									
2.06	14		TW	8	16	24	32	40	48	56	64	73	81	89	97	105	113	121	129	138	146	154	164	160,8	241,2	321,6	32	1 1/4				
			THW	12	25	37	50	63	75	88	101	113	126	136	131	164	176	189	202	214	227	239	252									
3.31	12		TW	10	20	31	41	52	62	72	83	93	104	114	124	135	145	156	166	176	187	197	208	226,7	340,15	453,5	38	1 1/2				
			THW	15	30	46	61	77	92	108	123	138	154	169	185	200	216	231	247	262	277	293	306									
5.26	10		TW	13	27	41	54	68	82	95	109	123	136	150	164	178	191	205	219	232	246	260	273	408,4	612,5	816,7	51	2				
			THW	19	38	58	72	96	116	135	155	174	193	213	232	252	271	290	310	329	349	368	387									
8.37	8		TW	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	643,1	964,6	1286,1	64	2 1/2				
			THW	32	65	97	130	162	195	227	260	293	325	358	390	423	453	488	520	553	586	618	651									
13.30	6		THW	51	102	153	205	256	307	356	409	461	511	563	614	665	717	768	819	870	921	973	1024	883,5	1325,4	1787,1	76	3				
21.15	4		THW	68	136	204	272	340	408	476	544	611	679	747	815	883	951	1019	1087	1155	1223	1291	1359	1216,4	1824,6	2432,8	88	3 1/2				
33.63	2		THW	92	184	276	368	460	552	644	736	629	921	1013	1105	1197	1289	1381	1473	1565	1657	1749	1841	1570,0	2355,0	3140,0	100	4				
53.48	1/0		THW	148	296	444	592	740	808	1036	1184	1331	1479	1627	1775	1923	2071	2219	2367	2515	2803	2811	2956									
67.43	2/0		THW	174	348	521	695	869	1042	1217	1391	1564	1738	1912	2096	2260	2433	2607	2781	2965	3128	3302	3476									
86.03	3/0		THW	206	411	617	822	1028	1233	1439	1644	1850	2055	2261	2466	2672	2877	3083	3288	3494	3699	3905	4110									
107.20	4/0		THW	244	488	732	976	1220	1464	1708	1952	2196	2440	2684	2928	3172	3418	3680	3904	4148	4392	4636	4880									
126.64		250	THW	299	598	897	1196	1495	1794	2093	2342	2691	2990	3289	3586	3887	4186	4485	4784	5063	5362	5681	5980									
152.00		300	THW	343	686	1029	1372	1715	2058	2401	2744	3087	3430	3733	4116	4459	4802	5145	5488	5831	6174	6517	6860									
177.35		350	THW	362	764	1146	1528	1910	2292	2674	3056	3438	3820	4202	4584	4966	5349	5730	6112	6494	6876	7258	7640									
202.71		400	THW	430	880	1290	1720	2150	2590	3010	3440	3870	4300	4730	5160	5590	6020	6450	6880	7310	7740	8170	8800									
253.35		500	THW	515	1030	1545	2060	2575	3080	3805	4120	4635	5150	5565	6180	6695	7210	7725	8240	8755	9270	9785	###									
305.99		600	THW	616	1232	1848	2464	300	3696	4312	4928	5544	6160	6776	7392	6008	8624	9240	9856	###	11088	11704	###									
380.00		700	THW	765	1510	2265	3020	3775	4530	5285	6040	6795	7550	8305	9060	9815	10507	11325	###	###	###	###	15100									
507.00		1000	THW	962	1924	2686	3848	4810	5772	6734	7696	6658	9220	###	11544	###	###	###	###	###	17316	###	###									

CIUDAD DE MÉXICO

11. Protección: los alimentadores se deben proteger por medio de interruptores o fusibles en los tableros de distribución; su capacidad debe ser determinada por la corriente de demanda, la de arranque (alimentaciones a fuerza) y los factores de reducción para instalaciones moldeadas.
12. Usos de conductores.

12.1. Los cordones y cables flexibles pueden usarse en:

12.1.1.-Conexión de aparatos y lámparas portátiles.

12.1.2.- Conexiones colgantes.

12.1.3.- Alambrado de luminarias.

12.1.4.- Elevadores.

12.1.5.-Conexión de equipos estacionarios a fin de facilitar su frecuente cambio.

12.2. Usos prohibidos. Los cordones y cables no deben usarse:

12.2.1. Como sustitutos de instalaciones fijas en estructuras.

12.2.2 Instalados a través de orificios en paredes, techos o pisos.

12.2.3 Instalados a través de marcos de puertas, ventanas o aberturas similares.

12.2.4. Fijados a superficies de inmuebles.

12.2.5. Ocultos dentro de paredes, techos o pisos de inmuebles.

12.3. Cuando los aislamientos y cubiertas especiales cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo “LS”.

12.4. Se permite el uso de estos conductores en cualquiera de los métodos de alambrado como se especifica en la siguiente tabla:

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 7 Conductores-Aislamientos y usos								
Nombre genérico	Tipo	Temp. Máxima de operación K (ºC)	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal mm²	Tamaño nominal AWG-kcmil	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Etileno propileno fluorado	FEP	363 (90)	Lugares secos o húmedos	Etileno propileno fluorado	2,082-5,260 8,367-33,620	(14-10) (8-2)	0,51 0,76	Ninguna
	o				2,082-8,367	(14-8)	0,36	Malla de fibra de vidrio
	FEPB	573 (200)	Lugares secos Aplicaciones especiales	Etileno propileno fluorado	13,300-33,620	(6-2)	0,36	Malla de material adecuado
Termoplástico resistente a la humedad, al aceite, al calor, y a la propagación de la flama	MTW	333 (60)	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	0,32-3,307	(22-12)	(A) 0,76 (B) 0,38	(A) Ninguna
					5,26	(10)	0,76 0,51	
			Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos		8,367	(8)	1,14 0,76	
					13,30	(6)	1,52 0,76	(B) Cubierta de nylon o equivalente
					21,15-33,62	(4-2)	1,52 1,02	
		363 (90)			42,41-107,2	(1-4/0)	2,03 1,27	
					126,7- 253,4	(250-500)	2,41 1,52	
					304,0-506,7	(600-1000)	2,79 1,78	
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHH	363 (90)	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y la flama	2,082-5,26	(14-10)	1,14	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama
					8,367-33,62	(8-2)	1,52	
					42,41-107,2	(1-4/0)	2,03	
					126,7-253,4	(250-500)	2,41	
					304,0-506,7	(600-1000)	2,79	
					633,3-1013,6	(1250-2000)	3,18	

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

Nombre genérico	Tipo	Temperatura. Máxima de operación K (ºC)	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal		Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
					mm²	AWG-kcmil		
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHW	348 (75)	Lugares secos o mojados	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama	2,082-526 8,367-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7 633,3-1013,6	(14-10) (8-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000) (1250-2000)	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama
Silicón-FV	SF	423 (150) 573 (200)	Lugares secos y húmedos En aplicaciones donde existan condiciones de alta temperatura	Hule Silicón	0,8235-3,307 8,367-33,62 42,41-107,2	18-12 8-2 1-4/0	0,762 1,524 2,032	Malla de fibra de vidrio o material equivalente
Polímero sintético resistente al calor	SIS	363 (90)	Alambrado de tableros de distribución	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor	2,082-5,260 8,367	14-10 8	0,76 1,14	Ninguna
Termoplásticos para tableros	TT	348 (75)	Alambrado de tableros de distribución	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y emisión reducida de humos y gas ácido	0,5191-3,307	20-12	0,76	Ninguna

CIUDAD DE MÉXICO

(Continúa)

Nombre generico	Tipo	Temperatura. Máxima de operación K (°C)	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal.		Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
					mm²	AWG-kcmil		
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	TW	333 (60)	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente a la humedad, y a la propagación de incendio	2,082-5,260	14-10	0,76	Ninguna
					13,30-33,62	8	1,14	
					8,367	6-2	1,52	
Cable plano termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	TWD	333 (60)	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, y a la propagación de incendio	0,519-1,307	20-16	0,64	Ninguna
					2,082-5,260	14-10	0,9	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	THW	348 (75) 363 (90)	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales dentro del equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000 V o menos en circuito abierto y a tamaños nominales de 2,082 a 8,367 mm2 (14-8 AWG)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	2,082-5,26	14-10	0,76	Ninguna
					8,367	8	1,14	
					13,30-33,62	6-2	1,52	
					42,41-107,2	1-4/0	2,03	
					126,7-253,4	250-500	2,41	
					304,0-506,7	600-1000	2,79	

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa

Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THW-LS	348 (75)	Lugares secos y mojados. Aplicaciones especiales dentro del equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000V o menos en un circuito y áreas de las secciones transversales de 2082 a 8367 mm² (14-08)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios y de emisión reducida de humos y gas ácido	2,082-5,260 8,367 13,30-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7	(14-10) (8) (6-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000)	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
	THHW	348 (75) 363 (90)	Lugares secos y mojados Lugares secos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios	2,082-5,260 8,367 13,30-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7	(14-10) (8) (6-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000)	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW-LS	348 (75) 363 (90)	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	2,082-5,260 8,367 13,30-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7	(14-10) (8) (6-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000)	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna

CIUDAD DE MÉXICO

Continúa

Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THWN	348 (75)	Lugares secos y mojados	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2,082-3,307 5,26 8,367-13,30 21,15-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7	(14-12) (10) (8-6) (4-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Cubierta de nylon o equivalente
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THHN	363 (90)	Lugares secos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama	2,082-3,307 5,26 8,367-13,30 21,15-33,62 42,41-107,2 126,7-253,4 304,0-506,7	(14-12) (10) (8-6) (4-2) (1-4/0) (250-500) (600-1000)	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Cubierta de nylon o equivalente
Cable plano para acometida aérea y sistemas fotovoltaicos	TWD-UV	333 (60)	Lugares secos y mojados Entrada de acometida aérea. Sistemas fotovoltaicos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios	3,307-8,367	(12-8)	1,14	Ninguna

Continúa

CIUDAD DE MÉXICO

Cable mono-conductor para acometida subterránea	BTC	363 (90)	Lugares secos y mojados. Acometida subterránea	Polímero sintético de cadena cruzada, resistente a la humedad, al calor y la propagación de la flama	15-35	(4-2)	1,6	Ninguna
Cable mono-conductor y multi-conductor para acometida subterránea	DRS	363 (90)	Lugares secos y mojados Entrada de acometida subterránea	Polímero sintético de cadena cruzada, resistente a la humedad, al calor y la propagación de la flama	21,15-33,62		1,58	Ninguna
Cable para acometida aérea	CCE	333 (60)	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	3,307-5,26 13,3-21,15		1,2 1,8	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie
Cable para acometida aérea	BM- AL	348 (75)	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea.	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie.	13,3 - 33,62	(6-2)	1,14	Ninguna

Continúa

CIUDAD DE MÉXICO

Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor	XHHW	363 (90)	Lugares secos o mojados	Polímero sintético de cadena cruzada, resistente a la humedad, al calor y la propagación de la flama	2,082-5,260	(14-10)	0,76	Ninguna
					8,367-33,62	(8-2)	1,14	
					42,41-107,2	(1-4/0)	1,40	
					126,7-253,4	(250-500)	1,65	
					304,0-506,7	(600-1000)	2,03	
		348 (75)	Lugares mojados					
Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor	XHHW-2	363 (90)	Lugares secos y mojados	Polímero sintético de cadena cruzada, resistente a la humedad, al calor y la propagación de la flama	2,082-5,260	(14-10)	0,76	Ninguna
					8,367-33,62	(8-2)	1,14	
					42,41-107,2	(1-4/0)	1,40	
					126,7-253,4	(250-500)	1,65	
					304,0-506,7	(600-1000)	2,03	

Concluye

OBSERVACIONES GENERALES

1. Los tipos de cables marcados con el sufijo "-2", para usarse en temperaturas de operación continua de 363º (90ºC) en ambiente mojado y seco, por ejemplo THW-2 y XHHW-2

2. Cuando el aislamiento y la cubierta exterior (si la hay), cubren los requerimientos de no-propagación de incendio, emisión reducida de humos y de gas ácido, de acuerdo con las normas nacionales, se permite agregar al tipo el sufijo "LS". Por ejemplo THW-LS

CIUDAD DE MÉXICO

C.07. Para el diseño de los centros de distribución debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a. Consideraciones generales.

1. Se deben concentrar las alimentaciones verticales eléctricas independientes, en ductos visitables o registrables en cada piso; en el caso de los ductos horizontales, debe permitir la fácil inspección de las trayectorias de los conductores, para lo cual se deben situar en las circulaciones. Es conveniente concentrar los tableros, interruptores, equipos y cajas de distribución de cada piso, cerca de los ductos verticales.

2. Las medidas de los ductos que contengan tuberías eléctricas y que no tengan acceso directo, deben ser las adecuadas para que puedan ser visitables o registrables. Se requiere que los ductos no sean interrumpidos por trabes, columnas u otros elementos constructivos.

3. Las unidades de iluminación, apagadores, contactos (toma corrientes), y otros deben estar protegidos por interruptores termomagnéticos a través de tableros o centros de carga en cada piso o zona.

4. Los tableros generales deben estar situados de tal manera que sean fácilmente controlables y que se puedan observar las fallas.

5. Para los sistemas de aire acondicionado se requiere ocasionalmente fuerza trifásica, igual que para el de ventilación y extracción; los interruptores de estos sistemas deben instalarse de manera que puedan controlarse desde el centro de control del edificio, por lo tanto, requerirán tuberías desde dicho centro de control hasta la casa de máquinas.

6. Carga: la carga debe quedar balanceada, admitiéndose como máximo un desbalance del 5 por ciento.

7. Espacios de reserva: se deben prever espacios de reserva para conexión de capacitores y para ampliaciones futuras.}

8. Los tableros deben estar provistos de ductos para alambrado a cada lado y en toda altura de los tableros, las dimensiones de los ductos deben ser como mínimo 250 mm para acomodar adecuadamente los cables de alimentación de los circuitos derivados.

9. Los tableros, cada instrumento y accesorio de control deben llevar placas de material apropiado para su identificación.

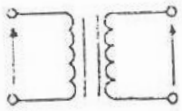
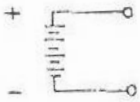
CIUDAD DE MÉXICO

10. Los gabinetes de los tableros de piso y pared deben conectarse a tierra de acuerdo con lo que se indica en la norma oficial eléctrica vigente (NOM-001-SEDE.) Indicada en la cláusula B. de Referencias

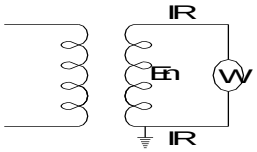
11. Los tableros de piso y pared que se usan en lugares peligrosos, deben cumplir con los requisitos indicados en la norma eléctrica (NOM-001-SEDE). Indicada en la cláusula B. de Referencias.

A continuación se indican diagramas, características y aplicación de sistemas de distribución y de baja tensión para controles.

Sistemas de bajo voltaje para controles

DIAGRAMA	CARACTERISTICAS	APLICACION
	120 V, 24V, 1 fase, 2 hilos. 12 V, 1 fase, 2 hilos.	
	12 V, 2 hilos	Alumbrado de emergencia con unidades independientes recargables.
	120 V, 2 hilos	Alumbrado de emergencia con sistema de baterías central.

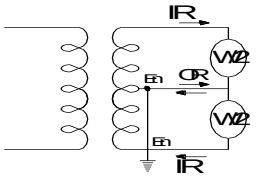
Sistema monofásico 2 hilos



$W = E_n I \cos\phi$

$S = \frac{4LI}{E_n e}$

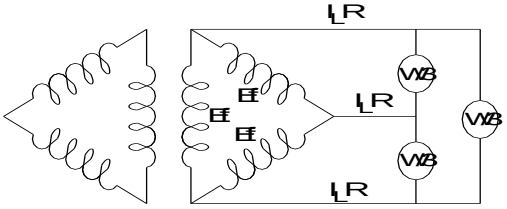
Sistema monofásico 3 hilos



$W = 2E_n I \cos\phi$

$S = \frac{2LI}{E_n e}$

Sistema trifásico 3 hilos



$I_L = \sqrt{3}\, I_f$

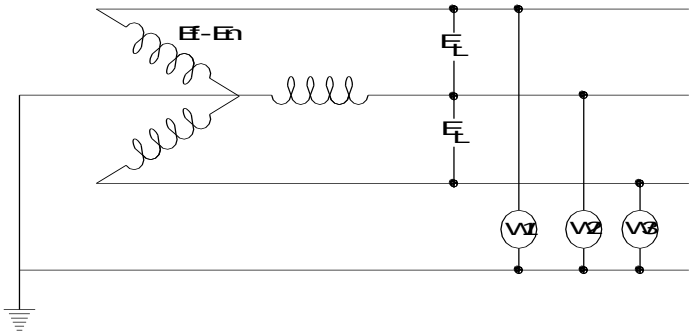
$E_L = E_f$

$W_T = \sqrt{3}\, E_L I_L \cos\phi = 3 W_{fase}$

$W_{fase} = E_f I_f \cos\phi$

$S = \frac{2\sqrt{3}\, LI}{E_L e}$

Sistema trifásico 4 hilos



$W_T = \sqrt{3}\, E_L I_L \cos\phi = 3 E_n I_f \cos\phi$

$W_{fase} = E_f I_f \cos\phi$

$S = \frac{2LI}{E_n e}$

En donde

e = Caída de tensión en % $= \frac{100\% e_n}{E_n} = \frac{100\% e_L}{E_L}$

e_n = Caída de tensión entre línea y neutro

e_L = Caída de tensión entre líneas

$E_n = E_f$ = Tensión entre líneas o línea y neutro

E_L = Tensión entre líneas

I_L = Corriente de línea en amperes

L = Longitud de línea en metros

S = Sección del conductor desnudo en mm^2

I = Corriente del conductor en amperes

W = Potencia en Watts

b. Los elementos principales de los centros de distribución y sus características son:

1. Interruptores principales: se deben usar en los tableros de distribución principal y secundario, y en los de fuerza que no están a la vista de los tableros de distribución que los alimentan.

2. Fusibles limitadores principales: se deben usar cuando la capacidad interruptiva de los interruptores de potencia sea inferior a la requerida o por efectos de una buena coordinación en la protección.

3. Interruptores de potencia en baja tensión: tipo electromagnético, en aire, de operación manual o eléctrica, con mecanismo de energía almacenada, disparo simultáneo, montaje fijo o deslizante, dependiendo de su aplicación específica.

4. Interruptores moldeados: tipo termomagnéticos, operación manual, disparo simultáneo.

5. Interruptores de fusibles: fusibles limitadores de corriente clases KI, K5, J y L, según la clasificación NEMA, con 200 000 A de capacidad interruptiva.

6. Uso de interruptores: para corrientes de demanda hasta de 800 A, se deben usar interruptores moldeados y para corrientes de más de 800 A, se deben usar interruptores de potencia. Solamente en aplicaciones especiales se usan interruptores de potencia para corrientes inferiores a 800 A. Los fusibles limitadores se deben utilizar con cualquier carga dentro de sus capacidades.

7. Instrumentos de medición: se deben emplear amperímetros y voltímetros de tipo indicador, con selectores de fases en los tableros de distribución principal. En otros tableros, solamente cuando sea necesario. Otros instrumentos pueden ser opcionales, de acuerdo con las necesidades específicas.

8. Barra de conexión a tierra: 51 mm x 6,35 mm de sección recta en tableros de distribución principal y 25,4 mm x 6,35 mm en tableros de distribución secundaria y tableros de fuerza a todo lo largo de los tableros.

9. Barras principales: capacidad nominal de 125 por ciento de la corriente total demandada.

CIUDAD DE MÉXICO

10. Barra neutra: capacidad nominal mínima el 100 por ciento de la carga total de alumbrado con lámparas de descarga (fluorescentes, slimline, mercuriales, entre otros), más el 100 por ciento de la carga desbalanceada hasta 200 A, más el 70 por ciento de la carga desbalanceada en exceso de 200 A.

11. Protección por baja tensión: se debe usar en casos indicados cuando la baja tensión pueda ser crítica.

12. Capacidad interruptiva: el interruptor principal o los fusibles limitadores de corriente principales, deben tener la capacidad interruptiva del cortocircuito en el sistema, para determinar la capacidad interruptiva de los interruptores derivados se deben adoptar los requisitos del sistema en cascada.

13. Capacidades nominales: para determinar las capacidades nominales de disparo de los interruptores, deben tomarse en consideración las corrientes de demanda (kVA) y para los interruptores moldeados los factores de reducción de capacidades nominales según sus características, además de las corrientes de demanda.

14. Coordinación en la protección: se debe coordinar el disparo de los diferentes elementos, siempre y cuando ésta sea posible. Cuando sea indispensable la coordinación, se deben utilizar interruptores de potencia (con disparo selectivo).

15. Gabinetes: deben ser de frente muerto, autosoportados (montaje en piso), cuando la cantidad y peso de los interruptores moldeados o fusibles lo determinen; en general con corrientes de 800 A, o mayores. Deben ser tipo panel (montaje en muro) de sobreponer, cuando los interruptores sean moldeados y la corriente total no sobrepase a los 800 A.

CIUDAD DE MÉXICO

Construcción del gabinete:

NEMA 1, para usos generales
NEMA 3, para usar en exteriores

c. Arreglo de las barras colectoras y otros conductores.

1. Las barras colectoras y otros conductores de los tableros de piso y de pared deben estar localizados en sitios que no estén expuestos a daños mecánicos y fijados firmemente en su lugar.

2. La disposición de las barras y otros conductores debe ser tal que se evite el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos y térmicos.

3. Las terminales para la conexión de los conductores de carga, deben colocarse preferentemente de manera que no sea necesario pasar con dichos conductores a través o por detrás de las barras colectoras.

4. Se recomienda que la secuencia de fases en las barras colectoras sea A, B, C, desde el frente hacia atrás del tablero o de izquierda a derecha, viendo el tablero de frente, según sea la colocación de las mismas barras. Las barras deben identificarse con pintura o cualquier otro medio equivalente.

5. La entrada de cables y la localización de soportes será de tal modo que se requiera el mínimo de curvatura en el cable desde la entrada al tablero, hasta la terminal.

6. El radio de curvatura del cable en ningún caso debe ser menor de 10 veces su diámetro.

7. Los buses y sus conexiones deben tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar una corriente igual o mayor que la de corto circuito.

8. A todo lo largo del tablero se debe instalar un bus de tierra con una capacidad no menor del 50% de la capacidad de los buses.

d. Diseño de montaje e instalación de tableros de piso.

1. Los tableros autosoportados deben montarse sobre una base de concreto y anclarse a la misma. Los tableros tipo panel se deben montar en una estructura metálica que se debe fijar al muro y en el piso.

2. Locales: deben tener buena ventilación y ser accesibles. Las atmósferas en estos locales deben ser normales.

3. Los tableros de piso que tengan alguna parte viva descubierta deben estar ubicados en locales permanentemente secos y ser accesibles solo a personal autorizado.

4. Los tableros de piso que se instalen en locales mojados o a la intemperie, deben ser “a prueba de intemperie”; o bien, estar ubicados de manera que se evite la entrada de humedad o agua al interior de sus gabinetes.

5. Los tableros de piso deben colocarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de comunicar el fuego a materiales inflamables.

CIUDAD DE MEXICO

6. Los tableros de piso que se instalen en locales con techos o plafones de materiales combustibles, deben estar separados un metro como mínimo, a menos que se coloque una barrera de material incombustible entre éstos y los propios tableros, o que se trate de tableros totalmente cerrados, en cuyo caso la distancia puede ser menor.

7. Debe dejarse espacio libre alrededor de los tableros de piso para fines de operación y mantenimiento, de acuerdo a las normas eléctricas vigentes (NOM-001-SEDE) indicadas en la cláusula B. de Referencias.

8. Los instrumentos, lámparas indicadoras, transformadores de potencial y otros equipos con bobinas de potencial, deben alimentarse con circuitos que estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente, no mayores de 15 A, excepto cuando la operación de estos dispositivos de sobrecorriente implique algún peligro en la operación de dichos equipos.

9. Los instrumentos, relevadores y transformadores para instrumentos instalados en los tableros de piso deben conectarse a tierra de acuerdo con lo que indica la norma oficial eléctrica vigente (NOM-001-SEDE) indicada en la cláusula B. de Referencias.

e. Diseño de montaje e instalación de tableros de pared.

1. En los tableros de pared o de caja para cortacircuitos, no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora (además del principal de alimentación) para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos.

2. Los tableros de pared que se instalen en lugares húmedos o mojados deben estar provistos de gabinetes adecuados para las condiciones existentes en cada caso; o bien, estar ubicados de manera que se evite la entrada de humedad o agua a su interior.

3. Los gabinetes de los tableros de pared deben ser de frente muerto, salvo el caso en que sean accesibles sólo a personal autorizado.

4. La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un panel de alumbrado y control, no debe superar 80% de su capacidad nominal, cuando en condiciones normales la carga se mantenga durante 3 horas o más.

5. Cuando un panel de alumbrado y control se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente debe estar situada en el lado secundario del transformador.

CIUDAD DE MÉXICO

C.08. Para el diseño de los centros de control para motores, deben considerarse los siguientes aspectos:

a. Su utilización. Los centros de control para motores son tableros integrados por interruptores y elementos de protección (fusibles), en combinación con elementos de control (arrancadores y accesorios) para proteger y controlar a los motores, cargas de fuerza y circuitos que los alimentan. Se deben utilizar grupos de motores y cargas que formen sistemas completos, tales como aire acondicionado, bombeo programado, plantas de tratamiento, procesos de manufactura, o cuando se quiera controlar desde un punto los diferentes equipos auxiliares o motores, aunque no formen un sistema.

1. Capacidades interruptivas. (Ver subinciso C.07.b.12, de este capítulo, sobre centros de distribución).

2. Capacidades nominales. Los interruptores derivados, el interruptor principal, y demás elementos de protección, deben soportar las corrientes de arranque de los motores y al mismo tiempo deben proteger a los circuitos alimentadores de fuerza. (Ver subinciso C.07.b,13 de este capítulo).

b. Elementos principales de protección:

1. Interruptores de potencia (electromagnéticos en aire)

2. Interruptores moldeados (termomagnéticos).

3. Interruptores de fusibles

4. Fusibles limitadores de corriente (ver características de estos elementos en el subinciso C.07.b.2, de este capítulo).

5. Fusibles de doble elemento con retardado de tiempo, NEMA clave K 9 con 100 000 A de capacidad interruptiva.

6. Elementos térmicos y relevadores para protección de sobrecorriente en los motores.

7. Relevadores para protección contra baja tensión.

c. Elementos principales de control:

1. Arrancadores magnéticos a tensión completa (no reversible y reversible).

2. Arrancadores magnéticos a tensión reducida, automáticos de transición cerrada (tipo autotransformador y de resistencia ordinaria).

CIUDAD DE MÉXICO

3. Arrancadores magnéticos automáticos para embobinado bipartido o parte estrella-delta.

4. Contactos magnéticos

d. Accesorios:

1. Estaciones de botones.

2. Interruptores selectores

3. Pilotos

4. Transformadores de control

5. Barras principales y secundarias. La capacidad nominal debe ser el 125 por ciento de la corriente a plena carga del motor mayor, más la suma de las corrientes de demanda de los demás motores y cargas conectadas. (Ver subinciso C07.c de este capítulo).

6. Barra de conexión a tierra: la sección recta mínima debe ser de 25,5 mm x 6,35 mm, a todo lo largo del centro de control.

7 Fusibles limitadores de corriente principales: se deben usar cuando el valor del cortocircuito sea superior a la capacidad interruptiva de los interruptores de potencia.

8. Interruptores de potencia: se deben usar cuando las corrientes de demanda sean superiores a 800 A.

9 Interruptores moldeados: se deben usar cuando las corrientes de demanda sean de 800 A o menores. *

CIUDAD DE MÉXICO

* Se debe tomar en consideración la corriente de arranque.

10. Arrancadores: deben contar con elementos térmicos, termomagnéticos o electromagnéticos para proteger de sobrecargas a los motores.

Las capacidades nominales de los elementos deben determinarse midiendo las corrientes de los motores a plena carga y nunca deben ser superiores a las corrientes de placa.

11. Factor de potencia: se debe tomar en consideración el espacio para la instalación de capacitores que mejoren el factor de potencia. El control de los mismos puede ser manual o automático.

12. Alambrado: debe ser NEMA clase I o II dependiendo del sistema; en ambas clases tipo C.

13. Instrumentos de medición: amperímetro y voltímetro, indicadores con selectores de fases para medir la potencia total. Otros instrumentos son opcionales.

14. Gabinetes : frente muerto y autosoportados.

    Construcción del gabinete: NEMA clase 1, 3, 4, 5 ó 12, dependiendo de la aplicación específica.

e. Instalación. Ver subinciso C.07.d. sobre centros de distribución, de este capítulo.

C09. En el diseño de los tableros de alumbrado, debe considerarse lo siguiente:

a. Utilización. Los tableros de alumbrado, protegen lo circuitos de alumbrado y de contactos.

   Pueden controlar el alumbrado por medio de los interruptores derivados que integran los tableros

b. Elementos principales:

   1. Interruptores moldeados (termomagnéticos): con conexión atornillada a las barras del tablero cuando se controlen los circuitos en el tablero y con conexión enchufable a las barras, cuando exclusivamente sirvan para proteger contra sobrecargas y corto circuitos. De operación manual y disparo simultáneo cuando sean de 2 a 3 polos.

   2. Barra neutra: capacidad nominal mínima igual a las barras principales cuando el tablero alimenta a lámparas de descarga (fluorescentes, slimline, mercuriales, etc.); en otros casos se deben seguir los lineamientos establecidos en el subinciso C.07.b, correspondiente a centros de distribución.

   3. Interruptores principales; se deben usar en los siguientes casos:

      3.1. Cuando el tablero de distribución que lo alimenta no está a la vista y los interruptores que lo protegen no tienen medios mecánicos para asegurar su posición de operación, ya sea la de “abierto” o la de “cerrado”.

      3.2. Cuando en el mismo tablero de alumbrado, hay más del 10 por ciento de los interruptores derivados con capacidad de 30 A o menos, y los circuitos derivados son monofásicos (con conexiones al neutro).

CIUDAD DE MÉXICO

4. Gabinetes: deben ser de frente muerto, tipo panel, para empotrar o sobreponer según el caso específico.

c Instalación:

1 Locales: deben estar en lugares ventilados, accesibles y en atmósferas no peligrosas.

2 Conexión a tierra: las partes metálicas deben conectarse sólidamente a tierra.

3 Montaje: cuando se instalen en forma sobrepuesta, se deben montar en estructuras metálicas fijadas a los muros, de manera que queden separados de los mismos. (Ver subinciso C.07.e de este capítulo).

Construcción del gabinete

NEMA 1, para usos generales
NEMA 3, para usar en exteriores.

4. Capacidades interruptivas: tanto el interruptor principal como los derivados deben ser capaces de interrumpir la corriente de cortocircuito respectivo.

5. Capacidades nominales: se deben determinar considerando el 125 por ciento de las corrientes de régimen de los circuitos. En el interruptor principal se deben prever las ampliaciones.

6. Carga: la carga debe quedar balanceada, se admite un desbalance máximo del 5 por ciento.

7 Espacios de reserva; deben ser el 20 por ciento del número de interruptores derivados.

CIUDAD DE MÉXICO

C 10. Para el diseño de los circuitos derivados debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a. Consideraciones del diseño:

1. La carga eléctrica de estos circuitos debe estar constituida por la suma de todas las unidades que integran el sistema de iluminación tanto en interiores como en exteriores; así mismo por todas las salidas eléctricas normales y especiales destinadas para iluminación: decorativa, específica (instalaciones eléctricas en quirófanos), anuncios luminosos, otros.

2. Clasificación de circuitos: los circuitos se clasifican según la capacidad nominal del interruptor termomagnético que los protege, hay circuitos de 15, 20, 30 y 50 A.

3. Aplicación de circuitos: circuitos de 15 y 20 A monofásicos se pueden usar cuando la tensión máxima a tierra sea de 150 V, y cuando las unidades se controlen individualmente mediante apagadores o por grupos desde los tableros.

4. Circuitos de 30 a 50 A monofásicos: se deben usar cuando las unidades de iluminación sean fijas y se controlen por grupos (por circuitos) desde los tableros o por medio de contactores.

   Las bases y porta lámparas deben ser para servicio pesado.

5. Circuitos de 20, 30 y 50 A monofásicos y trifásicos : cuando la tensión máxima a tierra sea de 300 V se pueden usar cuando las unidades de iluminación en interiores se instalen a una altura de 2,40 m mínimo sobre el nivel del piso terminado, cuando se usen porta lámparas y bases tipo pesado y se controlen por grupos (circuitos), desde el tablero o por medio de contactores magnéticos, las partes metálicas de los equipos deben conectarse sólidamente a tierra.

6. Carga de operación de los circuitos: los circuitos de alumbrado que operan en forma continua, no pueden ser cargados con más del 80 por ciento de la capacidad nominal del interruptor que los protege.

   Servicio:

12	V	CD	2 hilos	emergencia
120	V	CD	2 hilos	emergencia
127	V	CA	1 fase,	2 hilos
220	V	CA	2 fases,	2 hilos
220	V	CA	3 fases,	3 hilos
220	V	CA	3 fases,	4 hilos

7. Regulación: 1 por ciento de caída de tensión máxima, desde el tablero hasta la última salida de cada circuito.

8. Disminución de la capacidad nominal de conducción en los conductores por efecto de la temperatura (Ver inciso C.06, sobre conductores eléctricos de este capitulo).

9. Corriente de demanda: la corriente total de la carga conectada al circuito (suma de unidades de iluminación), incluyendo las pérdidas en los balastros y reactores, tomando en consideración el factor de potencia.

CIUDAD DE MÉXICO

10. Corriente de régimen: para circuitos de operación continua, debe ser el 125 por ciento de la corriente de demanda.

11. Calibre de los conductores: el calibre mínimo debe ser el N° 12 AWG. (Ver subinciso C.06.)

12. Protección: por medio de interruptores moldeados en los tableros de alumbrado.

b. Circuitos derivados de fuerza menor

1. Consideraciones de diseño

1.1. Carga: la carga eléctrica de estos circuitos debe estar constituida por todas las máquinas y aparatos pequeños que son alimentados a través de contactos.

2. Clasificación: además de los señalados para los circuitos derivados de alumbrado, se tienen los circuitos especiales regulados, para laboratorios, equipos y máquinas electrónicas y los circuitos aislados (con neutro aislado, ver C.05.b.2.1, de sistemas aislados para hospitales y clínicas).

3. Aplicación de circuitos.

3.1. Circuitos de 15 A: máquinas y aparatos que tomen 1,5 A, limitando el número de salidas a 13 como máximo; o máquinas y aparatos que tomen hasta 16 A alimentadas en forma individual.

4. Circuitos de 30 y 50 A: máquinas y aparatos que tomen hasta 24 y 40 A, respectivamente, alimentadas en forma individual.

5. Carga de los circuitos: los circuitos no deben cargarse con más del 80 por ciento de la capacidad nominal de los interruptores que los protegen.

Servicio:

127 V	1 fase,	2 hilos
220 V	2 fases,	2 hilos
220 V	3 fases,	3 hilos

6. Regulación: 1 por ciento de caída de tensión máxima, desde el tablero hasta la última salida de cada circuito.

CIUDAD DE MÉXICO

7. Disminución de la capacidad nominal de conducción en los conductores por efecto de la temperatura: (ver inciso C.06).

8. Corriente de régimen: el 80 por ciento de la capacidad nominal del interruptor que los protege.

9. Calibre de los conductores: igual que para los circuitos derivados de fuerza (Ver inciso C.06).

10. Protección: por medio de interruptores moldeados en los tableros de alumbrado. Los circuitos de 30 y 50 A pueden protegerse en tableros de fuerza.

11. Tableros: pueden usarse tableros de alumbrado para alimentar exclusivamente circuitos derivados para fuerza menor.

12. Contactos: cuando en los planos de proyecto no se especifique la posición, se deben instalar a una altura de 0,30 m sobre nivel del piso terminado, medidos a centro de cajas.

13. Los interruptores o apagadores deben colocarse junto a las puertas de acceso a los locales, de tal manera que queden del lado contrario al de las bisagras de las puertas.

14. En escaleras se deben usar apagadores de tres vías o sensores de presencia para el control de alumbrado.

15. En lugares que lo requieran, se deben colocar apagadores de seguridad contra explosión de gas o de polvos.

16. Para la intemperie deben utilizarse apagadores que ofrezcan seguridad contra los elementos.

17. La altura de colocación de los apagadores, debe ser, salvo otra indicación, de 1,30 m sobre el nivel del piso terminado medida a centro de caja.

18. Los contactos pueden ser de piso o de pared, según lo requiera el caso, la altura común aceptable para contacto de pared es 30 cm sobre el nivel de piso terminado.

19. Donde se requieran diferentes alturas deben especificarse en cada proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

20. Las unidades de iluminación y contactos especiales (emergentes) que se alimenten con equipo de emergencia deben indicarse con una señal impresa en el gabinete en el caso de luminarias y/o utilizar tapas diferentes a los contactos normales para su localización

c. Circuitos derivados de fuerza.

1. Consideraciones de diseño

1.1. La carga eléctrica para estos circuitos debe estar constituida por motores, cargas de fuerza resistiva, hornos, rectificadores, soldadores, equipos de proceso, que integrarán los diferentes sistemas de servicios generales en edificios, plantas y los sistemas de proceso para manufactura.

1.2. Factor de demanda

Circuitos individuales: con operación continua 1,25; con operación intermitente hasta 0,85 como mínimo, a excepción de las soldadoras.

1.3. Circuitos múltiples: con operación continua o intermitente 1,25 para la carga mayor; para las demás cargas el factor de demanda aprobado, de acuerdo con sus características y el ciclo de operación.

1.4. Regulación: la máxima caída de tensión permitida desde el tablero a los motores y cargas es del 2 por ciento de la tensión.

1.5. Disminución de la capacidad de conducción nominal en los conductores por efecto de la temperatura (Ver inciso C.06. de conductores eléctricos).

1.6. Corriente de demanda: es la correspondiente a la potencia de los motores o cargas; hay que tener en cuenta el factor de potencia, la eficiencia de los motores y los factores de demanda.

1.7. Calibre de los conductores: se debe determinar tomando en consideración la corriente de demanda, la caída de tensión (regulación) y la disminución de capacidad de conducción en los conductores. Se debe tomar el calibre mayor.
El calibre mínimo en estos circuitos debe ser el No.12 AWG.

1.8. Protección de los circuitos individuales: debe hacerse por medio de interruptores o fusibles, de acuerdo con lo establecido en el inciso C.08. sobre centros de control para motores, protección y control. Se deben tomar en consideración las limitaciones establecidas por el Reglamento y las capacidades nominales de los elementos de protección, en relación con las corrientes de

CIUDAD DE MÉXICO

arranque, de demanda (régimen) y ciclos de operación. Cuando se usen fusibles de doble elemento o limitadores de corriente, se debe recurrir a la información técnica del fabricante.

1.9. Circuitos múltiples: la capacidad nominal del elemento protector (interruptor o fusible) debe ser determinada por la capacidad requerida por la carga mayor (arranque), más la suma de las corrientes de demanda de las otras cargas. (Ver inciso C.11, de protección y control para determinar la capacidad de los elementos protectores para motor).

1.10. Circuitos independientes básicos: circuitos para alimentar elevadores, sistemas de procesamiento electrónico, rayos X, cargas críticas en hospitales clínicas y sistemas contra incendio.

C11. Para el diseño de la protección y control de las instalaciones y equipos debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a. Protección:

1. Base de diseño para los sistemas de protección

Las instalaciones y equipos se deben proteger de sobrecargas y cortocircuitos y en casos especiales o críticos, protegerse de fallas a tierra, integrando sistemas de protección total para todo el sistema o parte del sistema, de bajas y altas tensiones y de fenómenos transitorios.

Además de la protección de sobrecargas y cortocircuitos, las instalaciones en alta tensión se deben proteger de fenómenos transitorios debido a descargas atmosféricas y a maniobras en el sistema.

Estas instalaciones deben protegerse, en casos especiales, de bajas y altas tensiones, temperatura y fallas a tierra.

En cualquier Instalación, las protecciones básicas deben ser de sobrecargas y corto circuito, las protecciones adicionales deben ser determinadas por las características eléctricas de las cargas, la forma y el ciclo de operación.

La protección de sobrecargas debe ser determinada por las corrientes de demanda, de régimen y de arranque en el caso de motores; hay que tomar en consideración el calibre de los conductores y lo establecido en el Reglamento.

La protección de cortocircuito debe ser determinada por los valores de las corrientes de corto circuitos o potencias aparentes equivalentes (alta tensión), en las diferentes secciones del sistema o instalación y las capacidades interruptivas de los elementos de protección.

CIUDAD DE MÉXICO

El sistema de protección debe coordinarse al máximo, en función de las características de operación de los elementos de protección y del sistema eléctrico.

Elementos básicos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Baja tensión (600 V máximo):

Interruptores de potencia en baja tensión
Interruptores moldeados
Interruptores de fusibles
Fusibles-NEMA clase H, K-9, K-5, J-I, 5 y 1.
Elementos térmicos
Relevadores

Protección de baja y alta tensión:

-Relevadores

Fallas a tierra:

-Transformadores de corriente de secuencia cero.
-Relevadores sensitivos de corriente

Alta tensión (clase 25 kV):

-Fusibles de alta capacidad interruptiva
-Interruptores en pequeño volumen de aceite

Fenómenos transitorios:

-Apartarrayos tipo auto valvular para sistemas con neutro a tierra.

2. Consideraciones de diseño para sistemas de protección y equipos de control.

2.1. Sistema de protección: se debe considerar en general el sistema de cascada adaptado con interruptores moldeados, y solamente en casos especiales o críticos deben emplearse los sistemas de cascada a selectivos, según las normas de diseño para estos sistemas.

2.2. Protección: Los sistemas de control en los centros de control para motores y tableros de control deben protegerse por medio de interruptores moldeados o fusibles.

2.3. Tensión de operación: los controles y sistemas de control deben tener una tensión máxima de 127 V.

2.4. Conexión a tierra: todas las partes metálicas de los equipos de control, deben conectarse a tierra.

Ciudad de México

2.5. Alambrado: los conductores se deben identificar mediante un código de colores.

2.6. Calibres de conductores: para sistemas y distancias largas, se debe usar el calibre No. 14 AWG como mínimo; para controles individuales y distancias pequeñas, se puede usar el calibre No. 16 AWG.

2.7. Instalación: los equipos sobrepuestos se deben montar en estructuras metálicas y separados de muros.

2.8. Posición: los apagadores, arrancadores manuales y estaciones de botones en instalaciones ocultas o sobrepuestas se deben instalar a 1,30 m sobre el nivel del piso terminado, medidos a centro de caja.

2.9. Locales: los tableros de control, arrancadores y equipos varios, se deben instalar en lugares con buena ventilación. Los equipos para atmósferas peligrosas deben ser aprobados para la atmósfera específica.

2.10. Canalizaciones: se deben diseñar canalizaciones independientes, de las utilizadas para otros sistemas.

3. Factores de reducción de capacidad para interruptores moldeados. Pueden influir:

-Temperatura del compartimiento (interior)

-Cajas y cubiertas

-Tipo de carga o ciclo de trabajo

-Frecuencia

-Altitud

CIUDAD DE MÉXICO

4 Para determinar las capacidades, se presenta a continuación una tabla en la que ya se ha tomado en cuenta la corriente de arranque promedio; los valores que se obtengan, serán máximos.

Nota: El diseño debe ser adecuado para los casos de servicio a la intemperie o en atmósfera peligrosa.

TABLA 8 Capacidades de los elementos de protección para motores
(Para fusibles NEMA clase K-9, consultar con el fabricante)

Tipos de motor	Interruptores		
	Fusibles NEMA clase H renovables	Disparo a tiempo inverso	Disparo instantáneo
	% de la corriente a carga plena		
Monofásicos o polifásicos: jaula de ardilla y síncronos con arranque a plena tensión, con resistencia o con reactor			
Letra de código A	150	150	No permitido
Letra de código B a E	250	200	No permitido
Letra de código F a V	300	250	No permitido
Motores jaula de ardilla y síncronos con:			
Arranque por autotransformador:			
Letra de código A	150	150	No permitido
Letra de código B a E	200	200	No permitido
Letra de código F a V	250	200	No permitido
Motores no marcados con letra de código Monofásicos (todos tipos)	300	250	- - -
Jaula de ardilla y síncronos (tensión plena, resistencia o reactor)	300	250	- - -
Jaula de ardilla y síncronos (autotransformador):			
No más de 30 A	250	200	- - -
Más de 30 A	200	200	- - -
Jaula de ardilla (alta reactancia) No más de 30 A	250	250	- - -
Más de 30 A	200	200	- - -
Conector devanado	150	150	- - -
Corriente directa: No más de 50 HP	150	150	250
Más de 50 HP	150	150	175

b Control

1. Bases de diseño para equipos de control. Los equipos de control para las cargas eléctricas individuales a sistemas de servicios (aire acondicionado, bombeo programado, entre otros.) y de proceso, deben ser seleccionados para cada aplicación, básicos, características de las cargas, así como en los ciclos de operación.

1.1. Elementos principales de control:

Apagadores de línea intercambiable, operados por medio de balancín, tipo silencioso, de 15 A, 125 V de un polo y de 3 vías.

CIUDAD DE MÉXICO

Apagadores de línea intercambiable, operados por palanca, de acción rápida, 10/5 A, 125/250 V de un polo y de 3 vías.

Celdas fotoeléctricas, automáticas, de acción retardada,100 W, 120 ó 240 V.

Interruptores moldeados, de conexión atornillada; 1,2 y 3 polos; 15, 20, 30 y 50 A, 127, 220, 480 V.

Relevadores magnéticos

Contactores magnéticos

Arrancadores manuales a tensión completa

Arrancadores manuales reversibles, tipo tambor.

Arrancadores manuales a tensión reducida, en aceite, tipo autotransformador.

Arrancadores magnéticos, no reversibles, a tensión completa.

Arrancadores magnéticos, reversibles a tensión completa.

Arrancadores magnéticos a tensión reducida, tipo autotransformador, transición cerrada.

Arrancadores magnéticos a tensión reducida, tipo resistencia primaria, transición cerrada.

Arrancadores magnéticos para motores estrella delta.

Arrancadores magnéticos para devanado bipartido.

Tableros de transferencia automática

Interruptores de límite, presión, vacío, flotador, tiempo, operación neumática o electrónica.

Electroniveles

Sensores diversos: termostatos, humidostatos, entre otros.

Estaciones de botones, contacto momentáneo o sostenido.

Interruptores selectores

Pilotos

c. Protección y control para alumbrado

Protección: los circuitos de alumbrado se deben proteger de sobrecargas y cortocircuitos por medio de interruptores moldeados derivados en los tableros de alumbrado.

Los interruptores deben ser del tipo de conexión atornillada, cuando sean usados para controlar el alumbrado por circuitos.

CIUDAD DE MÉXICO

Controles: en general el alumbrado de áreas públicas, oficinas generales, circulaciones, vestíbulos, estacionamientos, sanitarios, etc., se debe controlar por circuitos desde los tableros. En cuartos privados, salas de juntas y áreas privadas, el alumbrado se debe controlar por medio de apagadores, estos apagadores, en el caso de lámparas de descarga (fluorescentes, slimline, entre otros.), solamente pueden controlar cargas de 600 VA y no deben utilizarse en tensiones superiores a 127 V.

Las unidades de obstrucción se deben controlar por medio de celdas fotoeléctricas; cuando la carga sea superior a la capacidad de la celda, se deben usar varias celdas; o bien, un contacto magnético controlado por una celda fotoeléctrica.

También pueden controlarse por medio de relojes o programas de control, siempre y cuando estos tengan un mecanismo con reserva de cuerda.

La variación de la intensidad luminosa en las unidades incandescentes se debe hacer mediante atenuadores (dimmers) electrónicos, los cuales pueden operarse manualmente o a control remoto, según su aplicación especifica.

d. Protección y control para fuerza menor.

Aparatos y máquinas conectadas a circuitos de contactos (tomacorriente).

Protección: los circuitos derivados deben protegerse de sobrecargas y cortocircuitos por medio de interruptores moldeados derivados.

Los aparatos y máquinas deben tener, de manera integral, elementos de protección.

Cuando las máquinas sean portátiles o fijas, tengan motores mayores de 1/8 HP y no estén a la vista de los tableros que alimentan su circuito, deben tener un sistema de desconexión.

Controles: los aparatos y máquinas que no tengan como parte integral un medio de control, se deben manejar mediante interruptores o arrancadores manuales independientes.

e. Protección y control para motores

Protección: los circuitos de fuerza se deben proteger de sobrecargas y cortocircuitos por medio de interruptores moldeados o interruptores de fusibles.

La protección de sobrecarga para los motores debe hacerse mediante elementos térmicos en los arrancadores; la capacidad de dichos elementos será determinada por la corriente de los motores a plena carga.

CIUDAD DE MÉXICO

Controles: deben manejarse por medio de arrancadores y sus equipos auxiliares, seleccionados con base en el tipo de motor, potencia y tipo de operación en cada aplicación.

f. Protección y control para sistemas de servicios generales.

Los sistemas para servicios generales en edificios y plantas, tales como aire acondicionado, bombeo, etc., independientemente de los elementos de protección y control (arrancadores), deben tener elementos de control complementario para hacer que los sistemas sean automáticos.

Los elementos de control complementario serán: termostatos, humidostatos, electroniveles para bajo y alto nivel, entre otros; deben instalarse en lugares apropiados para que se lleve a cabo el control automático, se citan algunos ejemplos de termostatos y humidostatos en los lugares donde se debe tener controlado el ambiente, instalados a una altura de 1,50 m sobre nivel de piso terminado medidos a centro de cajas; electroniveles en las cisternas, cárcamos y tanques elevados.

C.12. Para el diseño de la iluminación debe considerarse lo siguiente:

a) Necesidades de iluminación

Entre más delicada sea la actividad que se desarrollará, se requerirán mayores niveles de iluminación.

A continuación en la Tabla 9 se indican los niveles de iluminación que deben satisfacer diversos locales.

b. Para seleccionar el equipo de iluminación, se deben tomar en consideración los siguientes factores:

1. Calidad de la luz:

-Uniformidad, relaciones de brillantez, brillantez de la luminaria o lámpara. (brillo directo o reflejado), color de la luz.

2. Cantidad de luz:

- Nivel de iluminación en el plano horizontal de trabajo, relación del nivel de iluminación horizontal al nivel de iluminación vertical.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

ÀREA DE TRABAJO	LUXES. (S.M.I.I.) 95%
TALLER DE SERVICIO:	
Reparaciones	600
Áreas activas de tráfico	100
GARAJES PARA ESTACIONAMIENTO:	
Entrada	300
Espacios para circulación	100
Espacios para estacionamiento	50
PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDORES:	
Transportadores de bandas, espacios de descarga de tiro, cuarto de tolvas, interior de los depósitos	60
Cuarto de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares, debajo de los depósitos	60
PLANTAS GENERADORAS.	
Equipo de acondicionamiento de aire, pre calentadores y piso de ventiladores, exclusaje de cenizas.	60
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros.	100
Plataformas de calderas.	60
Plataformas de quemador.	100
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	60
Transportador de carbón, quebradoras, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transbordo	60
Condensadores, piso de aireadores, piso de evaporador y de calentadores	60
Cuartos de control : Superficie vertical de los tableros “simples” o sección del “dúplex”, viendo hacia el operador.	
Tipo A .- Cuarto de control largo 170 cm sobre el piso.	300
Tipo B .- Control de cuarto ordinario, 170 cm sobre el piso.	200
Sección de “dúplex” viéndose desde cualquier ángulo.	200
Pupitre de distribución (nivel horizontal.)	300

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Áreas dentro de los tableros “ dúplex”.	60
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical).	60
Alumbrado de emergencia en cualquier área.	20
Tableros despachadores:	
Plano horizontal (nivel de la mesa).	300
Cuarto despachador del sistema de carga.	300
Cuarto despachador secundario.	200
Área para tanques de Hidrógeno y bióxido de carbono.	100
Laboratorio químico.	300
Precipitadores.	60
Casa de rejillas.	100
Plataforma, sopladores de hollín o escoria.	60
Cabezales para vapor y válvulas	60
Cuarto de interruptores de potencia.	100
Cuarto para equipo telefónico.	100
Túneles o galerías para tubería.	60
Sub-sótano (parte inferior de la turbina).	100
Cuarto de turbinas	200
Área para tratamiento de agua.	100
Plataforma para visitantes.	100
OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PÚBLICOS:	
Auditorios:	
Para exhibiciones.	200
Para asambleas	100
Para actividades sociales.	50
Bancos:	
Vestíbulo (iluminación general)	300
Pagadores, contadores y recibidores	900
Gerencia y correspondencia	900
Bibliotecas:	
Sala de lectura	400
Anaqueles	200
Reparación de libros.	300
Archivero y catalogar.	400
Mesa checadora de salidas y entradas de libros	400
CLUBES:	
Salas de descanso y de lectura	200

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Correos:	
Vestíbulos, sobre mesas	200
Correspondencia, selección, etc.	600
Cortes de justicia (o tribunales):	
Áreas de asientos (públicos).	200
Área de actividades propias de la corte	400
EDIFICIOS MUNICIPALES.	
Bomberos y policía:	
Policía:	
Archivo de identificación	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	200
Bomberos:	
Dormitorios	100
Sala recreativa	200
Garaje para carros bomba.	200
Escuelas:	
Salones de clase.	400
Salones de dibujo (sobre restirador).	600
Lectura de movimientos de labios (sordomudo), pizarrones, costura.	900
Galerías de arte:	
Iluminación general	200
Sobre pinturas (localizado)	200
Sobre estatuas y otras exhibiciones.	600
Iglesias:	
Altar, retablos.	600
Coro y presbiterio	200
Púlpito (iluminación adicional)	300
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	100
Ventanales emplomados:	
Color blanco.	300
Color mediano	600
Color oscuro	3000
Ventanal muy denso.	6000

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Mercados:	
Bodegas y cuartos de almacenamiento:	
Activos	100
Inactivos.	50
Carnicería, barbacoa, pescaderías.	300
Cocinas (áreas de trabajo).	300
Comedores.	200
Cuartos de máquinas.	200
Ferretería y accesorios eléctricos	300
Lavadoras para verduras y varios.	300
Mercería, vestidos y zapaterías.	300
Mueblerías y artículos para el hogar	300
Papelerías, libros y juguetes.	300
Plataforma de descarga.	100
Sanitarios y baños.	100
Verduras, frutas, flores y plantas.	300
Oficinas:	
Proyectos y diseños.	1100
Contabilidad, auditoria, máquinas de contabilidad.	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo.	600
Archivado intermitente o discontinuado.	400
Sala de conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso o áreas donde no es necesaria la fijación de la vista en forma prolongada.	200
Teatros y cines:	
Sala de espectáculos:	
Durante intermedios	50
Durante exhibición.	1
Vestíbulo.	100
Sala de descanso (foyer).	30
Terminales y estaciones:	
Salas de espera.	200
Oficina de boletos.	600
Oficina de checar equipaje.	300
Vestíbulo.	60
Andenes y plataformas.	100
HOSPITALES.	
Salas de preparación y anestesia	200
Autopsia y anfiteatro:	
Mesa de autopsia.	1400
Sala de autopsia (iluminación general.)	600
Anfiteatro (iluminación general).	100

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Central de instrumentos esterilizados:	
Iluminación general.	200
Afilado de agujas	900
Sala citoscópica:	
Iluminación general.	600
Mesa citoscópica.	14000
Sala dental:	
Cuarto de espera.	200
Cirugía dental (iluminación general).	400
Silla dental.	6000
Laboratorio (banco de trabajo).	600
Salas de recuperación.	30
Sala de electroencefalogramas:	
Oficina.	600
Cuarto de trabajo.	200
Sala de espera.	200
Sala de emergencia:	
Iluminación general.	600
Iluminación localizada.	9000
Salas de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:	
Iluminación general	100
Mesa de muestras.	300
Salas de reconocimiento y tratamiento:	
Iluminación general.	300
Mesas de reconocimiento.	600
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:	
Cuarto oscuro.	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento.	300
Sala de fracturas:	
Iluminación general.	300
Mesa de fracturas.	1100
Laboratorio:	
Cuartos de ensayo.	200
Mesa de trabajo.	300
Trabajos más precisos.	600
Vestíbulos.	200
Salas de reposo.	200

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Cuartos para archivar historias clínicas.	600
Sala de rayos “X”:	
Radiografía y fluoroscopía.	60
Terapia superficial profunda.	60
Cuarto oscuro.	60
Sala para ver placas.	200
Archivos, revelado	200
Closet de blancos.	60
Guardería infantil.	
Iluminación general.	60
Mesa de reconocimiento.	400
Cuarto de juegos, pediátrico.	200
Obstetricia:	
Cuarto de limpieza.(instrumentos.)	200
Sala de preparación.	100
Sala de partos (iluminación general).	600
Mesa para partos.	14000
Farmacia:	
Iluminación general.	200
Mesa de trabajo.	600
Almacén activo.	200
Cuartos privados y salas comunes:	
Iluminación general.	60
Iluminación localizada (lectura).	200
Área para desequilibrados mentales.	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:	
Laboratorio radio químico.	200
Mesa de reconocimiento.	300
Cirugía:	
Cuarto de limpieza (instrumentos).	600
Sala de operaciones, iluminación general.	600
Lavabo de cirujano.	200
Mesa de operaciones.	14000
Sala de restablecimiento.	200

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Terapia:	
Física.	100
Ocupacional.	200
Sala de espera.	200
Cuarto de utilería.	100
Puesto de enfermeras:	
Iluminación general.	100
Escritorio.	300
Mostrador para medicinas.	600
Gasolineras:	
Área de servicio.	200
Cuarto de ventas.	300
Estantes.	600
Restaurantes y cafeterías:	
Área de comedor.	
Cajera.	300
Del tipo íntimo:	
Con ambiente ligero.	60
Con ambiente acogedor.	30
Del tipo ordinario:	
Con ambiente ligero.	200
Con ambiente acogedor.	100
Del tipo servicio rápido:	
Cocina:	
Inspección, etiquetado y precio.	400
Otras áreas.	200
Salones de baile.	30
Tiendas :	
Áreas de circulación.	200
Áreas de mercancías:	
Con servicio de vendedores.	600
Autoservicio.	1100
Mostradores y vitrinas en muro:	
Con servicio de vendedores.	1100
Autoservicio.	3000

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Atracciones principales:	
Con servicio de vendedores.	3000
Autoservicio.	6000
ÁREAS COMUNES**.**	
Bodegas o cuartos de almacenamiento:	
Inactivas.	30
Activas:	
Piezas toscadas.	60
Piezas medianas.	100
Piezas finas.	300
Elevadores de carga y pasajeros.	100
Escaleras.	100
Pasillos y corredores.	100
Baños tocadores:	
Iluminación general.	60
Espejo.	200
ALUMBRADO EXTERIOR:	
Alumbrado de protección:	
Alrededores de áreas activas de embarque.	50
Alrededores de edificios.	10
Áreas activas de almacenamiento.	200
Áreas inactivas de almacenamiento.	10
Entradas:	
Activas (peatonales y/o transportes).	50
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10
Límites de propiedad:	
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (reflectores de dentro hacia fuera).	1,5
Técnica de iluminación general.	2
Iluminación general de áreas inactivas.	2
Plataformas de carga y descarga.	200
Ubicaciones y estructuras de importancia.	50
Calles.	150-1200
Caminos.	150-1200
Canteras.	50
Carreteras.	150-1200

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

EDIFICIOS:	
Construcción general.	100
Trabajos de excavación.	20
Estacionamientos.	50
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS:	
Iluminación con proyectores:	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras.	150
Superficies medio claras.	200
Superficies medio oscuras.	300
Superficies oscuras.	500
Alrededores oscuros:	
Superficies claras.	50
Superficies medio claras.	100
Superficies medio oscuras.	150
Superficies oscuras.	200
GASOLINERAS:	
Alrededores brillantes:	
Acceso.	30
Calzada para coches.	50
Áreas para bombas de gasolina.	300
Fachadas de edificios (de vidrio).	300
Área de servicio.	70
Alrededores oscuros:	
Acceso.	15
Calzada para coches.	15
Área para bombas de gasolina.	200
Fachadas de edificios (de vidrio).	100
Área de servicio.	30
Jardines:	
Iluminación general.	5
Senderos, escalones lejanos de la casa.	10
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos.	20
Flores, jardines entre rocas.	50
Árboles, arbustos, cuando se requiere hacer destacar.	50

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

ALUMBRADO ÁREAS DEPORTIVAS:	
Alberca:	
Iluminación general desde la planta alta.	100
Bajo el agua:	
Exterior.	600
Interior	1000
Arquería:	
Blanco:	
Torneo.	100r
Recreativo.	50r
Línea de tiro:	
Torneo.	100
Recreativo.	50
Badminton:	
Torneo.	300
Club.	200
Recreativo.	100
Béisbol cuadro:	
Ligas mayores.	1500
Ligas AA y AAA	750
Ligas A y B.	500
Ligas C y D.	300
Ligas semi-profesionales y regionales.	200
Liga menor (clase I y clase II).	400
Básquetbol:	
Cuadro universitario y profesional.	500
Dentro de colegios y secundarias, con espectadores.	300
Sin espectadores.	200
Recreativo (exterior).	100
Billares (sobre mesa):	
Torneo.	500
Recreativo.	300
Área general.	100
Boliches:	
Mesas:	
Torneo.	200
Recreativo.	100

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Pinos:	
Torneo.	500
Recreativo.	300
Box o lucha (ring):	
Campeonato.	5000
Profesional.	2000
Amateur.	1000
En asientos durante el encuentro.	20
En asientos antes y después del encuentro.	50
Carreras:	
De motor (autos enanos o motocicletas).	200
Bicicletas.	200
Caballos.	200
Perros.	300
Croquet:	
Torneo.	100
Recreativo.	50
Frontenis:	
Profesional.	1000
Aficionados.	750
Sobre asientos.	50
Frontón o cesta:	
Profesional.	1500
Aficionados.	1000
Sobre asientos.	100
Frontón a mano:	
Torneo.	300
Club.	200
Recreativo.	100
Fútbol soccer y americano:	
(Índice: distancia de la línea de banda a la fila más alejada de los espectadores):	
Clase I más de 30 m.	1000
Clase II entre 15 y 30 m.	500
Clase III entre 9 y 15 m.	300
Clase IV menos de 9 m.	200

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

La distancia que hay entre los espectadores y el campo de juego, es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de paga y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el factor determinante que debe tomarse en cuenta para la cual se da la siguiente clasificación:	
Clase I para más de 30 000 espectadores; Clase II de 10 000 a 30 000 espectadores. Clase III de 5 000 a 10 000 espectadores, y Clase IV para menos de 5 000 espectadores.	
Gimnasios. (Refiérase a deportes específicos enumerados en forma separada):	
Exhibiciones, encuentros.	300
Para recreación y ejercicio general.	200
Asambleas.	100
Bailes.	50
Regaderas y vestidores.	100
Golf, campos de práctica:	
Iluminación general sobre los “Tees.”	100
A 1,85 m.	50
Práctica en los “greens”.	100
jockey sobre hielo:	
Universitario o profesional.	500
Liga amateur.	200
Recreativo.	100

Patinaje:	
Pista para patines de ruedas.	50
Pista para patines sobre hielo (interior y exterior).	50
Laguna, estanque o área inundada.	10
Ping-pong:	
Torneo.	500
Club.	300
Recreativo.	200
Plaza de toros:	
En el ruedo.	1000
Pasillos, túneles, palcos, gradas.	50

(Continúa)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Niveles de iluminación.

Tenis:	
Torneo.	300
Club.	200
Recreativo.	100
Voleibol:	
Torneo.	200
Recreativo.	100
Water polo:	
Torneo.	300
Club.	200
Recreativo.	100
ALUMBRADO DE TRANSPORTES**:**	
Aeropuertos:	
Plataforma frente a hangares.	10
Plataforma frente edificios de la terminal:	
Área de estacionamiento.	5
Área de carga.	20
Autobuses:	
Urbanos	300
Foráneos	150
Automóviles:	
Sobre placas.	5
Tranvías y trolebuses:	300

(Concluye)

NOTA: Para áreas no consideradas en esta tabla, consultar valores de niveles de la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I.) y la NOM. 025 STPS. la cual se hace referencia en la cláusula “B” de este capítulo.

3. Características del sistema eléctrico:

- Volts, fases, frecuencia

4. Sistemas de iluminación:

- Directo, semi directo, directo-indirecto (difuso general), semi indirecto, indirecto.

CIUDAD DE MÉXICO

5. Área de trabajo (descripción y uso):

- Características físicas: dimensiones del cuarto, reflectancias.
- Localización del área de trabajo
- Localización del plano de trabajo
- Tiempo de operación (horas/día, horas/mes, horas/año.)
- Nivel de ruido, radio-interferencia

6. Tipo de servicio:

- Interior, exterior, temperatura, vibraciones mecánicas.

7. Atmósfera:

- Limpia, polvosa, área peligrosa, húmeda, corrosiva.

8.- Características de las lámparas:

- Eficiencia (producción de lúmenes por Watt)
- Tipo (incandescente, fluorescente, otros.)
- Producción total de lúmenes
- Color de luz producida
- Brillantez
- Costo
- Temperatura de operación
- Calor producido
- Tensión
- Frecuencia
- Accesorios (bases, balastros)

CIUDAD DE MÉXICO

En la Tabla 10 se indican las características generales de las lámparas tipo, así como su eficiencia y vida útil entre otros datos, que deben tomarse en cuenta para los proyectos de obras eléctricas.

TABLA 10 DATOS DE LÁMPARAS FLUORECENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LÙMENES INICIALES	VIDA EN HORAS.	EFICIENCIA LÙMENES/ WATTS.	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTÌMETROS	ENCENDIDO.
22	CIRCULAR	LUZ DE DÌA	895	12 000	41	0,72	4 ALFILERES	T-9	20,96 Ø	RÀPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12 000	40	0,72	4 ALFILERES	T-9	20,96 Ø	RÀPIDO
22	CIRCULAR	B. CALIDO DE LUJO	785	12 000	36	0,72	4 ALFILERES	T-9	20,96 Ø	RÀPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRÌO	1 850	12 000	58	0,82	4 ALFILERES	T-9	30,48 Ø	RÀPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DÌA	1 590	12 000	50	0,82	4 ALFILERES	T-9	30,48 Ø	RÀPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRÌO	2 650	12 000	66	0,77	4 ALFILERES	T-9	40,64Ø	RÀPIDO
17	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	1 400	20 000	82	0,80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60,20	RÀPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRÌO	1 400	20 000	82	0,80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60,20	RÀPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	1 300	9 000	65	0,85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60,96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRÌO	1 300	9 000	65	0,85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60,96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DÌA	1 075	9 000	54	0,85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60,96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DÌA	1 030	7 500	49	0,81	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	60,96	INSTANTÀNEO
30	TUBULAR	LUZ DE DÌA	1 900	7 500	63	0,81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60,00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	3 050	20 000	95	0,82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122,00	RÀPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRÌO	3 050	20 000	95	0,82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122,00	RÀPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	3 050	15 000	95	0,83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122,00	INSTANTÀNEO
32	TUBULAR	BLANCO FRÌO	3 050	15 000	95	0,83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122,00	INSTANTÀNEO
32	TUBULAR	B. FRÌO DE LUJO	2 700	12 000	84	0,84	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	116,80	INSTANTÀNEO
32	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	2 700	12 000	84	0,84	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	116,80	INSTANTÀNEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2 700	20 000	79	0,80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121,90	RÀPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRÌO	2 700	20 000	79	0,80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121,92	RÀPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3 200	12 000	82	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	117,00	INSTANTÀNEO
39	TUBULAR	B. CÀLIDO DE LUJO	3 200	12 000	82	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	117,00	INSTANTÀNEO
39	TUBULAR	BLANCO FRÌO	3 100	12 000	77	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	121,92	INSTANTÀNEO
39	TUBULAR	LUZ DE DÌA	2 600	12 000	64	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	121,92	INSTANTÀNEO
40	TUBULAR	BLANCO FRÌO	3 150	12 000	79	0,83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121,92	RÀPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DÌA	2 600	12 000	65	0,83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121,92	RÀPIDO
31	TIPO “U” 1 5/8	BLANCO FRÌO	2 800	20 000	90	0,90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57,15	RÀPIDO
32	TIPO”U” 6”	BLANCO FRÌO	3 000	20 000	94	0,80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57,15	RÀPIDO
40	TIPO”U” 6”	BLANCO FRÌO	2 900	12 000	73	0,84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57,15	RÀPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRÌO	6 000	15 000	102	0,81	SLIMLINE 1 ALFILER	T-8	243,84	INSTANTÀNEO
60	TUBULAR	B. FRÌO DE LUJO	6 100	12 000	102	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	243,84	INSTANTÀNEO
60	TUBULAR	BLANCO CÀLIDO	6 100	12 000	102	0,82	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	243,84	INSTANTÀNEO
75	TUBULAR	BLANCO FRÌO	6 300	12 000	84	0,89	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	243,84	INSTANTÀNEO
75	TUBULAR	LUZ DE DÌA	5 450	12 000	73	0,89	SLIMLINE 1 ALFILER	T-12	243,84	INSTANTÀNEO

L.L.D. Depreciación de lúmenes de la lámpara.

Continua.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 10 DATOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES.

WATTS	VOLTS (TENSIÓN DE OPERACIÓN)	LÙMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIA-CIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO *	ACABADO PERLA O CLARO	LONGITUD EN CENTÍME-TROS.
40	125	465	1 500	12	0,875	MEDIA (E-26)	A-19	“	11,3
60	125	890	1 000	15	0,930	MEDIA (E-26)	A-19	“	11,3
60	220	588	1 000	10	0,930	MEDIA (E-26)	A-21	“	11,3
75	125	1 190	750	16	0,920	MEDIA (E-26)	A-19	“	11,3
100	125	1 750	750	18	0,905	MEDIA (E-26)	A-19	“	11,3
100	220	1 085	2 500	11	0,900	MEDIA (E-26)	A-21	“	13,5
150	125	2 780	750	19	0,895	MEDIA (E-26)	A-23	“	16
150	220	2 060	1 000	14	0,870	MEDIA (E-26)	PS-25	“	15
200	125	3 750	750	19	0,850	MEDIA (E-26)	PS-25	“	17,6
200	220	3 040	1 000	15	0,900	MEDIA (E-26)	PS-30	“	20,5
300	125	6 103	1 000	20	0,825	MEDIA (E-26)	PS-30	“	20,5
300	220	4 735	1 000	16	0,890	MEDIA (E-26)	PS-30	“	20,5
500	125	10 100	1 000	20	0,890	MOGUL (E-40)	PS-40	“	24,8
500	220	9 270	1 000	18	0,870	MOGUL (E-40)	PS-40	“	24,8
1000	220	17 800	1 000	18	0,820	MOGUL (E-40)	PS-52	“	33,1

DATOS DE LÁMPARAS DE DIODO DE CUARZO

500	125	10 500	2 000	21	0,96	CONTACTO EMBUTIDO	T-3	CLARO	11,90
1000	220	21 500		22					25,60
1500	220	35 800		24					25,60

Continúa.

* NOTA: LA LETRA INDICA LA FORMA DE BULBO O BOMBILLO Y EL NÚMERO QUE LE SIGUE, EL DIÁMETRO MÁXIMO EN OCTAVOS DE PULGADA.

EJEMPLO:	PS-40	“PS” PERA CON CUELLO RECTO.	40/8” DE DIÁMETRO.	“F” FLAMA.
	“S” RECTO	“P” PERA	“PAR” REFLECTOR PARABÒLICO.	“CA” DECORATIVO.
		“G” REDONDO.	“A” NORMAL	“R” REFLECTOR.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 10 DATOS DE LÁMPARAS DE LUZ MIXTA

WATTS	VOLTS (TENSIÓN DE OPERACIÓN)	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIA-CIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO *	ACABADO PERLA O CLARO	LONGITUD EN CENTÍME-TROS.
160	220	3 100	6 000	19	0,57	MEDIA (E-26)	BF-75	COLOR CORRE-GIDO	17,20
250	220	5 600		22	0,65	MOGUL (E-40)	BF-90		22,50
500	220	14 000		25	0,74	MOGUL (E-40)	ED-37		27,70

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.

WATTS	TIPO	ACABADO	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES / WATTS	FACTOR DE DEPRECIA-CIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTÍME-TROS	ENCENDIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO CÀLIDO	600	10 000	67	0, 87	G23	T-4	16,70	RÁPIDO
9	TUBO SENCILLO	BLANCO FRÌO	600	10 000	67	0,87	G23	T-4	16,70	RÁPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO CÀLIDO	900	10 000	69	0,87	GX23	T-4	17,70	RÁPIDO
13	TUBO SENCILLO	BLANCO FRÌO	900	10 000	69	0,87	GX23	T-4	17,70	RÁPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO CÀLIDO	600	10 000	67	0,87	G23-2	T-4	11,10	RÁPIDO
9	TUBO DOBLE	BLANCO FRÌO	600	10 000	67	0,87	G23-2	T-4	11,10	RÁPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO CÀLIDO	900	10 000	69	0,87	GX23-2	T-4	12,30	RÁPIDO
13	TUBO DOBLE	BLANCO FRÌO	900	10 000	69	0,87	GX23-2	T-4	12,30	RÁPIDO
18	TUBO DOBLE	BLANCO FRÌO	1 250	10 000	69	0,87	G24d2,2 PINES	T-4	17,00	RÁPIDO
26	TUBO DOBLE	BLANCO FRÌO	1 800	10 000	69	0,87	G24d2,2 PINES	T-4	19,00	RÁPIDO
18	LARGE	BLANCO CÀLIDO	1 250	12 000	69	0,84	2G11	T-5	22,50	RÁPIDO
18	LARGE	BLANCO FRÌO	1 250	12 000	69	0,84	2G11	T-5	22,50	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO CÀLIDO	2 900	12 000	80	0,84	2G11	T-5	41,50	CON ARRANCADOR
36	LARGE	BLANCO FRÌO	2 900	12 000	80	0,84	2G11	T-5	41,50	RÁPIDO
40	LARGE	BLANCO CÀLIDO	3 200	20 000	80	0,84	2G11	T-5	57,20	RÁPIDO
40	LARGE	BLANCO FRÌO	3 500	20 000	87	0,84	2G11	T-5	57,20	RÁPIDO

DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES ALTA DESCARGA H.O. 800 Ma

60	TUBULAR	BLANCO FRÍO	4 300	12 000	72	0,82	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	121,92	RÁPIDO
85	TUBULAR	BLANCO FRÍO	6 650	12 000	78	0,82	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	182,88	RÁPIDO
110	TUBULAR	BLANCO FRÍO	8 800	12 000	80	0,82	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	243,84	RÁPIDO
110	TUBULAR	LUZ DE DÍA	7 800	12 000	70	0,82	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	243,84	RÁPIDO

Continúa

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA No.10 DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES MUY ALTA DESCARGA H.O. 1500 m.A.

WATTS	TIPO	ACABADO	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES / WATTS	FACTOR DE DEPRECIA-CIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO *	LONGITUD EN CENTÍME-TROS	ENCENDIDO
110	TUBULAR	BLANCO FRÍO	6 250	10 000	57	0,69	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	121,92	RÁPIDO
165	TUBULAR	BLANCO FRÍO	9 900	10 000	60	0,72	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	182,88	RÁPIDO
215	TUBULAR	BLANCO FRÍO	14 500	10 000	67	0,72	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	T-12	243,84	RÁPIDO

DATOS DE LÀMPARAS FLUORESCENTES POWER GROOVE 1500 mA

110	TUBULAR	BLANCO FRÍO	6 800	12 000	62	0.69	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	PG-17	121,92	RÁPIDO
165	TUBULAR	BLANCO FRÍO	11 000	12 000	67	0.69	2 CONTACTOS EMBUTIDA	PG-17	182,88	RÁPIDO
215	TUBULAR	BLANCO FRÍO	15 300	12 000	71	0.69	2 CONTACTOS. EMBUTIDA	PG-17	243,84	RÁPIDO

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

9. Características de las luminarias

- Curva de distribución luminosa
- Altura y tipo de montaje
- Eficiencia: lúmenes emitidos por lúmenes producidos por las lámparas (Ahorro de energía).
- Factor de pérdida de luz
- Construcción:
- Tipo de servicio: interior, exterior
- Atmósfera peligrosa, corrosiva, húmeda, otras.
- Fabricación del gabinete metálico de lámina o fundido, - terminados del gabinete, soportes.
- Accesorios: reflectores, difusores (deben ser de alta eficiencia y baja brillantez)
- Dimensiones
- Aspecto
- Mantenimiento, limpieza, reposición de lámparas
- Costo

A continuación se indican en forma gráfica tabulada, las características generales de las luminarias tipo, para ser consideradas en los proyectos eléctricos.

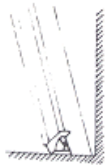
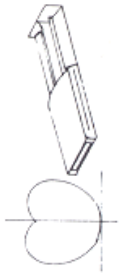
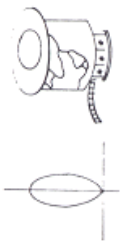
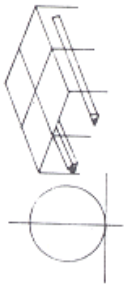
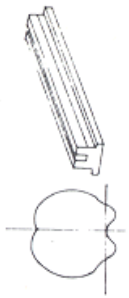
CIUDAD DE MÉXICO

CARACTERISTICAS GENERALES DE LUMINARIAS TIPO

FIGURA	CURVA DE DISTRIBUCION	SIST. ESPACIAMIENTO	TIPO	DIMENSIONES.	LAMPARAS	APLICACION
		DIRECTO 1.3 x h	R.L.M.		Incandescentes - normales o servicio extendido, 60w,a 300w	Bodegas y cuartos de máquinas
		DIRECTO 1.7 x h	Bajo montaje (lo-bay)		Mercuriales o metalarc -- 175 w, -- 250w,400w, 700w,1000w	Naves industriales bajas,talleres almacenes de piezas finas y lugares -- muy activos
		DIRECTO 0.7 x h	Alto montaje (hi-bay)		Mercuriales o metalarc -- 400 w, -- 1000 w.	Naves industriales muy altas
		DIRECTO 1.8 x h	Reflector incandescente o mercurial autobalastrado.		Incandescentes tipo R mercuriales autobalastrados Tipo R	Talleres o naves industriales
		DIRECTO 1.3 x h	Industrial fluorescente o Slimline	0.60m x 0.30m 1.22m x 0.30m 1.83m x 0.30m 2.44m x 0.30m	Fluorescentes normales 20w,40w, T - 12 Fluorescentes alta emisión (H.O.) 112w, T-12 Fluorescentes muy alta emisión (V.H.O.) 110w, 160 w, 215 w. Slimline 38 w, 55 w, 74 w, T - 12	Bodegas,talleres,naves industriales,cuartos de máquinas, pasillos, garages,estaciona - mientos.
		SEMI-DIRECTO 1.3 x h	Industrial fluorescente o Slimline	0.60m x 0.30m 1.22m x 0.30m 1.83m x 0.30m 2.44m x 0.30m		
		DIRECTO 1.2 x h	Fluorescente o slimline de empotrar con difusor	0.60mx0.30m 1.22mx0.30m 1.83mx0.60m 2.44mx1.22m		Oficinas,laboratorios,escuelas,edificios públicos, hospitales

h= altura lámpara

CARACTERISTICAS GENERALES DE LUMINARIAS TIPO

FIGURA	CURVA DE DISTRIBUCION MIENTO	SIST. ESPACIA	TIPO	DIMENSIONES	LAMPARAS	APLICACION
	INDIRECTO	0.30 a 0.45m abajo del techo.	Corniza luminosa fluorescente o slimline		Fluor.N.20w, 40w. Fluor.H.O. 112w. Fluor. V.H.O. 110w, 160w,215w. Sl.38w,55w, 74w.	Decoración
	DIRECTO	1.2 x h	Fluorescente o slimline de sobreponer con difusor	1.22m x 0.30m. 2.44m x 0.30m.	Fluor.nor. 40w. Fluor. H.0.112w. Fluor.V.H.0 110w,215w. SL.38w, 74w.	Ofic.pasillos,edif. pub.bcos, esc.lab. - hospitales
	DIRECTO	0.7 x h	Incandescente con proyector PAR-38 o R de empotrar tipo spot		PAR-38 o tipo R-50w, 75w, 150w	Decoración
	DIRECTO	1.5 x h	Incandescente de empotrar con con - trolente	0.30m x 0.30m.	Incandescentes normales o servicio extendido	Oficinas pequeñas,baños,pasillos vestíbulos, escaleras
	DIRECTO		Plafón luminoso. Fluorescente o slim - line		Fluorescentes normales 20w, 40w,T-12 Fluorescentes Alta emisión (H.O.) 112w,T-12 Fluorescentes muy Alta emisión (V.H.O.) 110w, 160w, 215w. Slimline 38w, 55w, 74w, T-12	Oficinas, vestíbulos, bancos, edificios públicos, - almacenes comerciales
	DIRECTO	1.2 x h	Fluorescente o slimline de empotrar cuadrada con - difusor	0.60mx0.60m 1.22mx1.22m 1.83mx1.83m 2.44mx2.44m		
	SEMI-DIRECTO	1.4 x h	Canal de sobreponer. Fluorescente o slimline	0.60m 1.22m 1.83m 2.44m		Elementos arquitectónicos,aparadores,ofic.,talleres de dibujo,tiendas autoservicio. Interior econ.

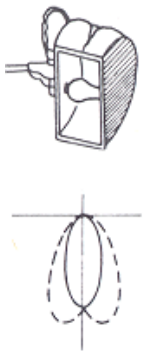
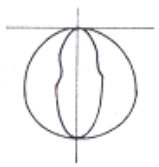
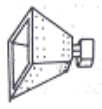
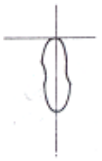
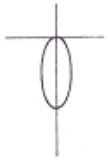
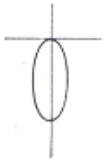
h= altura lámpara

CARACTERISTICAS GENERALES DE LUMINARIAS TIPO

FIGURA	CURVA DE DISTRIBUCION	SIST. ESPACIAMIENTO	TIPO	DIMENSIONES	LAMPARAS	APLICACION
		DIRECTO 1.5 x h	Incandescente de sobreponer.		Incandescentes normales o servicio extendido 75 w, 100 w, 150 w.	Pasillos Oficinas pequeñas, baños, y rampas pasillos, rampas escaleras.
		DIRECTO 1.5 x h	Incandescente sobreponer con difusor.	0.30m x 0.30m.		
			Incandescente de empotrar en muro Veladora		Incandescentes -- normales o servicio extendido 25w, 50w.	Luz nocturna en pasillos, cuartos de hospitales y clínicas.
		DIRECTO 1.5 x h	Incandescente de empotrar con difusor.	0.30m x 0.30m.		Oficinas pequeñas, baños, pasillos, - vestíbulos
		3.0m sobre nivel de piso o más.	Arbotante incandescente		Incandescentes normales o servicio extendido 75 w, 100 w, 150 w.	Exteriores, perímetros de edificios, accesos, circulaciones.
		3.0m sobre nivel de piso o más.	Arbotante mercurial		Mercuriales 250w, 400w	Exteriores, perímetros de edificios, accesos, circulaciones.
		4.0m sobre nivel de piso o más	Punta de - poste mercurial o metalarc.		Mercuriales o metalarc 400w, 1000w	Exteriores, estacionamientos, - jardines, accesos, plazas.

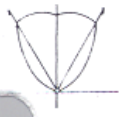
h = altua lámpara

CARACTERISTICAS GENERALES DE LUMINARIAS TIPO

FIGURA	CURVA DE DISTRIB.	SIST. ESPACIAMIENTO	TIPO	DIMENSIONES	LAMPARAS	APLICACION
			Reflector o proyector mercurial o metalarc intemperie		Mercurial 400 w, 1000 w.	Exteriores, alumbrado deportivo, fachadas, monumentos, estacionamientos, patios de maniobras, vigilancia.
			Reflector o proyector de yodo-cuarzo intemperie		Yodo-cuarzo 500w, 1500w sodio 140 w sodio tipo Sox	
		DIRECTO 1.4 x h	Medio montaje mercurial		Mercuriales 400 w, 1000 w.	Naves industriales, talleres
			Lámpara proyectora o reflectora sin gabinete con base universal		PAR-38 spot PAR-38 flood R-40 spot R-40 flood 74w, 150w, 300w.	Jardines, fachadas, decoración aparadores
			Reflector para áreas exteriores tipo abierto-servicio general		Incandescentes 500w, 750w, 1000w, 1500 w.	Exteriores, alumbrado deportivo, patios industriales, vigilancia
			Reflector para áreas exteriores tipo GP. (cerrado) servicio general			
			Reflector servicio pesado o proyector		Mercuriales 400w	Exteriores, usos generales, fachadas, vigilancia, excavaciones, alumrado deportivo

h = altura lámpara

CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION (DIRECTO - INDIRECTO)



DISTRIBUCION DE LUZ	TIPO DE LUMINARIAS	TIPO DE MONTAJE	CLASIF.DEL SIST. DE ILUMINACION
DIRECTO 90% a 100% hacia abajo	Empotrar	En plafón o techo	Empotrar
	Unidades individuales. Tiras continuas.	De techo	Montaje directo. Sobrepuesto
	Unidades individuales. Tiras continuas.	De techo	Suspendido directo
	Elementos arquitectónicos luminosos.	De techo en muros y columnas	Arquitectónico
	Decorativo Ornamental	De techo o en muros	Ornamental
	Areas grandes.Baja brillantez	Empotrar en plafones	Elemento luminoso
	Plafones con difusore. Plafones con rejillas	De plafones	Plafón luminoso
SEMI-DIRECTO 60% a 90% hacia abajo	Unidad Individual Tiras continuas	De techo	Montaje sobrepuesto Semi-dto
	Unidad individual Tiras continuas		Suspendido Semi-directo
	Corniza Luminosa	En muros cerca del techo	Arquitectónico
DIRECTO-INDIRECTO (DIFUSO GENERAL) 40% a 60% hacia abajo	Unidad individual Tiras continuas	De techo	Suspendido Directo-Indirec.
	Unidad individual Tiras continuas	De techo	Suspendido Semi-indirecto
SEMI-INDIRECTO 60% a 90% hacia arriba	Corniza luminosa. Arbotantes con componentes hacia abajo.	En muro	Semi-indirecto
	Ornamental	De techo	Suspendido Semi-indirecto
INDIRECTO 90% a 100% hacia arriba	Unidad individual Tiras continuas	De techo	Suspendido Indirecto
	Nichos. Cornizas Pedestales Elem.en plafones	En muro. En muro o techo En piso En plafones	Indirecto Corniza (COVE) Indirecto Indirecto

Sistemas de iluminación:
Los sistemas de iluminación preferibles para proporcionar los niveles de iluminación requeridos por las áreas de trabajo, son el directo y el semi-directo; los sistemas directo-indirecto, semi indirecto e indirecto, se emplearán para iluminación decorativa.

C.13. Para el diseño de los sistemas especiales, debe tomarse en cuenta:

a. Generalidades. El objeto de estos sistemas, en general, es proporcionar los siguientes servicios

1. Alumbrado y fuerza para quirófanos y áreas de cuidado intensivo y crítico.

2. Alumbrado para desalojar edificios

3. Alumbrado de protección

4. Alimentación eléctrica a equipos de bombeo continuo y equipo de presión

5. Alimentación eléctrica para ventilación mecánica en edificios cerrados

6. Alimentación eléctrica para sistemas contra incendio

7. Alimentación eléctrica a elevadores.

8. Alimentación eléctrica para los sistemas de procesamiento de datos por equipo electrónico, en los que se reciben datos en forma continua por vía telefónica o por ondas electromagnéticas (teleproceso).

b. Sistemas de emergencia. Se consideran indispensables en servicios tales como: hospitales, clínicas, salas de espectáculos públicos, centros de teleproceso, entre otros.

Ninguna de las fuentes de energía puede instalarse en lugares con atmósferas peligrosas.

A continuación se hace una descripción de los principales sistemas de emergencia con indicaciones sobre características de las áreas donde se instalen.

1. Unidades independientes. Son unidades compactas, integradas por una batería que alimenta a las unidades de iluminación; un rectificador por carga rápida o lenta de la batería, el cual está conectado al sistema de suministro normal de energía; un relevador que automáticamente conecta las unidades de iluminación a la batería cuando el suministro normal falla, accesorios; interruptor, piloto, otros.

Estos sistemas deben instalarse en lugares con buena ventilación, a causa de los gases peligrosos que puedan desprender y para disipar el incremento de calor.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Sistemas centrales. Están integrados por: bancos de baterías, rectificador para carga de las baterías, relevadores y contactores para hacer la conexión automática a las baterías; interruptor de protección; tablero de alumbrado; unidades de iluminación, e instalación independiente de los circuitos de alumbrado.

3. La planta de emergencia debe estar integrada por:

Grupo motor-generador montado en la misma base, con motor diesel o de gasolina.
Equipo de arranque y paro automático o manual.
Equipo de transferencia automática o manual.
Tablero y equipo de protección y control mecánico.
Tablero para el equipo de protección y el control eléctrico.
Cargador automático de baterías
Accesorios y tanques de combustible; diario y estacionario.
Instalación eléctrica independiente

3.1. El sistema de arranque, paro y transferencia automática, debe operar en la siguiente forma:

3.1.1 Arranque automático, cuando falle el suministro normal de energía con un ciclo repetitivo de 3 operaciones, (en caso de que no arranque en el primer intento, el ciclo se debe repetir 3 veces con sus respectivos intervalos).

3.1.2 La transferencia automática al servicio de emergencia se debe hacer a tiempo retardado, para evitar que fallas momentáneas operen la transferencia.

3.1.3 Cuando se establezca el servicio normal, la planta debe ser automáticamente puesta fuera de servicio, con un retardo de 2 minutos, para evitar que la planta salga de servicio con restablecimientos momentáneos.

3.1.4 Se debe incluir un dispositivo para que el arranque y la transferencia se verifique, no únicamente con falla total del servicio normal, sino también con baja tensión (menos del 90 por ciento de la tensión nominal).

3.1.5 El sistema debe incluir un excitador para que la planta opere periódicamente, en forma automática, aunque no haya habido fallas en el suministro normal de energía.

CIUDAD DE MÉXICO

3.2 Condiciones del local para la instalación de la planta de emergencia.

3.2.1 Ventilación adecuada y suficiente toma de aire fresco para la operación del motor de combustión interna. Asimismo se debe tomar en consideración la expulsión de los gases producto de la combustión.

3.2.2 Debe localizarse lo más alejado posible de oficinas, quirófanos y áreas en las que el ruido y las vibraciones producidas por la planta ocasionen molestias a las personas.

3.2.3 Debe estar en un lugar que permita la ventilación directa o a la extracción de gases y humos por chimeneas.

3.2.4 El espacio que requiere una planta de emergencia es de 1 x 2 m como mínimo, hasta 3 x 4 m según su capacidad.

3.2.5 Debe tener un tubo para drenaje de 101 mm de diámetro.

3.2.6 La planta de emergencia debe contar con equipo contra incendio.

3.2.7 Se debe considerar la posibilidad de cargar el tanque de combustible por tubería.

3.3 Condiciones de operación.

3.3.1 Deben proveer la energía necesaria para equipos tales como: ventiladores, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipos contra incendio sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales y otros con funciones similares.

3.3.2 La planta debe ser suficiente para dar servicio a un tercio de los elevadores y a las luces de emergencia de pasillos y escaleras en oficinas y otros lugares públicos.

3.3.3 Deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas.

3.3.4 El equipo seleccionado debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

3.3.5 Donde sea necesario se debe proveer de dispositivos de señales audibles y visuales para los siguientes propósitos.

CIUDAD DE MÉXICO

3.3.5.1 De avería. Para indicar avería de la fuente de emergencia.

3.3.5.2 De operación. Para indicar que la batería ó el generador esta funcionando.

3.3.5.3 De no operación. Para indicar una falla a tierra en sistemas en estrella de puesto a tierra, de mas de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuitos de 1000 A o más.

3.3.5.4 En el suministro de energía de emergencia para alumbrado normal no debe exceder de 10 seg.

3.3.6 Para un mejor aprovechamiento de la planta generadora se recomienda utilizar controles inteligentes para establecer la secuencia óptima necesaria en el arranque de los motores (consultar a los fabricantes para cada caso particular).

3.3.7 La selección del interruptor principal debe ser de acuerdo a la capacidad máxima del generador eléctrico para protegerlo contra sobrecarga.

3.4 Puesta a tierra. Donde el conductor puesto a tierra del circuito conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia debe haber un rótulo en el lugar de la conexión que identifique a todas las fuentes normales y de emergencia conectadas en ese lugar

4. Equipo unitario. El equipo unitario para iluminación de emergencia debe incluir:

- Batería recargable
- Medios para la carga de la batería.
- La instalación para una o más lámparas montadas en el equipo.
- Un relé para energizar automáticamente a las lámparas al fallar el suministro normal.

4.1 La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener a no menos del 90% de la tensión eléctrica nominal de la batería y debe alimentar y mantener a no menos de 60% de la iluminación inicial de emergencia por un periodo no menor de una hora y media.

Para una fuente de alimentación ininterrumpida.
Para una fuente de alimentación emergente.
Para una fuente de alimentación de servicio continuo

CIUDAD DE MÉXICO

En la tabla siguiente se indican características y aplicaciones para tomarse en cuenta como elementos de selección de los sistemas de emergencia.

TABLA 11 Sistemas de emergencia (tabla de selección)

Tipo	Fuente de energía y operación	Características	Aplicación
Corriente directa	Unidades independientes de baterías recargables, automáticas, instantáneas.	12 V, 2 hilos	Alumbrado en áreas pequeñas
	Sistema central de baterías recargables, automático, instantáneo	120 V, 2 hilos	Alumbrado en general
Corriente alterna	Plantas generadoras con motor de combustión interna, manuales o automáticas.	220/127 V ó 440/254 V, 3 fases 4 hilos	Fuerza y alumbrado
Corriente directa	Potencia continua con inversores estáticos, automáticos, instantáneos.	120 V, 1 fase, 2 hilos 220/127 V, 3 fases, 4 hilos	Fuerza y alumbrado. Cargas críticas en hospitales y clínicas, áreas de cirugía mayor y de cuidado intensivo, procesamiento de datos (teleproceso). El primero para cargas pequeñas y períodos cortos, y el segundo con planta para cargas grandes y períodos largos.
Corriente directa y alterna	Potencia continua inversores estáticos en combinación con plantas	220/127 V, 3 fases, 4 hilos o de acuerdo con el sistema	

c Sistema de potencia continua con inversores estáticos

Los elementos principales de estos sistemas son: los inversores estáticos, rectificadores de tensión constante y corriente limitada, y los bancos de baterías; los demás elementos corresponden a los sistemas de protección y control, alarmas e instalación eléctrica del sistema.

d Para el caso de rayos X se debe considerar:

1. En el caso de hospitales y clínicas, cuando sea requerido un equipo de rayos X para operar en atmósferas peligrosas (locales en donde se apliquen anestesias y/o desinfectantes volátiles e inflamables y/o explosivos), - los equipos, además de ser aprobados para tales atmósferas (clase 1, grupo c), deben proveerse con medios para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

CIUDAD DE MEXICO

2. La tensión del circuito que los alimenta no debe ser mayor de 300 Volts.

3. El equipo fijo o estacionario debe conectarse en forma permanente a circuitos especiales.

   El equipo portátil móvil o transportable, cuando no exceda de 60 A, puede conectarse a circuitos con capacidades adecuadas, aunque no sean especiales para equipos de rayos X. La conexión debe hacerse por medio de contactos y clavijas especiales. Cuando estos equipos excedan de 60 A, deben conectarse a la fuente de energía por medio de una conexión fija, sin usar contacto y clavija.

4. En el equipo de la fuente de energía se deben instalar desconectadores de la capacidad apropiada, la cual debe ser la que resulte mayor de lo siguiente:

   4.1. El 50 por ciento de la capacidad momentánea del equipo (intervalo de operación de 5 segundos).

   4.2. El 100 por ciento de la capacidad continua (tiempo largo intervalo de operación de 5 minutos o más).

   4.3. Los desconectadores deben instalarse cerca de los controles de los equipos para operarlos fácilmente.

   4.4. Para los equipos conectados a circuitos derivados de 120 V, 30 A o menos, las clavijas y contactos especiales polarizados (conectados a tierra), pueden servir de desconectadores.

5. La capacidad de los circuitos derivados y de las protecciones contra sobrecorriente deben ser las que resulten mayor de lo siguiente:

   5.1. El 50 por ciento de la capacidad momentánea
   .
   5.2. El 100 por ciento de la capacidad constante (tiempo largo).

6. Control: se debe tener un control separado del desconectador, incorporado al control del suministro de energía o en el circuito primario del transformador de alta tensión; puede ser parte integrante del equipo de rayos X, o localizarse en un gabinete por separado, pero adyacente a la unidad de control del equipo. Independientemente de este control, se debe tener un elemento protector, para controlar la carga resultante de fallas en el circuito de alta tensión; este elemento protector puede incorporarse en el mencionado control.

7. Cuando más de un equipo sea operado dentro del mismo circuito de alta tensión, cada equipo debe tener un interruptor de alta tensión o medio equivalente de desconexión.

CIUDAD DE MÉXICO

8. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en gabinetes conectados sólidamente a tierra. Las partes metálicas no conductoras se deben conectar sólidamente a tierra.

9. Los equipos de rayos X se deben alimentar a través de transformadores, ya sean convencionales o de aislamiento.

   9.1. Los transformadores de aislamiento se deben instalar en los equipos que operen en hospitales y clínicas, de manera que los equipos operen en circuitos aislados.

   9.2. Tanto los transformadores convencionales como los de aislamiento deben ser del tipo seco.

   9.3. Los transformadores de aislamiento deben tener una coraza o pantalla electrostática aterrizada (conectada a tierra), entre el primario y el secundario, para reducir la capacitancia de dispersión, el secundario debe ser aislado y sin conectar a tierra.

   9.4. Los circuitos aislados (neutro aislado) deben estar de acuerdo con los requerimientos establecidos para los mismos, incluyendo equipos para detectar tierras.

10. El diseño de la instalación de rayos X, debe contar con los datos que a continuación se enlistan:

Potencia demandada	kVA
Demanda máxima momentánea	kVA
Corriente máxima momentánea (5 segundos. Nominal para 6% de regulación en el contacto del muro, toma de energía)	A
Corriente de tiempo largo (5 min. o más)	A
Tensión de línea	V
Características del suministro de energía:	
Volts sin carga	V
Regulación en transformador convencional y alimentador	%
Regulación en transformador de aislamiento y circuito aislado	%
Regulación total en el contacto y toma de energía	%
Variación instantánea de tensión, no exceder	%
Frecuencia	Hz

CLUBES DE MÉXICO

Transformador convencional o de aislamiento:

Potencia:	kVA
Volts V Primario	V Secundario
Fases	
Tipo	
Nivel de ruido	db
Alimentador convencional o aislado:	
Longitud	m
Calibre AWG alimentador	#
Calibre AWG tierra	#
Desconectador:	
Interruptor de seguridad	
Polos	A/Volts
Fusibles	A/Tipo
Interruptor termomagnético (moldeado)	A/V
Tipo	
Circuitos aislados:	
Longitud	m
Calibre AWG circuito	#
Calibre AWG tierra	#
Contacto y clavija:	
Polos, hilos, tipo	
Seguridad (lock-in) Amps.	
Volts clavijas	

e. Atmósferas peligrosas. De acuerdo con la clasificación de las atmósferas peligrosas descrita en el subinciso A.03.g.3, de este capítulo. a continuación se señalan las normas que deberán cumplir y establecerse en los proyectos de obras eléctricas por construirse en los diferentes tipos de atmósferas:

1. Clase 1, División 1: la instalación debe estar dentro de tubo conduit metálico, rígido, de pared gruesa, galvanizado, con uniones roscadas, a prueba de explosión. Las cajas y accesorios deben ser a prueba de explosión. Todas las salidas, cajas de registro, interruptores, controles y motores deben estar diseñados a prueba de explosión. Para prevenir el paso de gases, vapores o flamas de una parte de la instalación eléctrica a otra, los tubos conduit deben tener accesorios que los sellen, colocados a una distancia no mayor de 45 cm (18 pulgadas) del punto donde los tubos conduit se conectan a cajas o gabinetes que contienen equipo que puede producir arcos, chispas o altas temperaturas.

CIUDAD DE MÉXICO

Los sellados deben instalarse también en cada conduit de 51 mm de diámetro, (2 pulgadas) o mayor, que entran a cajas cubiertas o gabinetes de accesorios terminales, conexiones o derivaciones, y deben colocarse a una distancia no mayor de 45 cm (18 pulgadas) de las cajas cubiertas, entre otras.

También deben usarse sellos en los conduits que salen de las áreas peligrosas para entrar a áreas no peligrosas.

Todas las partes metálicas de la instalación eléctrica y equipo deben conectarse a tierra.

2. Clase 1, División 2: los requerimientos para equipo a prueba de explosión son esencialmente los mismos que para la División 1; sin embargo, el conduit puede ser metálico, rígido, de pared gruesa o delgada galvanizado (eléctrical metalic tubing-EMT) siempre y cuando - la instalación y los accesorios del conduit incluyendo las uniones roscadas estén de acuerdo con el reglamento respectivo; se deben sellar los conduits que pasan de la Clase 1, División 2, a las atmósferas no peligrosas. Se debe usar conduit metálico rígido de pared gruesa entre el sello y el punto en el cual el conduit sale del área peligrosa; en el sello se debe usar unión roscada.

3. Clase II, División 1: el alambrado debe estar dentro del tubo conduit metálico rígido, de pared gruesa, galvanizado, con uniones, accesorios y cajas herméticas y roscadas, los demás equipos deben ser también de diseño hermético al polvo.

4. Clase II, División 2: los requerimientos para la instalación eléctrica son generalmente los mismos que para la División 1, pero también puede usarse conduit metálico rígido de pared delgada con juntas roscadas, siempre y cuando el diseño y la ejecución de la instalación, estén de acuerdo con lo que establece el reglamento respectivo.

5. Clase III, División 1 y 2., requieren conduit metálico rígido, de pared gruesa, galvanizado, con accesorios y cajas roscadas, diseñados para prevenir el escape de arcos, flamas y chispas. Equipos, interruptores, controles y motores deben ser de construcción hermética al polvo.

C.14. Pruebas que deben especificarse en los proyectos de obra eléctrica.

a. Operación: en esta prueba se debe considerar la operación correcta de la instalación eléctrica en todas las partes, sistemas y equipos que la integran, en forma independiente y de conjunto; se debe efectuar la prueba con todas las cargas eléctricas puestas en servicio, en las condiciones normales de diseño.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Funcionamiento: se debe probar el funcionamiento correcto, tanto mecánico como eléctrico, de todos los equipos de protección y control (interruptores, tableros, arrancadores, apagadores, relevadores, otros.)

c. Tensión: se debe medir la tensión en el secundario del transformador en los alimentadores primarios y secundarios, en tableros, en interruptores, en motores, y en las últimas salidas de cada circuito derivado para alumbrado y contactos. También se debe medir la tensión en los sistemas de emergencia, tanto de corriente directa como alterna.

d. La tensión debe ser la de operación del o de los sistemas y la caída de tensión estar dentro de los límites permitidos que se especifiquen.

e. Resistencia eléctrica al sistema de tierras para cotejar valores de acuerdo al proyecto o específicamente de cada uno de los equipos.

f. Intensidad de corriente: se debe medir en todos los alimentadores principales y secundarios; debe tener los valores de diseño y estar balanceada en todas las fases. Se debe medir también en los neutros.

g. Temperatura: la temperatura se debe mantener dentro de los límites normales de operación, tanto en la instalación como en los equipos.

h. Niveles de iluminación: se deben medir los niveles de iluminación en los planos de trabajo y éstos deben ser los de diseño. Se deben medir a las horas de operación de las lámparas.

i. Niveles de ruido: se deben medir los niveles de ruido, que deben estar dentro de los límites aprobados (equipos de iluminación, transformadores, motores, controles, otros).

C.15. La simbología que debe emplearse en la elaboración del proyecto eléctrico debe cumplir con lo siguiente:

a. Generalidades

1. Los símbolos que se recomiendan en las tablas subsecuentes de este capítulo de Norma, se deben utilizar variando su tamaño de acuerdo con los requisitos de los planos.

   Los símbolos eléctricos se deben dibujar sin atender a la escala del plano; excepto en el caso de las lámparas de iluminación fluorescente, las que se deben dibujar de acuerdo con las escalas del mismo.

2. En caso de que se utilicen maduros poliéster de los planos arquitectónicos para dibujar las instalaciones eléctricas, dichos maduros poliéster deben ser obtenidos de los planos arquitectónicos antes de que a estos planos se les dibujen: notas y datos de acabados que no son necesarios para el proyecto eléctrico y que hacen el plano confuso.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Los planos eléctricos deben ser coordinados con los otros planos de proyecto para que la localización de las salidas (lámparas, contactos) se dibujen en los lugares adecuados tomando en cuenta la estructura (columnas, vigas) así como los requisitos de las guías mecánicas respectivas.

b. A continuación se representan gráficamente los símbolos cuyo uso se debe emplear en los proyectos de obra eléctrica

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Lámpara de iluminación incandescente		De techo
			Arbotante de pared
			Luces de obstrucción
		S	Spot
			Reflector
			Una lámpara en poste
			Dos lámparas en poste
		A B D C	A Indica altura de montaje sobre el piso B Indica el tipo de lámpara y capacidad en Watts según clave que se debe adjuntar C Tablero y circuito D Apagador

CIUDAD DE MÉXICO

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Lámpara de Iluminación fluorescente		Circulares de 22, 32 ò 40 Watts
			30 x 61 cm con tubos de 20 Watts
			30 x 122 cm con tubos de 40 Watts.
			30 x 244 cm con tubos de 60 a 75 Watts (slim line
			A Indica altura de montaje sobre el piso
			B Indica el tipo de lámpara y capacidad en Watts según clave que se debe adjuntar
			C Tablero y circuito
			D Apagador

CIUDAD DE MÉXICO

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Interruptor (apagador)		De dos vías
			De tres vías
		A B D C	A Indica altura de montaje sobre el piso. Cuando no hay indicación, instalar a 1,30 m sobre el piso. C Tablero y circuito D Cuando se proyectan varios apagadores en una misma caja, se indica en este lugar el número de apagadores: 2,3,etc.

CIUDAD DE MÉXICO

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Tomacorriente (contacto)		De muro
			De piso
			Especial, especificar
		A B D C	A Indica altura sobre el piso, a falta de otra indicación, instalar a 0,30 m sobre el piso. B Especificación, intemperie, polo a tierra, controlado o alguna otra cosa. C Tablero y circuito D Doble, triple u otro
			Contacto polarizado

CIUDAD DE MÉXICO

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Tablero		De muro
			De piso
			Especial, especificar
		C.C.M	Centro de control de motores
	Circuitos		En muro o techo
			Bajo piso
			Alimentadores, línea gruesa
			Cajas de conexión

Nota: indicar el diámetro y especificación del tubo; número, especificación y calibre de los conductores; o en su caso especificaciones del cable armado.

CIUDAD DE MÉXICO

Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Teléfono		Teléfono, salida en muro
			Especial, especificar
			Centro de control de motores
	Intercomunicación		Intercomunicador, salida en muro
			Intercomunicador, salida en piso
			Central de intercomunicación
	Timbre		Botón de timbre
			Campana

CIUDAD DE MÉXICO

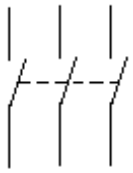
Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Reloj		
			Zumbador
			Tablero indicador
			Reloj de pared
			Reloj de techo
			Reloj maestro
M	Motor	A B M C D	A Caballos (HP) B Tensión C Fases D Aplicación

CIUDAD DE MÉXICO

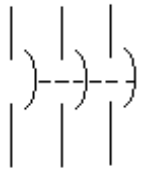
Símbolo básico	Descripción	Sub símbolo	D e s c r i p c i ó n
	Transformador		Transformador de potencia
			Autotransformador
G	Generador	A B G C	A Indica capacidad en vatios B Tensión C Fases
	Medidor	V	Voltímetro
		A	Amperímetro
			Batería
			Pila de batería
	Batería		
			Punta de pararrayo
			Tierra
			Cobre para conexión a tierra

CIUDAD DE MÉXICO

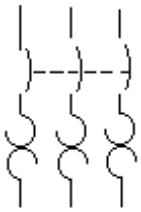
SIMBOLOGÍA DE CONTROL.



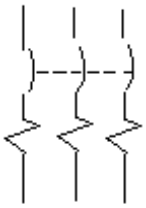
DESCONECTADOR DE NAVAJAS



DESCONECTADOR MOLDEADO



MOLDEADO CON ELEMENTO TÉRMICO

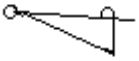


MOLDEADO CON ELEMENTO MAGNÉTICO

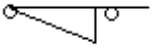
MOLDEADO TERMOMAGNÉTICO.

INTERRUPTORES DE LÍMITE.

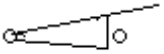
NORMALMENTE ABIERTO.



RETENIDO CERRADO.

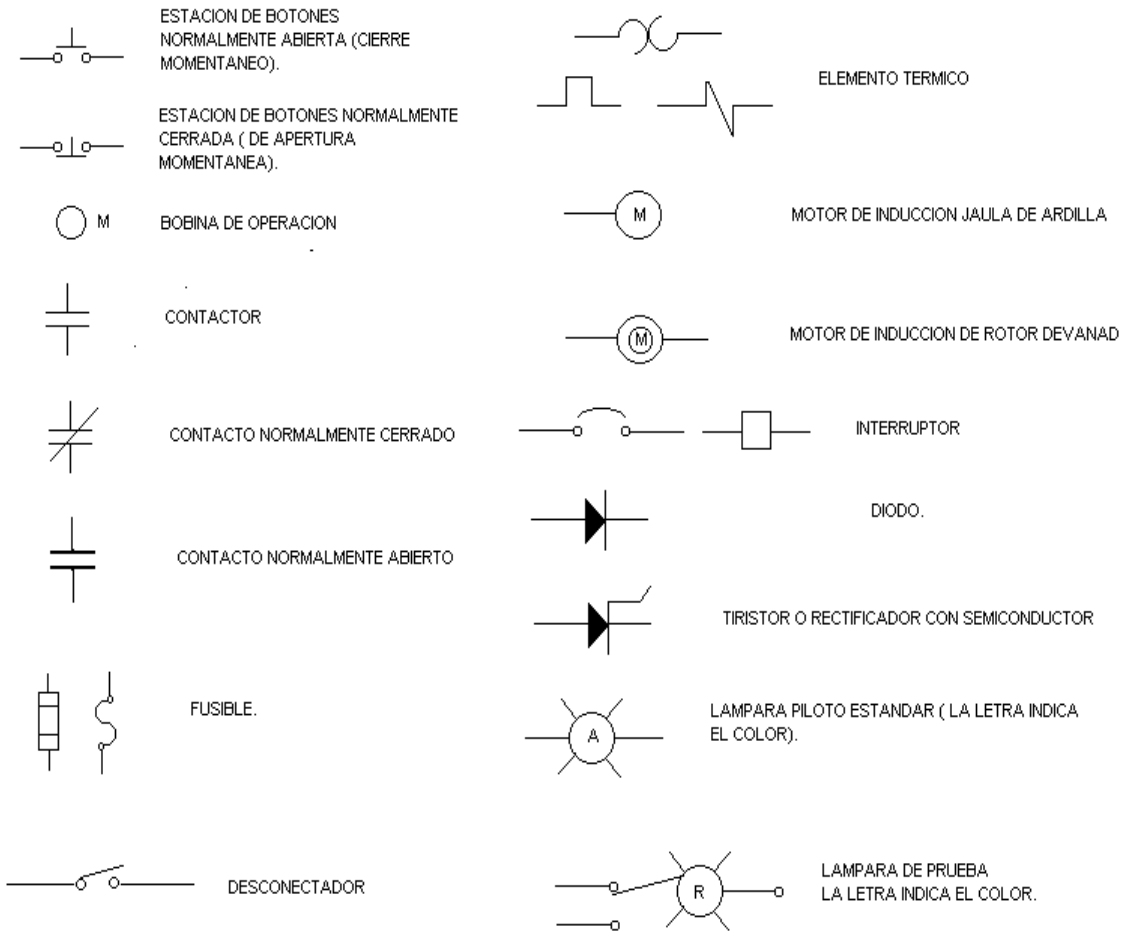


NORMALMENTE CERRADO

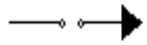


RETENIDO ABIERTO.

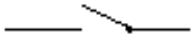
CIUDAD DE MÉXICO



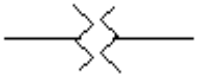
CIUDAD DE MEXICO

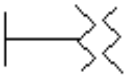

APARTARRAYOS.

INTERRUPTOR


DESCONECTADOR

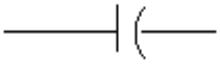
DESCONECTADOR FUSIBLE.


TRANSFORMADOR DE POTENCIA

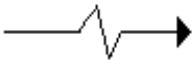

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.

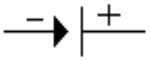
T.C.
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

EQUIPO DE MEDICIÓN.


CAPACITOR

GRUPO GENERADOR


ACOMETIDA



RECTIFICADOR

C.16. Presentación de los proyectos. Salvo que el Gobierno del Distrito Federal ordene la contrario, el proyectista de las instalaciones eléctricas debe obtener toda la información que se requiera para la total solución de los diversos problemas del proyecto, los cuales se desarrollarán en dos etapas que deben presentarse de acuerdo a lo siguiente:

a. Anteproyectos

Los anteproyectos de las instalaciones eléctricas deben presentarse dibujados a lápiz o por medio de computadora sobre maduros del anteproyecto arquitectónico.

1. El anteproyecto de alumbrado debe presentarse en un juego de planos por separado de las otras instalaciones y contener la localización y selección de los luminarios, indicando los que deben conectarse a los circuitos de emergencia.

2. En un juego de planos independientes, debe presentarse el anteproyecto de contactos y fuerza, conteniendo la localización, capacidad y altura de los contactos.

   Para desarrollar el anteproyecto de las alimentaciones de fuerza, es necesario obtener los datos de los proyectistas de instalaciones hidráulicas, aire acondicionado e instalaciones especiales, para determinar pre capacidades y localización de los motores y equipos que los requieran.

3. Se debe presentar un anteproyecto de las subestaciones:

   3.1 Principal y derivadas necesarias

4. Asimismo un anteproyecto del diagrama unifilar elaborado a lápiz; con pre capacidades de la subestación y planta de emergencia (en su caso).

b. Proyectos

1. El proyecto definitivo de instalaciones eléctricas debe presentarse en planos dibujados a tinta o por computadora sobre maduros proporcionados por el autor del proyecto arquitectónico.

2. El proyecto se debe presentar utilizando los símbolos establecidos en esta norma.

3. Para la identificación de los planos debe llenarse el cuadro con membrete del Gobierno del Distrito Federal, que aparece en cada uno

CIUDAD DE MÉXICO

de los maduros proporcionados por el autor del proyecto arquitectónico.

4. Los planos originales que el proyectista de instalaciones eléctricas requiera elaborar, llevarán el cuadro de identificación exactamente igual al que aparece en los planos arquitectónicos. No debe agregarse el membrete logotipo o sello de la persona o empresa autora del proyecto.

5. Adicionalmente al contenido de la información establecida en los sellos tipo que se indican en el capítulo 2.03.01.001. Presentación del proyecto, se deben anotar en dicho sello, los siguientes datos:

    1. Número de plano
    2. Contenido del plano
    3. Fecha de entrega del proyecto
    4. Escala
    5. Nombre, firma, registro y cédula profesional del responsable del proyecto.
    6. Se debe indicar en cada plano la simbología de los elementos que contenga ese plano en particular.

C.17. En relación a las modificaciones a los planos, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a. Con el objeto de determinar con exactitud cualquier modificación que sufra un plano de instalaciones eléctricas que haya sido aprobado con anterioridad, se debe utilizar el área destinada con este fin; en ésta se debe señalar el número de la modificación, fecha de la misma, se debe detallar en forma extractada en que consistió y entre que ejes de referencia se lleva a cabo dicha modificación, indicando en planta, cortes y detalles con un símbolo la modificación ("Δ").

b. En caso de solicitud de envío de algún plano modificado se debe señalar con palabra "Anulado" cerca del membrete, con letras grandes de fácil visión y complementarse con la fecha de la anulación. Si este plano fuera sustituido por otro, se debe detallar el número del plano que lo sustituye y la fecha del mismo.

C.18. Los planos en que debe entregarse el proyecto son:

a. Planos de alumbrado

1. Debe mostrar la ubicación de las luminarias, tuberías con sus diámetros y tableros de distribución, la cantidad de conductores con sus calibres, circuitos a que pertenecen las unidades de iluminación, controles secundarios como apagadores, interruptores individuales, entre otros.

2. Los proyectos especiales de iluminación ambiental, como plafones luminosos, iluminación de murales, fuentes, entre otros; deben indicar la

ubicación, forma de montaje, forma de instalación y su control en los planos correspondientes.

b. Planos de contactos. Debe mostrar la ubicación de contactos, las trayectorias y diámetros de tubería, la cantidad de conductores y sus calibres, la identificación de los circuitos a la que pertenece cada uno de los contactos, así como la localización de los tableros de distribución que los alimentan; de acuerdo a la magnitud o condiciones especiales del proyecto.

c. Planos de cuadros de carga. El proyecto debe dibujarse en los planos de contactos o en plano independiente, todos los cuadros de carga de los tableros de distribución, tableros de fuerza y centros de control de motores (C.C.M.) indicando tipo de tablero, localización, tensión, fases, desbalanceo entre fases menor o igual al 5% y 25 % de reserva en espacios, potencia total y potencia por fases, capacidad de interruptores derivados y principal así como la capacidad interruptiva simétrica del tablero.

d. Planos de alumbrado exterior. Debe proyectarse en un plano de conjunto, indicando la ubicación de las luminarias, el tipo de poste, el tipo de unidades de iluminación, la altura y la forma de montaje los circuitos a que pertenece cada luminaria, la trayectoria de canalizaciones; la cantidad y el calibre de conductores, el detalle y balanceo del tablero de distribución y las dimensiones de los registros.

   El sistema de distribución para alumbrado exterior se debe alimentar del tablero general o subgeneral, según necesidades y su control debe ser automático (fotocelda, conductor magnético, interruptor anti horario) u otro. Se debe incluir el diagrama trefilar correspondiente.

e. Planos de fuerza. Deben presentarse en planos arquitectónicos de plantas , azoteas o en planos independientes a escala mayor para detallar locales especiales, mostrando las trayectorias y tipo de las canalizaciones a utilizar, número y calibre de conductores, localización de motores con su respectiva identificación, tableros o centros de control de motores.

   Debe indicarse la ubicación de los elementos de control eléctrico con sus canalizaciones y cableados respectivos (en caso necesario deben mostrarse los diagramas unifilares correspondientes).

f. Planos de alimentadores en baja tensión.

   1.- Interiores. Deben desarrollarse sobre planos arquitectónicos, mostrando la posición de tableros, equipos y cargas especiales, trayectorias de canalizaciones, indicando sus características, número de conductores y calibre, ubicación tipo y dimensiones de los registros.

   2.- Exteriores. Deben desarrollarse sobre maduros de planos de conjunto, mostrando trayectoria (áreas o subterráneas), diámetro de canalizaciones,

CIUDAD DE MÉXICO

número de conductores y calibres, ubicación y dimensiones de los registros, indicando la posición de los principales centros de carga, así como detalles de registros y cortes de ductos.

g. Planos de alimentadores en alta tensión. Los alimentadores en alta tensión deben proyectarse totalmente independientes de los alimentadores en baja tensión, indicando trayectoria (aérea o subterránea), calibre de los conductores, tipo de aislamiento, dimensiones de registro y detalles de canalizaciones y registros.

   Debe indicarse una preparación para la acometida de la compañía suministradora.

h. Planos de diagrama unifilar. El plano debe contener la protección y control para todos los tableros y centros de carga del proyecto.

   El diagrama unifilar se debe entregar en papel albanene dibujado a tinta y Leroy o sistema computarizado, debiendo mostrar la información y los elementos siguientes

   1. Equipo de alta tensión.

      Enmarcado en línea punteada y titulado “Subestación principal” todos los elementos que forman la misma, tanto de alta como de baja tensión.

      Cada uno de los elementos de alta tensión debe ser enmarcado con línea punteada y junto a ésta, titulado como se indica:

      Cable de alta tensión y conos de alivio.

      Acometida de la compañía suministradora, indicando número de fases e hilos, tensión, frecuencia, aérea o subterránea, así como la capacidad interruptiva del sistema en MVA, o el valor de la corriente del corto circuito que constituye la red de alimentación a la instalación.

      Equipo de medición de la compañía suministradora.

      Cuchillas desconectadoras, indicando capacidad y características principales.
      Interruptor general de alta tensión con sus características, incluyendo apartarrayos, tipo y tensión.

   2. Transformadores. Indicando tensión primaria y secundaria, conexión primaria y secundaria, capacidad en kVA tipo de enfriamiento, impedancia y altura de operación (msnm).

Ciudad de México

3. En caso de existir alimentaciones en alta tensión a subestaciones derivadas, deben indicarse sus características.

   Cada circuito derivado o alimentador debe llevar la siguiente información:

   Corriente a plena carga.

   Capacidad y número de polos del interruptor.

   Longitud del circuito.

   Caída de tensión por resistencia y reactancia.

   Características de la canalización: diámetro del tubo, dimensiones, de charolas o ducto cuadrado.

   Número, calibre y tipo de aislamiento de los conductores de fase y neutro (subestaciones tipo pedestal).

   Calibre del conductor de tierra.

4. Tablero general. Enmarcados en línea punteada y titulado “Tablero general” sección normal, todos y cada uno de los siguientes elementos:

   Interruptor principal indicando número de polos, Amperes y marco.

   Protección diferencial y supresor de sobretensiones.

   Elementos de medición considerando (voltímetro, amperímetro, conmutador de voltímetro y amperímetro, transformadores de corriente y potencial o equipo de nueva tecnología).

   Barra neutra y su capacidad en Amperes.

   Interruptores Voltamperes derivados, indicando la carga en Watts o incluyendo la pre capacidad del banco de capacitares de operación automática.

   Interruptores de reserva, el 25% de los requisitos.

5. Tablero general (emergencia y seguridad). Enmarcados en línea punteada y titulado “Tablero general sección emergencia y seguridad”

   Todos y cada uno de los siguientes elementos:

   Los ya mencionados en tablero general, normal.

CIUDAD DE MÉXICO

Interruptor principal o zapata, si no tiene interruptor general.

Interruptor de enlace ya sea en barras o interruptores principales. Con línea punteada se unirán los puntos de bloqueo, anotando el tipo del mismo (de llave, eléctrico, otros).

Barra neutra y su capacidad en Amperes.

Interruptores derivados, indicando la carga en Watts o Voltamperes, incluyendo la pre capacidad del banco de capacitores de operación automática.

Interruptor de reserva, el 25% de los requisitos.

Suma de cargas, factor de demanda y carga demandada.

6. Alimentadores generales. Todos los tableros deben unirse mediante una línea al interruptor correspondiente en el tablero general; esta línea representa al alimentador y debe llevar la siguiente información:

Características de las canalizaciones.

Número y calibre de conductores por fase, neutro, tierra y tipo de aislamiento.
Calibre del conductor a tierra.

Longitud (m)

Caída de tensión por resistencia y reactancia en porciento.

Corriente a plena carga.

Factor de demanda.

Indicar en todos los interruptores, el número de polos, capacidad nominal en Amperes, el tipo de marco y la identificación de las cargas de protección.

Tableros de distribución, alumbrado y fuerza (normal, emergencia y seguridad).

Se representan mediante símbolos esquemáticos, cuantificando la carga en Watts o Voltamperes.

7. Planta generadora de emergencia y seguridad, con interruptor de transferencia, indicando sus características principales.

CIUDAD DE MÉXICO

Altura de operación (msnm)

Kilowatts en servicio continuo

Interruptor de protección

Interruptor de transferencia.

Alimentadores, entre planta e interruptiva de transferencia y de éste a las secciones normal, de emergencia y seguridad del tablero general con sus respectivas características, cada uno de los equipos debe enumerarse progresivamente para identificarse con los planos de plantas.

8. Transformadores tipo seco. Si los hubiere deben dibujarse junto al tablero subgeneral o derivado que alimenten, indicando los datos y elementos siguientes:

Interruptor primario y secundario.

Capacidad en kVA del transformador.

Número de fases.

Tensión primaria y secundaria.

Conexión primaria y secundaria.

Altura de operación (msnm).

Impedancia (%).

i. Planos de subestación eléctrica principal. Se debe dibujar en detalle la ubicación de todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión, incluyendo: plantas, cortes y elevaciones, mostrando la parte inferior de la subestación con la posición vertical y horizontal, separación y dimensión de las barras, conductores aisladores, soportes, otros, conteniendo además en caso de existir la planta de seguridad y emergencia con su correspondiente interruptor de transferencia.

Este plano debe mostrar la dimensión de todos los registros, así como las trayectorias de los tubos conduit de alta y baja tensión.

Deben tomarse en cuenta los espacios de maniobras para el mantenimiento, especificar el tipo de puertas, la ventilación, los desniveles, la ubicación de coladeras, el sistema contra incendio, la construcción de un cárcamo seco de la capacidad de aceite del transformador y una coladera conectada al cárcamo para derrames de aceite, y los accesorios de protección al personal, así como el sistema de tierras, mostrando la conexión de los equipos, listado de materiales y equipos, croquis de localización y diagrama unifilar respectivo.

Ciudad de México

j. Casa de máquinas. Se deben ampliar los planos de los locales destinados a casas de máquinas dibujándolos de preferencia a escalas 1:20 ò 1:25 y en dichos locales se debe dibujar en detalle la ubicación de todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión, incluyendo en caso de existir la planta de emergencia con su correspondiente interruptor de transferencia y su tanque de combustible de uso diario. Este plano debe mostrar detalladamente la construcción y dimensión de todos los registros, así como las trayectorias de los tubos conduit de alta y baja tensión; deben tomarse en cuenta todas las maniobras tanto de construcción como de mantenimiento, con el objeto de dejar los espacios convenientes para facilitar ambas operaciones. Se deben respetar los requisitos del reglamento de obras e instalaciones, relativos a tipo de puertas, ventilación, desniveles con respecto al piso, protecciones contra el intemperismo, entre otros.

   En el mismo plano se debe indicar la localización de tableros de control de motores y las instalaciones eléctricas de motores de bombas y calderas.

C.19. En la ejecución del proyecto eléctrico, debe considerarse lo siguiente:

a. El proyectista de instalaciones eléctricas debe concurrir a las juntas organizadas por la coordinación de proyectos, con la asistencia de los proyectistas de otras instalaciones y el director del proyecto arquitectónico, con objeto de definir a cada quien las bases del proyecto y los espacios que debe ocupar cada una de las instalaciones, evitando las interferencias entre sí y con los elementos estructurales.

b. El proyectista eléctrico debe coordinar además, con el proyectista arquitectónico, posiciones de lámparas, altura de plafones entre otros, para lograr que el proyecto eléctrico y el arquitectónico se complementen.

c. El proyectista debe proporcionar al director del proyecto arquitectónico, sus requisitos de espacio para tableros derivados y sub-generales, así como las trayectorias para ductos eléctricos.

d. Las áreas destinadas a salas de máquinas deben ser estudiadas por el director del proyecto arquitectónico, en coordinación con las diferentes áreas de instalaciones y con base a los datos y dimensiones proporcionados por el proyectista de instalaciones eléctricas.

C.20. La memoria de cálculo debe contener la información que a continuación se describe, la que deberá ser suficiente para la correcta interpretación del proyecto, salvo que el Gobierno del Distrito Federal indique lo contrario, esta memoria debe ser entregada totalmente en hojas tamaño carta.

a. Se debe indicar la caída de tensión de diseño utilizada en circuitos derivados de alumbrado, contactos y fuerza.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

b. Cálculo de los alimentadores de todos y cada uno de los tableros de distribución, indicando:

1. Nombre o descripción del tablero del cual se alimenta
2. Potencia conectada en Volt-Amperes-Watts
3. Potencia total conectada considerando reservas
4. Corriente en amperes de la potencia total
5. Longitud del alimentador
6. Caída de tensión de diseño
7. Diámetro de la canalización
8. Calibre de los conductores (fases, neutro y tierra)
9. Interruptor para protección del alimentador indicando número de polos y ampacidad, marco de capacidad

c. Cálculo y diseño de tableros subgenerales debiendo mostrar:

1. Nombre o descripción del tablero subgeneral que se trate, sección normal o emergencia.

2. Diagrama unifilar de las secciones normal y emergencia, conteniendo:

2.1. Interruptor principal indicando número de polos y ampacidad, marco de capacidad

2.2. Barra neutra y ampacidad

2.3. Interruptores derivados con la información siguiente: número de polos, ampacidad, identificación de la carga y carga conectada en Volt-Amperes o Watts.

2.4. Interruptores de reserva indicando número de polos y ampacidad.

2.5. Suma total de las cargas conectadas

d. Cálculo del alimentador a cada tablero subgeneral mostrando:

1. Potencia total conectada
2. Desglose de las diferentes cargas indicando potencia total, factor de demanda y potencia demandada.
3. Potencia total demandada
4. Corriente de régimen

CIUDAD DE MÉXICO

5. Longitud del alimentador
6. Caída de tensión de diseño
7. Diámetro de la(s) canalización (es)
8. Calibre de conductores (fases, neutro y tierra)
9. Interruptor para protección del alimentador, indicando número de polos y ampacidad.

e. Cálculo y diseño del tablero general de baja tensión, secciones normal y emergencia, debiendo mostrar:

1. Interruptor principal indicando número de polos y ampacidad
2. Barra neutra y ampacidad
3. Equipos de medición considerados
4. Interruptores-derivados con la siguiente información:

   Número de polos, ampacidad, identificación de la carga y carga conectada en Voltamperes.

5. Interruptores de reserva indicando número de polos y ampacidad.
6. Cuando se trate de la sección de emergencia, según sea el caso, indicar interruptor principal o zapatas generales y la conexión correspondiente al interruptor de transferencia de la planta de emergencia.
7. Cuando el tablero de baja tensión no se encuentre directamente acoplado al transformador correspondiente, debe calcularse el alimentador necesario indicando todos los datos respectivos.
8. Se debe indicar la capacidad en kVA del o los transformadores seleccionados, de acuerdo al total de carga una vez aplicado el factor de diversidad respectivo.

f. Cálculo y diseño de la planta de emergencia debiendo mostrar:

- Potencia total en emergencia (demandada)
- Potencia total en emergencia ya con el factor de diversidad aplicado.
- Cálculo de la potencia de arranque
- Capacidad de la planta de emergencia indicando:

1. Kilowatts y kVA, en servicio continuo
2. Kilowatts y kVA, en servicio emergencia

CIUDAD DE MÉXICO

3. Kilowatts y kVA, de arranque
4. Número de fases
5. Frecuencia en ciclos por segundo (c.p.s.).
6. Velocidad angular
7. Factor de potencia
8. Interruptor de protección, indicando número de polos y ampacidad.
9. Kilowatts-hora.
10. Interruptor de transferencia, indicando número de polos y ampacidad.
11. Alimentadores entre planta de emergencia, interruptor de transferencia y secciones normal y emergencia del tablero general, con sus características.

g. Complemento

Al final de la memoria de cálculo se deben anexar:

1. Cuadros de carga (hojas de tableros) de todos los tableros de distribución.

2. Hojas de cálculo de niveles de iluminación que deben mostrar toda la información correspondiente, para todos los locales que sean necesarios.

3. Incluir hojas de datos de curvas fotométricas de luminarias utilizadas, y/o información utilizada en el cálculo para su cotejo.

4. Anexar en la memoria de cálculo, toda aquella información proporcionada por el fabricante y/o utilizada para la elaboración del proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

D.01 ( ) Proyecto ejecutivo de instalación eléctrica. El importe de la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para la elaboración y copiado de los planos, maduros, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos, unidades de medida y cantidades de obra; manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos y personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto, y visitas al sitio de los trabajos. El proyectista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal el proyecto completo en forma impresa y en medio magnéticos.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, medido según líneas de proyecto; el plano; la salida; o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir la superficie considerada en el proyecto; o contar el número de planos terminados y aceptados, o el número de salidas de la instalación aprobadas y aceptadas; y para el caso de que la unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

( )	Proyecto ejecutivo de instalación eléctrica	$ / m2
( )	Proyecto ejecutivo de instalación eléctrica	$ / Plano
( )	Proyecto ejecutivo de instalación eléctrica	$ / Salida
( )	Proyecto ejecutivo de instalación eléctrica	$ / Proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPÍTULO	004	SISTEMAS DE PARARRAYOS Y TIERRA

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Sistema de tierra.- Conjunto de planos, estudios, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos, cantidades de obra, unidades de medida, manuales de operación y conservación, necesarios para llevar acabo la instalación de cableado y accesorios capaces de conducir a tierra la energía eléctrica estática o parásita no deseada.

A.02. Sistema de pararrayos.- Conjunto de planos, estudios, memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos, cantidades de obra, unidades de medida, manuales de operación y conservación necesarios para instalar electrodos y accesorios en un inmueble para conducir la energía atmosférica a tierra de una manera segura y confiable.

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

a. Día con tormenta. Aquél en que al menos se escucha un trueno.

b. Conductores.- Cables trenzados de cobre electrolítico semiduro, desnudo o con aislamiento; cuyo tipo y calibre se ha seleccionado en cada caso particular de acuerdo a lo dispuesto por las Normas Oficiales Mexicanas, vigentes.

c. Descarga atmosférica o rayo- Es la electricidad estática que se concentra en una nube y rompe la rigidez dieléctrica del medio ambiente hasta una trayectoria a tierra.

d. Dispersores y electrodos.- Cuerpo metálico unido al conductor eléctrico y que esta puesto en contacto directo con el terreno, con el fin de dispersar en el mismo las corrientes eléctricas canalizadas por los demás elementos del sistema de tierra, siendo los tipos más usuales:

1. Electrodo de varilla de acero con recubrimiento de cobre de 13, 16 y 19 mm de diámetro por 3,05 m de longitud.

2. Electrodos de placa sencilla o de varias placas tipo rehilete.

3. Electrodos químicos.

4. Electrodos en malla.

En algunos casos pueden combinarse entre sí (por ejemplo, electrodo en anillo o

CIUDAD DE MÉXICO

malla con electrodos en varilla).

e. Líneas isoceráunicas.- Son las que delimitan áreas territoriales con un mismo nivel ceráunico.

f. Nivel ceráunico. Número de días al año en los que cae el menos un rayo.

g. Nivel isoceráunico. Es el número promedio de días durante el año en los que hay una tormenta en un lugar.

h. Pararrayos (receptores)- Barras de acero con puntas, que se instalan en los techos o partes altas de edificios o estructuras, para captar las descargas atmosféricas de una manera segura.

i. Sistema de Protección contra Tormentas Eléctricas.-(SPTE)

j. Sistema Externo de Protección contra Tormentas Eléctricas (SEPT)

k. Sistema Interno de Protección contra Tormentas Eléctricas (SIPTE)

l. Sistema de Puesta a Tierra (SPT)

m. Supresor de Sobre Tensiones Transitorias (SSTT)

n. Tormenta eléctrica. Actividad atmosférica caracterizada por la presencia de rayos, ya sea que terminen en tierra (rayos de nube a tierra) o que no terminen en tierra (rayos entre nubes o a nivel de nubes)

A.04. El sistema de tierra se clasifica en función de su uso:

a. Sistema de tierra para protección -Transfiere a tierra las corrientes de falla de todos los elementos metálicos (no conductores), que forman parte de la instalación eléctrica, incluyendo equipos para protección de las personas.

b. Sistema de tierra para funcionamiento. Parte del sistema eléctrico que debe mantenerse a potencial de tierra para su buen funcionamiento, como son: los sistemas de distribución, los neutros de los transformadores, generadores, bases de los apartarrayos, los circuitos de comunicación para eliminar ruidos e interferencias, en los circuitos electrónicos para señal de referencia, entre otros.

c. Sistema de tierra provisional. Puesta a tierra con carácter provisional que debe garantizar seguridad a la integridad física de las personas. Es común utilizarla en trabajos de mantenimiento de elementos eléctricos que generalmente se hallan energizadas y temporalmente fuera de servicio (mantenimiento a las subestaciones).

CIUDAD DE MÉXICO

A.05. Clasificación de los sistemas de pararrayos a utilizar:

a. Sistema pasivo.- Jaula de Faraday con puntas pasivas de cobre.

b. Sistema activo.- Jaula de Faraday con punta reactiva.

c. Sistema Franklin.- Con punta pasiva y activa.

d. Tele pararrayos.

e. Otros medios de protección.

A.06. El objeto del sistema de tierra es drenar la descarga a tierra del potencial eléctrico originado en equipos e instalaciones eléctricas y/o estructuras, para protegerlos contra sobre corriente y/o cargas estáticas o choques eléctricos.

A.07. El objeto del sistema de pararrayos es absorber las descargas eléctricas atmosféricas y conducirlas a tierra, para proteger la instalación eléctrica de un inmueble y no disminuir su capacidad de servicio y operación.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

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

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Presentación del proyecto.	2.03.01.001	G.D.F.
Proyecto de instalaciones eléctricas.	2.03.09.003	G.D.F.
Generalidades	3.01.01.001	G.D.F.
Instalación de cajas registro para conductores eléctricos	3.01.02.027	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de sistemas de tierra y pararrayos.	3.01.02.032	G.D.F
Apagadores, contactos y portalámparas	4.01.02.019	G.D.F.

Conductores eléctricos.	4.01.02.023	G.D.F.
Puesta a tierra.	NOM-001-SEDE ART. 250	Secretaría de Energía
Apartarrayos.	NOM-001-SEDE ART. 280.	Secretaría de Energía
Normas técnicas para instalaciones eléctricas.	NOM-001-SEDE	Secretaría de Energía
Instalaciones eléctricas	TOMO III	IMSS

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN DEL CONCEPTO.

E.01. Las consideraciones técnicas que el proyectista debe tomar en cuenta en el diseño del sistema de tierra son:

a. Diseño de un circuito para la conducción de las corrientes de falla a tierra.

b. Evitar que durante la circulación de estas corrientes a tierra puedan producirse diferencias de potencial en cualquier punto del sistema.

c. Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

d. Especificar el tipo de material adecuado a emplearse en la instalación del sistema.

e. Proporcionar un circuito de baja impedancia para apartarrayos y pararrayos no mayor que 10 Ohms y para equipo electrónico, este valor debe ser igual o menor que 3 Ohms.

f. Seleccionar el lugar adecuado más cercano al equipo a proteger, para la ubicación de los electrodos.

g. Mantener entre sistemas una distancia igual o mayor a cinco veces la longitud del electrodo más grande, a fin de evitar influencias recíprocas.

h. Todos los conductores de tierra que llegan a los tableros de distribución deben conectarse a un conductor común que llega hasta el tablero principal de baja tensión.

i. Este sistema de tierra es independiente del neutro del sistema y se une con el tablero general al sistema de tierras de la subestación.

j. El sistema general debe cumplir con las normas técnicas de instalaciones eléctricas, debiendo diseñarse el número y tipo de electrodos, así como el calibre de conductores adecuado, de manera tal que cumpla con su

CIUDAD DE MÉXICO

cometido.

k. El corresponsable en instalaciones eléctricas debe establecer estrecha comunicación con la unidad verificadora correspondiente a instalaciones de tierras y pararrayos acreditada ante la Secretaría de Energía, con el fin de que la proyectista tome en consideración las observaciones que surgieran durante la ejecución del proyecto.

l. En las áreas de trabajo cerradas donde la humedad relativa sea un factor de acumulación de electricidad estática, la humedad relativa debe estar entre 60 y 70 %, a excepción de aquellos casos en que por la naturaleza de las sustancias, la humedad en el aire represente un riesgo.

m. Las instalaciones metálicas que no estén destinadas a conducir energía eléctrica, tales como cercas perimetrales y estructuras metálicas y maquinaria y equipo ubicados en zonas en donde se manejen, almacenen o transporten sustancias inflamables o explosivas, deben conectarse a tierra.

E.02. Los sistemas de tierra deben cumplir con las siguientes funciones y requisitos.

a. Sistema de tierra para el apartarrayos de la subestación:

1. Aterrizar en forma exclusiva el apartarrayos de la subestación.

2. Descargar aisladamente el resto de la instalación, las sobrecargas (tensión y corriente) originadas por el rayo.

3. Requisitos.

3.1 Conectar los apartarrayos con cable calibre 4/0 AWG, como mínimo, al electrodo diseñado para tal fin.

b. Sistema de tierra para la(s) subestación (es).

1. Aterrizar todos los equipos de la subestación.

2. Aterrizar el neutro del o de los transformadores y de la planta o plantas generadoras de seguridad y emergencia.

3. Aterrizar las barras neutras de los tableros generales.

4. Requisitos:

4.1 No se deben utilizar las canalizaciones como tierra física.

4.2 Se deben considerar conductores de tierra en todos los alimentadores, desde el tablero general, hasta todos y cada uno

CIUDAD DE MÉXICO

de los tableros: sub generales, de fuerza y derivados, así como centros de control de motores y transformadores tipo seco con sus interruptores respectivos si los tiene.

4.3 Se debe considerar conductor de tierra a todas las canalizaciones de circuitos ramales de alumbrado, contactos, fuerza y/o en cualquier caso especial que lo requiera.

4.4 Los conductores de tierra física deben dimensionarse según indicaciones de la Norma NOM-001-SEDE, Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, indicada en la cláusula B de Referencias.

c. Tierra para el sistema eléctrico aislado:

1. Proporcionar un sistema eléctrico exclusivo y aislado para los tableros de quirófanos, terapia intensiva, equipos de rayos “x” portátil y donde se requiera.

d. Tierra para el sistema de cómputo.

1. Proporcionar un sistema estable de tierra, de muy baja impedancia.

2. Obtención de un punto equipotencial de referencia para las señales digitales de alta frecuencia y baja corriente entre equipo de cómputo interconectado, mediante la construcción de un gran número de trayectorias o superficies de conducción en paralelo.

3. Se debe diseñar sólo en áreas solicitadas para este uso específico. Este sistema de tierras normalmente se forma de dos partes:

3.1 Malla de tierras de referencia.

3.2 Sistema de tierras en los circuitos ramales.

4. Requisitos de la malla de tierras.

4.1. Debe diseñarse en estricta coordinación con el proveedor del equipo, pudiendo estar formada por alguno de los sistemas siguientes:

4.1.1 Placa sólida de cobre bajo el área de cómputo.

4.1.2 Malla formada por cable calibre 2/0 AWG como mínimo, formando retículas de 60 x 60 cm.

4.1.3 Usar la soportería del piso falso (cuando se tenga) como tierra de referencia, aterrizando pedestales, bases y refuerzos horizontales de las placas del piso.

CIUDAD DE MÉXICO

5. Requisitos de circuitos ramales.

5.1. Los equipos normalmente se deben conectar adicionalmente con una tira trenzada de cobre al sistema de referencia (las tiras son proporcionadas normalmente por el fabricante).

5.2 Se deben conectar las tuberías (las de alumbrado y contactos inclusive) y gabinetes metálicos de equipos dentro del área de cómputo, al sistema de tierras de referencia.

5.3. Los conductores deben ser forrados, con aislamiento similar al de las fases y neutros, debiendo quedar claramente identificados.

5.4. Para los calibres 8 AWG y menores, el forro debe ser color verde, no debiendo usarse este color para otros conductores.

E.03. Para el diseño del sistema de tierras se debe determinar lo siguiente:

a. La resistividad del terreno.
b. La máxima corriente de falla (de fase a tierra).
c. La sección del conductor de la malla.
d. La longitud de la malla.
e. La resistencia del sistema, conforme lo establece la NOM-001-SEDE indicada en la cláusula B de Referencias.
f. La distancia mínima entre fases.

E.04. Los elementos metálicos no portadores de energía eléctrica tales como: ductos, charolas, carcasas de motores, gabinetes de luminarias, tableros, armaduras, tanques, entre otros, deben conectarse al sistema de tierras y tratándose de elementos de longitud comparable a la altura de la estructura como escaleras, guías de elevadores, ductos; entre otros, se deben conectar en ambos extremos a tierra.

Para las secciones mínimas de los conductores, la puesta a tierra de las partes de una instalación de tensión nominal menor de 1000 volts, se deben consultar las tablas en la norma NOM 001 SEDE Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, indicada en la cláusula B de Referencias. En la Figura 1 se muestra un diagrama de conexión a tierra.

E.05. Cuando se usen sistemas de electrodos para distintos fines como los de circuitos de comunicación, pararrayos de edificios; entre otros, cada electrodo de un sistema debe distar por lo menos 1,80 m de los electrodos de los otros sistemas.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

E.06. Los conductores y electrodos artificiales de pararrayos de edificios, no deben utilizarse para la puesta a tierra de instalaciones y equipos eléctricos, pero se recomienda interconectar entre sí los electrodos de diferentes sistemas de tierra de una misma instalación.

CIUDAD DE MÉXICO

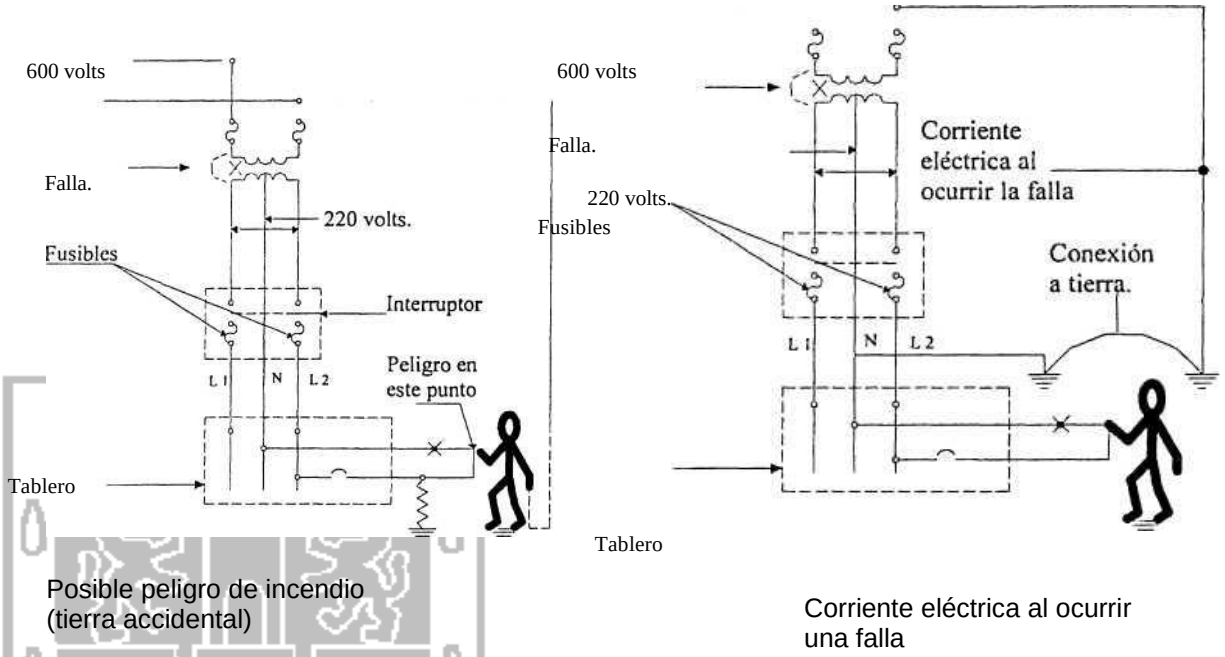


Figura 1. Diagrama de conexión de tierra.

Nota: Al conectar a tierra la distribución eléctrica en un edificio, se evita el peligro de posibles descargas eléctricas no deseadas. (Esta conexión a tierra puede hacerse a la tubería metálica de agua fría).

CIUDAD DE MÉXICO

E.07. Los sistemas de puesta a tierra deben ser independientes y específicos para cada caso:

a. Sistema contra descarga atmosférica.

b. Sistema general de distribución en baja tensión.

c. Sistema en subestación eléctrica.

d. Sistema eléctrico aislado.

e. Sistematización.

f. Apartarrayos.

E.08. En todos los demás aspectos, los métodos de puesta a tierra deben cumplir los requisitos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, indicada en la cláusula B de Referencias.

E.09. En la resistencia a tierra se recomienda tener los siguientes valores máximos:

a. Para tuberías metálicas subterráneas: 3,0 Ohms.

b. Para electrodos artificiales: 2,5 Ohms.

c. La resistencia de un solo electrodo no debe ser mayor que 25 Ohms con acometidas en baja tensión.

d. Para subestaciones eléctricas hasta 250 kVA y 34,5 kV, la resistencia total del sistema de tierra debe conservarse en un valor menor que 25 Ohms (incluyendo todos los elementos que forman el sistema); 10 Ohms en subestaciones mayores que 250 kVA y hasta 34,5 kV y de 5 Ohms en subestaciones que operen con tensiones mayores que 34,5 kV.

CIUDAD DE MÉXICO

E.10. En los terrenos secos, el proyectista debe indicar que se debe emplear la conexión a tierra de rehiletes sobre un depósito de intensificador de carbón mineral, sulfato de cobre, bentonita, gel, o empleando cualquier otro material que tienda a disminuir la resistencia.

Si el terreno es húmedo o las aguas freáticas se encuentran superficiales, se debe utilizar la conexión de punta a tierra.

E.11. El proyectista debe tomar en cuenta en el proyecto la naturaleza del terreno, por lo que los elementos a considerar son los siguientes:

a. Resistividad.- Indica el valor de la resistencia que ofrece el terreno a la disipación de la energía eléctrica en el sistema de tierra. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Valores típicos de resistividad de los terrenos.

Tipo de suelo.	Resistividad Q/m
Húmedo o suelo orgánico.	10-50
Cultivo arcilloso.	100
Arenoso húmedo.	200
Arenoso seco.	1 000
Con guijarro y cemento.	1 000
Rocoso.	3 000
Roca compacta.	10 000

b. Temperatura y humedad.- La resistividad del terreno varía con la temperatura y el grado de humedad, por lo que no es aconsejable efectuar mediciones de resistividad del terreno en condiciones de altas temperaturas o de lluvias recientes.

E.12. Tratamiento del terreno.- Cuando se tengan terrenos con rangos de resistividad que dificulten obtener los valores de resistencia apropiados para los sistemas de tierra por diseñarse, puede proponerse la utilización de métodos de tratamiento con elementos químicos en la zona del terreno donde se alojen los electrodos en forma de placa, rehilete, anillo o malla.

E.13. En relación con el sistema de pararrayos, se debe proteger con sistema de pararrayos, cualquier edificio donde se reúna gran número de personas, como hospitales, escuelas y oficinas públicas entre otros y aquellos sitios donde se tengan servicios públicos de vital importancia, como casas de bombas y subestaciones eléctricas y de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, indicada en la cláusula B de Referencias.

E.14. Ubicación de las puntas.- Deben ubicarse en los sitios propicios para formar concentraciones de carga en una tormenta eléctrica en función del tipo del techo, como se indica a continuación:

a. Para techos planos, en el perímetro de la unidad y en las esquinas, la distancia entre puntas debe ser igual a 7,60 m +10%.

b. Para techos inclinados con pendientes igual o mayor que 25%, la distancia entre puntas en la parte superior de la cumbrera debe ser igual a 7,60 m ± 10%.

c. Para techos inclinados con pendiente ligera menor que 25%, se usa el mismo criterio que para techos planos, excepto cuando el claro total de la construcción es igual o mayor que 15 m; en los que se deben instalar puntas en la parte superior de la cumbrera.

d. Para el cálculo del perímetro del inmueble se deben considerar las dimensiones exteriores al nivel del terreno, excluyendo cobertizos, marquesinas y salientes que no requieran de protección.

E.15. Los requerimientos técnicos que el proyectista debe tomar en consideración en el proyecto del sistema de pararrayos son:

a. El sistema debe diseñarse para una vida útil no menor que 20 años.

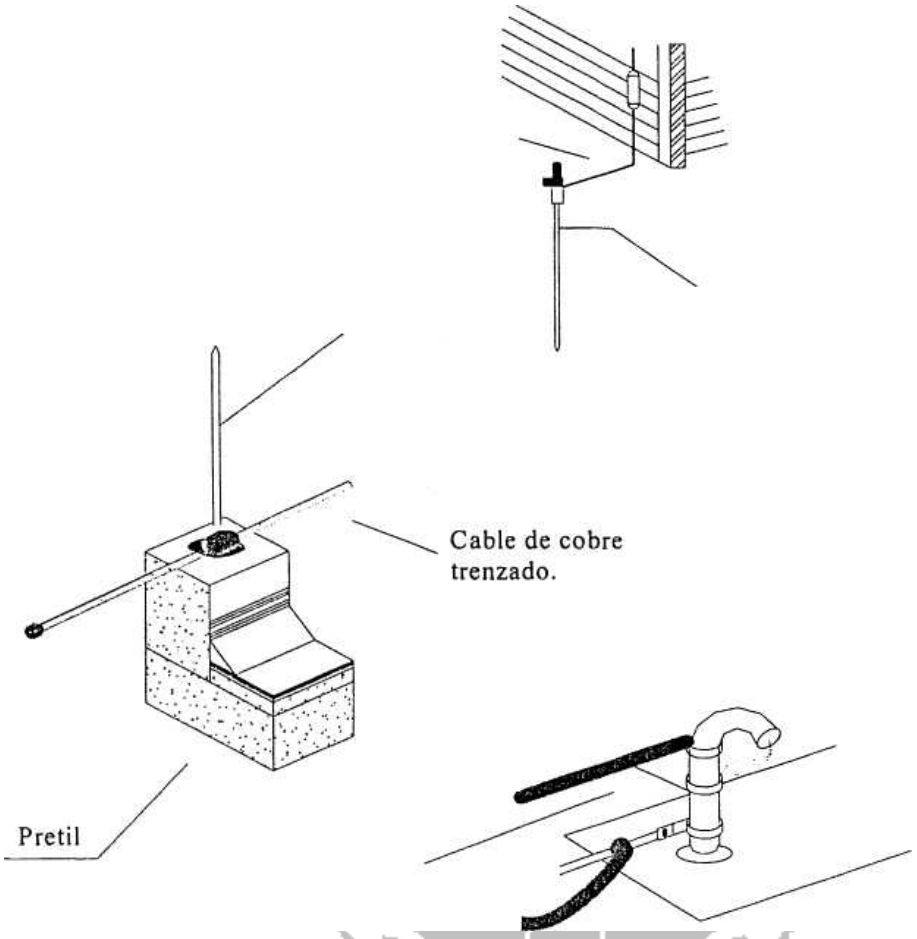
b. La conexión de los electrodos debe ser registrable para hacer pruebas de medición de continuidad.

c. Los electrodos deben estar separados 61 cm mínimo de la estructura del edificio.

E.16. El diseño de los sistemas de pararrayos incluye puntas, cables conductores y conexiones a tierra. Ver Figura 2, donde se muestran algunos de estos elementos.

E.17. En los casos de líneas eléctricas aéreas, se deben instalar pararrayos antes del sitio de las acometidas de los edificios.

CIUDAD DE MÉXICO



Cualquier elemento que sobresalga como en el caso que se ilustra, debe conectarse al sistema de pararrayos

CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 2. Tipos de conexión de pararrayos.

E.18. Cuando existan árboles que se deseen proteger, se debe instalar pararrayos en las ramas principales.

E.19. Para evitar la posibilidad de descargas laterales ocasionadas por diferencias de potencial entre los elementos del sistema de pararrayos y cuerpos metálicos exteriores localizados en las azoteas, la separación mínima entre éstos debe ser de 1,80 m; es necesario conectar eléctricamente dichos cuerpos al sistema de pararrayos.

E.20. La altura del elemento receptor de la descarga debe ser la suficiente para prevenir el peligro de incendio o arco voltaico. Además se deben considerar las siguientes limitaciones:

a. La longitud mínima de las puntas debe ser de 25 cm.

b. El espaciamiento de las puntas localizadas en perímetros y cumbreras no debe exceder de 6 m, excepto cuando la longitud de las puntas sea igual o mayor que 60 cm, en cuyo caso dicha separación no debe ser mayor que 7,50 m. Cuando se localicen sobre la superficie de la azotea plana, el espaciamiento de las puntas de pararrayos no debe exceder de 15 m. Ver Figura 3.

c. Las puntas de protección sólidas deben tener una sección circular mínima de 133 mm^2 (13 mm de diámetro) si son de cobre y de 200 mm^2 (16 mm de diámetro) si son de aluminio.

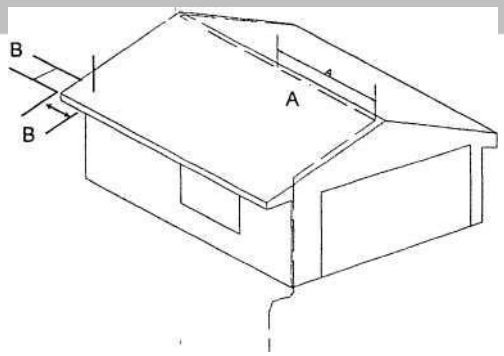
En caso de ser tubulares, el diámetro exterior mínimo debe ser de 16 mm, con espesor de paredes no menores que 0,813 mm (calibre 20 AWG).

E.21. Los elementos conductores de los pararrayos deben tener la mínima trayectoria de recorrido desde la punta a la conexión de tierra y evitar al máximo las curvas. Además, se deben cumplir los siguientes requisitos:

a. De preferencia deben localizarse en la parte superior del pretil, pero a fin de ocultarlos, pueden colocarse en el costado del mismo o sobre la superficie de la azotea.

b. Se debe procurar que todos los elementos de la instalación se coloquen en la forma menos notoria posible, adheridos firmemente a la construcción, mediante abrazaderas de cobre para cable, separadas no más de un metro entre ellas; y que las puntas puedan remeterse hasta un máximo de 60 cm del límite de la construcción protegida.

CIUDAD DE MÉXICO



A: de 6 a 7,5 m.

B: Los pararrayos pueden colocarse dentro de una distancia de 60 cm en los extremos de cumbreras o bordes y esquinas de tejados.

FIGURA 3. Distancia de los pararrayos en techos inclinados.

A: Separación máxima de 15 m
B: Separación máxima de 6 a 7,5 m

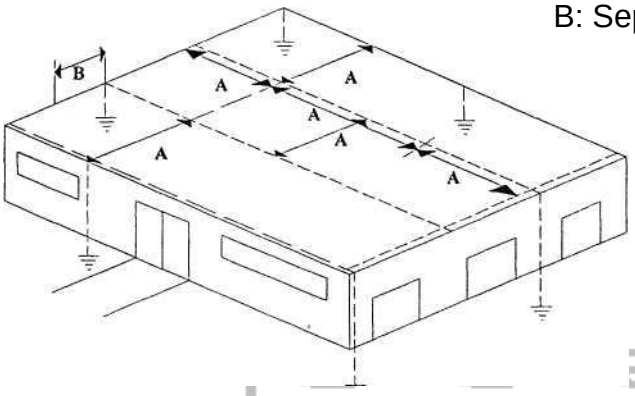


FIGURA 3a. Distancia de instalación de pararrayos en techos planos.

E.22. En los planos de proyecto, se deben indicar en forma clara y precisa los diagramas eléctricos, notas de diseño, calibre de los cables, dimensiones y localización de las puntas de conexión.

E.23. Las estructuras que se hayan conectado entre las puntas de pararrayos y los dispersores para conducir las descargas atmosféricas de una manera segura, el tipo de conductor y calibre se seleccionará en cada caso particular y de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

E.24. El alcance del proyecto del sistema de tierras, debe establecerse en los términos de referencia y en el contrato debe constar que el proyectista entregará como mínimo de manera enunciativa más no limitativa, lo siguiente:

a. Dibujos.

1. Planta de localización del sistema en general.
2. Planta de conjunto.
3. Planos por nivel del edificio, zonas o áreas donde se instale el sistema
4. Detalles de conexiones o empalmes.
5. Detalles de fijación y trayectoria del conductor del sistema de tierras.

b. Documentos.

CIUDAD DE MÉXICO

1. Información básica y técnica.
2. Memoria descriptiva.
3. Memoria de cálculo.
4. Especificaciones de acuerdo al proyecto, servicio y operación en cada caso particular
5. Catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida.
6. Manuales de operación y mantenimiento.

E.25. El alcance del proyecto del sistema de pararrayos, debe establecerse en los términos de referencia y en el contrato debe constar que el proyectista entregará como mínimo de manera enunciativa, no limitativa, lo siguiente:

a. Dibujos.

1. Planta de azotea con localización de los sitios donde se ubicarán las puntas de pararrayos.
2. Planta de conjunto.
3. Cortes arquitectónicos generales.
4. Planos de detalles y conexiones de instalación.
5. Fachadas generales donde se observen las líneas que representan los cables y/o conductores.
6. Detalles de conexiones de cable - varilla copperweld.
7. Detalles de fijación de cables a muros del edificio.
8. Detalles de fijación de las puntas de pararrayos.
9. Detalles de bajadas del cableado del sistema de pararrayos.

b. Documentos.

1. Información básica y técnica.
2. Memoria descriptiva.
3. Memoria de cálculo.
4. Catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida.
5. Especificaciones.
6. Manuales de operación y mantenimiento.

CIUDAD DE MÉXICO

E.26. Las zonas donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas deben estar protegidas con sistemas de pararrayos.

E.27. Queda prohibido utilizar pararrayos que funcionen a base de materiales radiactivos.

E.28. Los factores que se deben considerar para la determinación de la obligación de instalar pararrayos y, en su caso, el tipo de pararrayos a utilizar para drenar a tierra la descarga eléctrica atmosférica, son:

a) El nivel isoceráunico de la región;

b) Las características fisicoquímicas de las sustancias inflamables o explosivas que se almacenen, manejen o transporten en el centro de trabajo;

c) La altura del edificio en relación con las elevaciones adyacentes;

d) Las características y resistividad del terreno;

e) Las zonas del centro de trabajo donde se encuentren sustancias químicas, inflamables o explosivas;

f) El ángulo de protección del pararrayos;

g) La altura de instalación del pararrayos y el sistema para drenar a tierra las corrientes generadas por la descarga eléctrica atmosférica.

h) Cuando se encuentre aislada o alejada a una distancia radial de 500,00 m de cualquier construcción.

i) Previo estudio de la estructura del edificio que ha de protegerse, especialmente la parte superior de éste a fin de definir las características eléctricas fundamentales de la instalación.

E.29. Al final del capítulo, se muestran algunos símbolos que se recomiendan usar en los planos de proyecto, con tamaño de acuerdo a los requisitos establecidos y de manera que no den motivo a confusión o error, sin atender a la escala de los mismos.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

CIUDAD DE MÉXICO

F.01. ( ) Proyecto ejecutivo del sistema de tierras. El costo para la elaboración del proyecto incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, planos, memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con unidades de medida y cantidades de obra, manuales de operación, conservación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros o arquitectos para la obtención de datos básicos de campo y los cálculos necesarios, dibujantes, personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; contratación de unidad verificadora de la calidad del proyecto del sistema de tierras, mobiliario de dibujo, equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, el plano, o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir en planos la superficie acotada, protegida y considerada para el proyecto, contar el número de planos terminados y aceptados y para el caso en que la unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

( ) Proyecto ejecutivo del sistema de tierras. $/ m2

( ) Proyecto ejecutivo del sistema de tierras. $/ plano.

( ) Proyecto ejecutivo del sistema de tierras. $/ proyecto.

F.02. ( ) Proyecto ejecutivo del sistema de pararrayos. El costo para la elaboración del proyecto incluye**;** los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, planos, memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida, manuales de operación, conservación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros o arquitectos para la obtención de datos básicos de campo y los cálculos necesarios, dibujantes, personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; contratación de la unidad verificadora de la calidad del proyecto del sistema de pararrayos, mobiliario de dibujo, equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, el plano, o el proyecto.

Para efecto de pago, se debe medir en planos la superficie acotada, protegida y considerada para el proyecto, contar el número de planos terminados y aceptados, y para el caso en que la unidad de medida sea el proyecto, se deben establecer las condiciones en el contrato y pagarse sólo etapas terminadas y aceptadas. El pago final debe hacerse una vez terminado, aprobado por la unidad verificadora de la calidad del proyecto y aceptado el proyecto completo por parte del área contratante.

( ) Proyecto ejecutivo del sistema de pararrayos

{) Proyecto ejecutivo de sistema del pararrayos $ / m^2

( ) Proyecto ejecutivo de sistema del pararrayos. $ / plano.

( ) Proyecto ejecutivo de sistema del pararrayos. $ / proyecto

Símbolo básicos.	Descripción.
P	Conector de prueba.
Z	Conector zapata.
T	Conector T.
X	Conector X.
	Punta de protección.
	Punta de protección elevada.
	Conexión a tierra con rehilete.
	Conexión a tierra con punta.
	Apartarrayo red eléctrica.
	Apartarrayo para antena.
	Cable de cobre.

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPÍTULO	005	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

A. DEFINICIONES CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Se entiende por proyecto ejecutivo de un sistema de protección contra incendio, al conjunto de memorias descriptiva y de cálculo, planos, especificaciones, catálogo de conceptos, cantidades de obra, alcances, unidades de medida, y forma de medición, manuales de operación, conservación y mantenimiento; así como la cuantificación de los diversos equipos y dispositivos portátiles, móviles o fijos, que deben ser instalados de manera permanente para la protección, control y combate de incendio en una edificación.

A.02. Para una mayor claridad en el texto de este capítulo, se tienen las siguientes definiciones de términos y de dispositivos para combatir y prevenir incendios:

a. Extintor.- Equipo portátil o móvil que se usa para combatir conatos de incendio, el cual tiene un agente extinguidor que es expulsado por la acción de una presión interna.

b. Incendio.- Es el fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio.

c. Fuego.- Es la oxidación rápida de los materiales combustibles, con desprendimiento de luz y calor y se clasifica como se indica a continuación:

1. Clase A.- Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica y que su combustión se realiza normalmente con formación de brasas.

2. Clase B.-Es aquel que se presenta en líquidos y gases combustibles e inflamables.

3. Clase C- Es aquel que involucra aparatos y equipos eléctricos energizados.

4. Clase D.~ Es aquel en el que intervienen metales combustibles.

d. Sólidos combustibles.- Materiales que arden en estado sólido al combinarse con un comburente y entrar en contacto con una fuente de calor.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Gases inflamables o combustibles.- Materiales que en condiciones normales de presión y temperatura, no tienen volumen ni forma definidos, adoptando la forma del recipiente que los contiene, desprenden vapores antes de los 311 K (37,8 °C), alcanzando fácilmente su temperatura de ignición y con gran velocidad de propagación de flama.

f. Hidrantes.-Salidas o descargas de una red de tubería contra incendio alimentada con agua a presión desde una fuente de abastecimiento.

g. Rociadores.- Sistema de operación automática, que generalmente utiliza agua como agente extinguidor y consiste en una red de tuberías colocadas inmediatamente abajo del techo, expuestas o cubiertas por falso plafón, alimentadas a presión y en la que se instalan a intervalos regulares una serie de rociadores diseñados para abrirse por la acción de la temperatura circundante, produciendo una descarga de agua en forma de rocío, muy abundante, sobre el material que ocasiona el calor.

h. Detectores de incendio.- Dispositivos que se activan ante la presencia de humo, calor o gases predecesores de incendio y que actúan sobre un sistema de alarma tal que el personal autorizado pueda conocer la localización del evento y actuar de inmediato o se dé inicio automáticamente a las rutinas de alarma y combate de incendio previstas para tal efecto.

i. Ruta de evacuación.- Es el camino continuo y libre de obstáculos, que va desde cualquier punto de un centro de trabajo, hasta un lugar seguro.

j. Acceso a la ruta general de evacuación.- Es la parte de una ruta de evacuación que conduce de un punto cualquiera del lugar de trabajo al área de salida.

k. Área de salida.- Es la parte de la ruta de evacuación, que comunica del acceso a la ruta general de evacuación a la descarga de salida, a lo largo de los muros, pisos, puertas y otros medios que protegen el recorrido para que los ocupantes se trasladen con razonable grado de seguridad al exterior del edificio.

l. Descarga de salida.- Es la parte de la ruta de evacuación comprendida entre el final de área de salida y una zona de seguridad.

m. Salida de emergencia.- Salida independiente de las de uso normal que se emplea como parte de la ruta de evacuación en caso que el tiempo de desocupación desde algún punto del lugar de trabajo sea mayor a tres minutos a través de dicha ruta.

CIUDAD DE MÉXICO

n. Barreras contra fuego de tipo intumescente y sublimante.- Pastas semilíquidas de consistencia suave que se aplican sobre estructuras de acero, losacero, puertas contra incendio entre otras, en una edificación, a espesores apropiados, que dependen fundamentalmente del tiempo requerido, para protección contra fuego.

o. Pinturas ignífugas, auto extinguibles y retardantes de fuego.- Pinturas que cumplen con la función de inhibir la combustión.

p. Muros.- Elementos que dividen o separan las diferentes áreas en un edificio, los cuales pueden ser de: piedra, tabique, tabicón, block de barro o mortero, tepetate, adobe o concreto armado, entre otros.

q. Plafones.- Son techos falsos, que se utilizan para darle al inmueble una apariencia más estética.

r. Acabados ignífugos.- Elementos cuyos materiales deben evitar la propagación del fuego.

s. Puertas contra incendio.- Son elementos de comunicación entre áreas de un edificio con características tales que impiden la propagación del fuego entre las áreas intercomunicadas.

t. Inducción del fuego.- La previsión que se hace en las construcciones, mediante áreas de ventilación que facilitan el combate del incendio y retardan su propagación.

A.03. Los proyectos de sistemas contra incendio, se clasifican en función de:

a. La combinación de las siguientes características del inmueble:

1. Unifamiliares;
2. Edificios de vivienda;
3. Bodegas, depósitos, industrias;

b. Altura del edificio y

c. Altura, superficie y número de ocupantes del inmueble.

d. por la combustibilidad de los materiales almacenados.

CIUDAD DE MÉXICO

A.04. Los equipos de protección contra incendio se clasifican:

a. Por su tipo:

1. Portátiles.- Recipientes para ser trasportados y operados manualmente, que en condiciones de funcionamiento tienen un peso menor o igual 20 kg, los más comúnmente usados son los extintores.

2. Móviles.- Recipientes diseñados para ser trasportados sobre ruedas y operados manualmente sin locomoción propia y cuyo peso es superior a
los 20 kg, los más comúnmente usados son los extintores.

3. Fijos.- Es el instalado de manera permanente para el combate de incendios, los más comúnmente usados son los hidrantes y rociadores, éstos pueden operar manual, semi automática y automáticamente de acuerdo a lo siguiente:

3.1 Hidrantes chicos.- Se deben usar preferentemente en incendios, en cuyos riesgos no se requieran grandes volúmenes de agua para extinción de fuego y en los que el personal que opere las mangueras pueden ser hombres o mujeres no entrenados previamente para manipular mangueras de mayor capacidad.

3.2 Hidrantes medianos.- Se deben usar en los riesgos en los que se necesitan mayores volúmenes de agua de los que proporcionan los hidrantes chicos y en los casos en que el personal (únicamente hombres) no está suficientemente capacitado para manipular mangueras de mayor diámetro.

3.3 Hidrantes grandes.- Deben usarse en los riesgos de características diferentes a los anteriores, o sea aquellos en los que se necesita grandes volúmenes de agua y en los que el personal (hombres) encargado de usar las mangueras debe estar debidamente capacitado. Las características de los hidrantes se pueden observar en la Tabla 1.

b. Por el agente extinguidor que contiene:

1. Agua
2. Polvo químico seco.
3. Bióxido de carbono.
4. Gas Halón 1301.
5. Espuma mecánica.
6. Agentes especiales.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 1 Características de los hidrantes y sus accesorios. Acotaciones en mm excepto las indicadas en otra unidad de medida.

Hidrantes.	Chicos	Medianos	Grandes
Válvula colocada a una altura no mayor de 1,60 m sobre el nivel del piso, de un diámetro de:	51	51	64
Boquereles: Para incendios Clase			
Con chiflón de chorro que tenga en su punto de descarga un diámetro interior de:	11 a 13	14 a 17	25 a 28
Con chiflón tipo regadera ajustable de:	38	51	64
Los boquereles de chorro son los adecuados para lugares cuyos contenidos no se esparcen ni se dañan por la fuerza del agua, y los de regadera para usarse en sustancias a granel o fáciles de disgregarse o dañarse por la fuerza del agua.			
Para incendios Clase UB" o "C" Chiflón tipo neblina o atomizador de:	38	51	64
Mangueras, de lino o de algodón, forradas interiormente de hule, con diámetro de: y longitud no mayor de:	38 30 m	51 30 m	64 30 m
Los diámetros apropiados de tubos para los tres tipos de hidrantes, son: Para tuberías matrices que alimentan a dos o más hidrantes, diámetro de: Para tuberías de ramales que alimenten a un solo hidrante, diámetro de:		76 64	102 76
Presión de agua.- Debe disponerse de una carga mínima, en la base del chiflón, para: Incendios Clase "A": Incendios Clase "B" o "C"	18m 35 m	21 m 35 m	21 m 35 m
Volúmenes de agua.- El volumen de agua debe ser suficiente para que dos hidrantes puedan simultáneamente descargar agua a la presión, en el volumen por tiempo que exige la Asociación Mexicana de	140 L	240 L	650 L

A.05. Redes automáticas de rocío (rociadores).

a. Existen dos sistemas de rociadores:

1. Húmedo.-En este sistema toda la tubería se mantiene llena de agua a presión y se usa en localidades donde la temperatura del aire no llega a ser tan baja que pueda congelar el agua de la tubería.

2. Seco.-En este sistema la tubería se mantiene llena de aire comprimido hasta una válvula de retención especial, cuya función es dejar pasar el agua en el momento que baja la presión del aire dentro de la tubería al abrirse cualquier rociador del sistema, por efecto del calor. Este sistema se usa en aquellos lugares en donde, por el clima frío, puede congelarse el agua de la tubería y debe tenerse especial cuidado en proteger de la congelación a la válvula de retención especial.

b. Independientemente del sistema que se utilice, los rociadores pueden ser:

1. De bulbo. El calor producido por el fuego abajo del rociador aumenta la temperatura del líquido encerrado dentro del bulbo, el cual se rompe por la dilatación del liquido, permitiendo la salida del agua por el tubo cónico de descarga, formándose el rocío en la forma descrita anteriormente. Estos rociadores son rápidos en su operación ya que pueden operar desde una temperatura de 330 K (57 °C) hasta 415 K (142 °C).

2. De fusible. Su operación es similar a la de bulbo sólo que su accionar es más lenta.

A.06. Detectores de incendio.- Son elementos independientes de los sistemas de hidrantes y rociadores y se clasifican de la manera siguiente:

1. Detectores de humo
2. Sensores o detectores de calor
3. Detectores para gases de combustión o sensores de flama.
4. Sistemas de alarmas

A.07. El objeto de realizar el proyecto ejecutivo de un sistema contra incendio, es el de prever la ubicación del equipo o sistema con el diseño óptimo que satisfaga los requerimientos establecidos en la normatividad vigente, en función de la capacidad y radio de acción de éstos, que permitan combatir y controlar el incendio.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en los proyectos de Sistemas Contra Incendios y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capitulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo	NOM-002	
Normas de ingeniería de diseño. Instalación hidráulica	IMSS	
Manual del ramo de incendio	IV	Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, A.C. (AMIS)
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.	Artículos 34, 36, 39, 69, 109	G.D.F
Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico	Secciones 4.2 y 4.5	G.D.F.
Edificaciones, Componentes, Resistencia al Fuego, Determinación	NMX-C-307	SECOFI
Equipos contra incendio. Extintores – Servicio de mantenimiento y recarga.	NOM-154	SECOFI
Seguridad –Extintores contra incendio a base de polvo químico con presión contenida. Especificaciones.	NOM-100 STPS	STPS
Seguridad – extintores a base de espuma química.	NOM-101 STPS	STPS
Seguridad – Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono – Parte 1:Recipientes	NOM-102 STPS	STPS

CIUDAD DE MÉXICO

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Seguridad - Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida	NOM-103 STPS	STPS
Seguridad - Extintores contra incendio de polvo químico seco tipo ABC, a base de fosfato mono amónico	NOM-104 STPS	STPS
Seguridad.- Técnica del fuego. Terminología	NOM-105 STPS	STPS
Seguridad -Agentes extintores- polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio	NOM-106 STPS	STPS
Determinación de las características del quemado superficial de los materiales de construcción.	NOM-C-294	STPS
Presentación del proyecto	2.03.01.001	G.D.F.
Estructuras	2.03.08.002	G.D.F.
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales en edificios	2.03.09.001	G.D.F.
instalaciones eléctricas en edificios	2.03.09.003	G.D.F.
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	NOM-005	STPS
Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos . conducidos en tuberías	NOM-026	STPS

CIUDAD DE MÉXICO

E. REQUISITOS DE ELABORACIÓN.

E.01. Dependiendo del tipo y uso que se le de al edificio y de acuerdo a la normatividad correspondiente se debe definir el sistema de protección contra incendio más apropiado.

E.02. El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones debe ser del tipo y capacidad que indique el anteproyecto y éste debe sujetarse a lo mencionado en las Normas Oficiales Mexicanas y/o

Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones, de acuerdo a lo establecido en los artículos 34 fracción IV, 38 fracción III c, 68, 69, 90,109 y 112 entre otros, del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

El equipo de bombeo, hidrantes, equipo eléctrico, tubos, válvulas, piezas especiales, accesorios e instrumentación requerida, deben ser de la capacidad y características establecidas en el anteproyecto y que cuenten con certificado y garantía en su funcionamiento y durabilidad.

En el proyecto se debe indicar que una vez instalada la red contra incendio, se debe probar a la capacidad establecida y pintarse con color rojo.

E.03. El sistema contra incendio a base de extintores además de cumplir con lo mencionado en la cláusula anterior, éstos deben tener una leyenda inviolable que mencione la clase del agente extinguidor, nombre del fabricante o responsable de su funcionamiento, y que al ser instalado le quede cuando menos el 95% de su vida útil. También deben tener adherido al envase un instructivo de operación y mantenimiento en idioma español. Los extintores se seleccionan de acuerdo a las diferentes clases de fuego y de conformidad con la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 2. Clases de fuegos y agentes extinguidores.

Agente extinguidor	Fuego clase A	Fuego clase B	Fuego clase C	Fuego clase D
Agua	Si	No	No	No
Polvo químico seco tipo ABC	SI	Si	Si	No
Polvo químico seco tipo BC	No	Si	Si	No
Bióxido de carbono (CO2)	No	Si	Si	No
Halón	Si	Si	Si	No
Espuma mecánica	Si	Si	No	No
Agentes especiales	No	No	No	Si

CIUDAD DE MÉXICO

E.04. En casas unifamiliares con altura total, igual o menor a 10 m, deben proyectarse vanos o áreas de ventilación para prevenir o sofocar el fuego.

E.05. Todas las edificaciones deben prever el espacio y señalización para la colocación de extintores, en función del grado de riesgo que representan; las de bajo riesgo deben contar en con un extintor en cada nivel, excepto en vivienda unifamiliar; las de riesgo medio, con un extintor por cada 300,00 m2 en cada nivel o zona de riesgo y las de riesgo alto, con un extintor por cada 200,00 m2 en cada nivel o zona de riesgo, colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación; su soporte debe estar colocado a una altura máxima de 1,50 m del nivel del piso terminado.

E.06. En las edificaciones de más de 25 m de altura o más de 250 ocupantes o más de 3000 m2, bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y sólidos combustibles o explosivos de cualquier tipo, además de lo requerido en el inciso E.03 inmediato anterior, deben disponer de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas:

a. Red del sistema contra incendio, con las siguientes características:

1. Tanques o cisternas para almacenar agua de uso exclusivo en la red interna para combatir incendios, con una capacidad mínima de 20 000 litros, en proporción de 5 litros por metro cuadrado construido
.
2. Bomba centrífuga horizontal piloto (jockey) acoplada a motor eléctrico horizontal, para mantener la presión constante en toda la red hidráulica.

3. El equipo de bombeo y éste a su vez puede estar formado por:

3.1 Bomba centrífuga vertical tipo turbina acoplada a motor eléctrico vertical.

3.2 Bomba centrífuga horizontal acoplada a motor eléctrico horizontal.

3.3 Bomba centrífuga vertical acoplada a motor de combustión interna.

3.4 Bomba centrífuga horizontal acoplada a motor de combustión interna.

3.5. Las bombas deben ser capaces de rendir 150 % de su capacidad, con el 65 % de su presión normal.

CIUDAD DE MÉXICO

3.6. El equipo de bombeo propio de la red contra incendio debe estar conectado eléctricamente al sistema de emergencia.

4. Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotada de toma siamesa de 64 mm de diámetro, con rosca de 7,5 hilos por cada 25 mm, con copie movible y tapón macho en ambas entradas, equipada con válvula de no retorno, la cual se debe instalar entre el tubo de salida de la toma siamesa y la intersección de la red hidráulica. Se debe colocar por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y en su caso una a cada 90 metros de fachada, y se debe ubicar al paño del alineamiento, a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta. La tubería de la red hidráulica contra incendio debe ser de acero soldable, o fierro galvanizado, (cédula 40) y estar pintada de color rojo.

5. En cada piso deben colocarse gabinetes para hidrantes con salidas contra incendio dotadas con conexiones para mangueras de número tal, que cada manguera cubra una superficie de 30 m de radio y la separación entre gabinetes no sea mayor de 60 m. Uno de los gabinetes debe estar lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.

6. Los hidrantes deben estar constituidos por un gabinete metálico, válvula angular, mangueras, boquillas y soporte para manguera, los cuales deben estar localizados de la siguiente manera:

6.1. En el interior o exterior de los edificios.

6.2. Los hidrantes ubicados en el exterior, pero dentro del predio, deben estar colocados a una distancia de cinco metros de los muros de los edificios más próximos que protegen y estar alojados en casetas a prueba de intemperie y debidamente soportados.

6.3. Los interiores deben estar localizados en lugares visibles y de fácil acceso.

6.4. Los hidrantes chicos y medianos deben estar colocados de manera que el chiflón de la manguera pueda llegar hasta seis metros de cualquier punto del área que protege y descargar su chorro en el incendio clase “A” y hasta tres metros cuando el incendio sea clase MB” o “C”

6.5. Los hidrantes grandes deben instalarse de tal manera, que el chiflón de la manguera pueda llegar hasta 10 m de cualquier punto el área que protege y descargar su chorro en el incendio cuando sea de clase “A” y hasta tres metros cuando el incendio sea clase ”B” o ”C”.

CIUDAD DE MÉXICO

6.6. En el caso de hidrantes de piso, se permiten mangueras hasta de 45 m de longitud y deben conectarse a tuberías con un diámetro mínimo de 100 mm.

7. En ningún caso el volante de la válvula angular ubicada en el gabinete del hidrante debe quedar a más de 1,60 metros del nivel del piso terminado.

8. Los gabinetes contra incendio deben contar con una chapa que abra por dentro sin necesidad de llave, introduciendo una mano por la ventana protegida con vidrio, el cual debe romperse para abrir la puerta.

9. Las mangueras deben ser de 38 mm de diámetro como mínimo, de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y plegadas de manera que faciliten su uso. Deben estar provistas de chiflones de neblina.

10. Deben instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para mangueras de 38 mm, se exceda la presión de 0,41 MPa(4,2 kgf/cm2).

11. La red de distribución de agua para el sistema contra incendio debe ser calculada para permitir la operación simultánea de cuando menos dos hidrantes por cada 3 000 m2 en cada nivel o zona y garantizar una presión que no puede ser menor de 0,25 MPa (2,5 kgf/cm2) en el punto más desfavorable.

12. De preferencia, ser del tipo de alimentación por presión.

13. Se debe instalar una válvula de retención (check) antes de colocar la toma siamesa, para evitar un posible flujo hacia el carro pipa que llegue a conectarse a esa toma.

14. El Gobierno del Distrito Federal puede autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales en los casos que lo considere necesario.

b. Para las especificaciones y funciones de los tableros de control automático necesarios en el sistema contra incendios, debe considerarse lo establecido en el capitulo 4.01.02.020 Tableros de control del Libro 4.

CIUDAD DE MÉXICO

E.07. Confinamiento del fuego.

a. En las edificaciones de grado de riesgo alto para evitar la propagación del fuego y calor de cualquier zona al resto de la edificación, se debe analizar el grado de riesgo para cada área, edificación, nivel o zona del inmueble y prever que se construyan e instalen las barreras físicas necesarias o las separaciones mínimas del resto de las construcciones, bajo la hipótesis de la ocurrencia de siniestro en cualquiera de ellas, de manera que el fuego pueda ser confinado.

1. Las barreras contra fuego de tipo intumescente y sublimante se pueden emplear en sitios de alto riesgo, como pueden ser las instalaciones industriales que manejan solventes, combustibles explosivos, entre otros, a un espesor mayor que los utilizados normalmente en la construcción de inmuebles de grado de riesgo bajo y medio

2. La aplicación de pinturas ignifugas, auto extinguibles y retardantes de fuego, representa una ventaja momentánea de protección, pero no cumplen con la función de limitar el calentamiento del acero estructura que se produce en el incendio. Este tipo de pinturas se utiliza en la construcción de edificaciones habitacionales, de oficinas, locales comerciales, almacenes bodegas, cocinas, pequeñas instalaciones industriales de grado de riesgo bajo y se aplican a espesores relativamente bajos.

En particular se debe prever en el proyecto lo siguiente:

1. Se debe indicar construir muros resistentes al fuego y puertas corta fuego en el perímetro que confine cada área que determine el estudio.

2. Cuando entre dos zonas contiguas existan ductos, vanos o huecos, debe indicarse su aislamiento, con el material resistente al fuego.

Para todas las edificaciones:

1. Los ductos verticales para instalaciones, excepto las de retorno de aire acondicionado, se deben prolongar y ventilar sobre la azotea más alta. Las puertas o registros en cada nivel deben ser de materiales a prueba de fuego y cerrarse herméticamente.

2. Las chimeneas deben proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un tiro directamente al exterior en la parte superior de la edificación, debiendo instalarse la salida a una altura de 1,50 metros sobre el nivel de la azotea.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Las campanas de estufas o fogones, excepto las domésticas, deben estar equipadas con detectores de fuego.

4. Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los ”elementos decorativos, deben estar a no menos de 60 centímetros de las chimeneas, y en todo caso, dichos materiales deben aislarse por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

5. Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros de chimeneas, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 353 K (80 ° C) deben distar de los elementos estructurales de madera un mínimo de 60 cm

6. Los ductos de retorno de aire acondicionado deben estar protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas de forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 333 K (60 ° C)

7. Los pasos de los ductos de instalaciones en los entrepisos deben sellarse con materiales a prueba de fuego y que sean de fácil remoción para su mantenimiento, para evitar el efecto de tiro, esto también se debe aplicar a los ductos, huecos y vanos no utilizados.

8. En los locales destinados al almacenamiento de líquidos, materias inflamables, explosivos, de maquinaria o equipo susceptible de provocar explosión, deben evitarse acabados inflamables.

9. En caso de falsos plafones, el espacio comprendido entre el plafón y la losa no se debe comunicar directamente con cubos de escaleras o elevadores.

10. Los tiros o tolvas para la conducción de materiales diversos, tales como: ropa, desperdicios o basura, que unan dos o más niveles de una edificación con el nivel más alto, se deben prolongar más de 2 m por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deben ser capaces de evitar el paso del fuego o humo de un piso a otro del edificio y deben construirse con materiales a prueba de fuego.

11. Las casetas de proyección audiovisual o cinematográfica, deben tener su acceso y salida independientes de la sala de exhibición; no deben tener comunicación con ésta; se deben ventilar por medios artificiales y construirse con materiales que cumplan con lo especificado en las Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico y Reglamentos correspondientes.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08. Áreas de resguardo.

Son zonas aisladas del fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático y hermético, que cuentan con las condiciones de ventilación suficiente, natural o artificial que no propicia la propagación de fuego en el resto del edificio, y que permite la supervivencia de sus ocupantes por un período mínimo de tres horas , para grado de riesgo alto y una hora para grado de riesgo medio, deben calcularse en base a la cantidad de personas que se prevea que la requieren, de acuerdo a la ruta de evacuación y deben estar perfectamente señalizadas/quedan prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables y el uso de esos locales como bodegas de cualquier magnitud.

E.09. Dispositivos y elementos para prevenir y combatir incendios.

a. Las edificaciones en función al grado de riesgo, deben contar como mínimo de los dispositivos que se indican más adelante en la Tabla 3.

b. Los elementos de prevención al fuego en una edificación pueden ser entre otros:

1. Muros.- Se permite que en éstos existan secciones de block de vidrio o cualquier otro material (incombustible) resistente al fuego cuando menos por dos horas, y que éstos no excedan de 12,00 m2.

2. Plafones.-Deben construirse junto con sus elementos de sustentación exclusivamente con materiales (incombustibles) cuya resistencia al fuego sea de una hora cuando menos.

3. Acabados.-Éstos deben estar constituidos con materiales que impidan la propagación del fuego, el tiempo necesario para desalojar una superficie determinada.

4. Puertas contra incendio.-Deben instalarse para abrir hacia el exterior de un edificio y así permitir la salida de las personas en caso de siniestro.

c. Los materiales que se consideran incombustibles son, entre otros, los siguientes:

Adobe, tabique, ladrillo, block de cemento, yeso, asbesto, concreto, vidrio y metales.

CIUDAD DE MÉXICO

E.10. En el sistema de protección contra incendios de un edificio, se pueden usar simultáneamente los sistemas descritos en los incisos anteriores E.05 y E.06, si se logran combinar los radios de acción de los extintores y de los hidrantes y el proyectista demuestra que e\M sistema combinado es el más funcional y económico.

E.11. Redes automáticas de rocío (rociadores).

a. Los rociadores se deben instalar únicamente con el objeto de incrementar la seguridad que ofrecen las redes de hidrantes sin que puedan sustituir a estas últimas y deben tener las siguientes características:

1. Tanques o cisternas para almacenar agua en un volumen adicional a la reserva para la red de hidrantes, en función al gasto nominal del 10% del total de los hidrantes instalados en un nivel, que garantice un período mínimo de funcionamiento de una hora.

2. Cuando menos dos bombas automáticas autocebantes, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con la presión nominal de los rociadores en el punto más desfavorable, que pueden ser las mismas del sistema de hidrantes. Se requiere además obligatoriamente de una bomba jockey (para presurización de la línea), que mantenga la presión continua en la red.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 3. Dispositivos para prevenir y combatir incendios.

Dispositivos	Grado de riesgo		
	Bajo	Medio	Alto
Extintores *	Un extintor en cada nivel, excepto en vivienda unifamiliar	Un extintor por cada 300 m2 en cada nivel o zona de riesgo	Un extintor por cada 200 m2 en cada nivel o zona de riesgo
Detectores	Un detector de incendio en cada nivel del tipo detector de humo, excepto en vivienda	Un detector de humo porcada 80 m2 o fracción, o uno por cada vivienda	Un sistema de detección de incendios en la zona de riesgo (un detector de humo por cada 80 m2 o fracción con control central) y detectores de fuego en caso que se manejen gases combustibles. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central
Alarmas	Alarma sonora integrada al detector, excepto en vivienda	Sistema de alarma sonoro con activación automática, excepto en vivienda	Dos sistemas independientes de alarma, uno sonoro y otro visual, activación automática y manual (un dispositivo cada 200 m2) y repetición en control central, excepto en vivienda
Equipos fijos			Red de hidrantes, tomas siamesas y depósito de agua
Señalización de equipos		El equipo y la red contra incendio se deben identificar con color rojo	Señalizar áreas peligrosas, el equipo y la red contra incendio se deben identificar con color rojo; código de color en todas las redes de instalaciones

(*) De acuerdo a lo establecido en la Tabla 2.

3. Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente a la red de rociadores, la red hidráulica contra incendio debe ser de acero soldable o fierro galvanizado cédula 40 y estar pintada de esmalte color rojo.

4. La red debe alimentar líneas de rociadores en cada piso, o zona, que se activen de manera automática e independiente por detectores de temperatura integrados.

5. Deben instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier rociador se exceda la presión de trabajo del los mismos y válvulas normalmente abiertas que permitan el mantenimiento o reposición de rociadores sin suspender el funcionamiento del la red de hidrantes.

6. La red de distribución debe ser calculada para permitir la operación simultánea de al menos 5 rociadores por cada 500 m2 en cada nivel y garantizar una presión mínima de 0,25 MPa (2,5 kgf/cm2) en el punto más desfavorable, sin reducir las condiciones de operación de la red de rociadores. En dicho cálculo se debe incluir además de la presión requerida en el sistema de bombeo, la de los esfuerzos mecánicos que resista la tubería.

7. Las redes de rociadores automáticos deben estar previstas de un sistema de alarmas que permita al personal de vigilancia percatarse del siniestro.

8. Los rociadores no deben instalarse en áreas con riesgo de shock eléctrico, como la cercanía a tableros, motores o cables eléctricos, o en la proximidad a material contraindicado para el uso de agua. El Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones, en su caso, deben vigilar que el funcionamiento automático de estos sistemas, no pongan en riesgo la seguridad física de las personas.

9. Para clase de riesgo bajo, los ramales no deben llevar más de ocho rociadores en cada lado del alimentador secundario.

   9.1. Para clase de riesgo medio, los ramales no deben llevar más de ocho rociadores de cada lado de la tubería secundaria.

   9.2. Para clase de riesgo alto, los ramales no deben llevar más de seis rociadores de cada lado de la tubería secundaria.

10. La distancia mínima entre los deflectores de los rociadores y la parte más alta de almacenamiento debe ser de 91 cm y cuando los almacenamientos sean demasiado altos y existan instalaciones de rociadores intermedios, la distancia entre los deflectores de los rociadores y la parte más alta de almacenamiento debe ser de 46 cm.

CIUDAD DE MÉXICO

11. Distancia entre ramajes y entre rociadores de los ramales.

11.1. Para riesgos* clase bajo.- La distancia máxima permitida entre ramales y los rociadores no debe exceder 4,60 m.

11.2. Para riesgos clase medio.- La distancia máxima permitida entre ramales y los rociadores debe ser de 4,60 m excepto cuando se trate de edificios que se utilicen para almacenar mercancías en estibas altas, en cuyo caso, la distancia máxima permitida entre ramales y los rociadores puede ser de 3,70 m; sin embargo, en claros de 7,60 m de ancho, puede permitirse un espaciamiento de 3,80 m entre líneas o rociadores.

11.3. Para riesgos clase alto.- La distancia máxima permisible entre ramales y rociadores debe ser de 3,70 m.

12. Distancia a los muros.

12.1. La distancia de los muros a los rociadores finales en los ramales, no debe exceder la mitad de la distancia permitida entre rociadores en los ramales.

12.2. La distancia de los muros a los ramales finales no debe exceder la mitad de la distancia permitida entre ramales.

13. Limitaciones del área de protección.

13.1. Riesgos clase bajo.

13.1.1. Bajo construcción de techos planos o bajo vigas o trabes, el área protegida por un rociador no debe exceder de 18,00 m2. Dicha área se permite también bajo plafones combustibles suspendidos, según se describen más adelante, previendo que también exista protección de rociadores sobre los plafones y que el espacio intermedio no se utilice en almacenamientos. Para sistemas diseñados hidráulicamente el límite del área protegida por un rociador puede ser aumentada a 21,0 m2'.

13.1.2. Bajo construcción con vigas de madera el área protegida por un rociador no debe exceder de 12,00 m2.

13.1.3. Para todos los otros tipos de construcción, el área protegida por un rociador no debe exceder de 16,00 m2.

CIUDAD DE MÉXICO

13.2. Riesgos clase medio.

13.2.1. Para todo tipo de construcción, el área protegida por un rociador no debe exceder de 12,00 m2 salvo en edificios utilizados para almacenar mercancías en estibas altas, el área protegida por un rociador no debe exceder de 9,00 m2.

13.3. Riesgos clase alto.

13.3.1. El área protegida por un rociador no debe exceder de 8,00 m2 para cualquier tipo de construcción, excepto en zonas protegidas con rociadores hidráulicamente diseñados, en la cual, el área protegida por un rociador no debe exceder de 9,00 m2.

13.3.2. Las máximas superficies de piso por sistema o por piso en cada alimentador vertical, debe ser como se muestra más adelante en la Tabla 4.

13.3.3. Excepción.-Cuando un mismo sistema alimenta almacenamientos sólidos o en casilleros, tarimas y áreas de riesgo medio, el área máxima para almacenamiento no debe exceder 3 715,00 m2. y el área total protegida no debe ser mayor de 4 830,00 m2.

14. La fuente de agua para el sistema puede ser un tanque subterráneo con doble sistema de bombeo (uno con motor de combustión interna y otro con motor eléctrico); o bien, un tanque elevado.

15. Los volúmenes de agua contra incendio deben ser destinados exclusivamente al uso del sistema de rociadores automáticos e hidrantes.

Toda bomba debe ser capaz de rendir 150% de su capacidad nominal, a un 65% de su presión nominal.

Cuando la bomba suministre agua a un sistema de rociadores automáticos, debe proporcionar su gasto y presión normal para el rociador más desfavorable. Las bombas horizontales no deben ser aceptadas para el sistema contra incendio si tienen carga negativa.

16. La Tabla 5 es una guía general para determinar el volumen de agua y presión mínimos en los sistemas de rociadores automáticos, debiendo aumentarse con las cantidades de agua correspondientes, según el sistema de hidrantes con que se cuenta.

CIUDAD DE MEXICO

17. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de localización de rociadores, tomando en cuenta soluciones de alimentación.

18. En la Figura 2 se muestra una instalación típica de sistema automático de rociadores.

19. Simbología.- La simbología que se recomienda para representar los sistemas contra incendios debe dibujarse sin atender a la escala del plano; excepto en el caso de los depósitos de agua, los que deben indicarse respetando la escala. Los planos maduros para dibujar las instalaciones contra incendio, deben ser de los planos arquitectónicos acotados a fin de que se indiquen con claridad los datos necesarios para el proyecto del sistema contra incendio.

TABLA 4 Superficies máximas en cada alimentador.

Riesgos clase bajo y clase medio	4 830,00 m2.
Almacenamiento de sólidos en exceso de 4,60 m de altura o en casilleros, estibas o tarimas en exceso de 3,65 m de altura.	3 715,00 m2.
Riesgos clase alto.	2 320.00 m2.

TABLA 5 Volumen de agua necesaria y presión mínima en los sistemas de rociadores automáticos.

Clase de Riesgo.	Presión dinámica mínima en el rociador más alto.	Tiempo mínimo de duración en minutos.	Flujo mínimo de agua aceptable en la base del tubo alimentador vertical (litros por minuto).
Bajo.	0,10 MPa (1,05kgf/cm2)	30-60	2 840,00
Medio.	0,14 MPa (1,40kgf/cm2)	60-120	5 680,00
Alto.	El gasto y presión deben ser fijados, para cada riesgo.		Según cálculo hidráulico

E.12. Detectores de incendio,

a. Detectores de humo.

Las edificaciones de grado de riesgo bajo y medio de uso habitacional, deben contar al menos con un detector de este tipo, asociado a una alarma sonora.

Las edificaciones de grado de riesgo alto de uso no habitacional deben contar con un sistema de detección de incendios en cada zona de riesgo aislada, en las cuales se debe colocar como mínimo un detector de este tipo por cada 80,00 m2 de techo, sin obstrucciones entre el contenido del área y el detector, y una separación máxima de 9,00 m entre los centros de detectores.

Estas medidas pueden aumentarse o disminuirse previo estudio que considere la altura del techo o plafón y la velocidad estimada de desarrollo y propagación del fuego.

Se admitirá el uso de detectores de humo que operen bajo los principios de ionización y/o de funcionamiento foto electrónico. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central.

Características de los sistemas de detección de incendios por presencia de humo:

1. Los detectores de humo deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin necesidad de desmontarlo.

2. Para el caso de alto riesgo se deben proyectar, un sistema de alarma visual y un sistema de alarma sonora.

3. Dicho sistema en edificaciones con grado de riesgo alto debe permitir la localización de la señal de alarma por medio de un tablero o monitor en algún módulo de vigilancia.

4. Preferentemente debe funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna y contar con un respaldo de baterías.

5. La canalización eléctrica para el cableado de control debe ser a prueba de explosión.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Sensores o detectores de calor.

Se deben emplear únicamente cuando exista un sistema de aspersión o una red de rociadores y deben actuar de manera automática abriendo una válvula en una línea presurizada.

Para la selección de los detectores de calor se debe realizar un estudio técnico que involucre la altura de montaje del detector, la altura de los techos, la temperatura bajo el techo, la distancia a la fuente de calor y el tipo de fuego donde se establezca el tipo de sensor (rociador) que se requiere en base a la Tabla 6.

Deben cumplir con las siguientes características:

1. Seleccionarse para la presión de trabajo de la red.

2. Contar el sistema con un dispositivo de alarma local y remoto activado por la baja de presión de la red o por el flujo del agua al momento de activarse los rociadores.

c. Detectores para gases de combustión o sensores de flama.

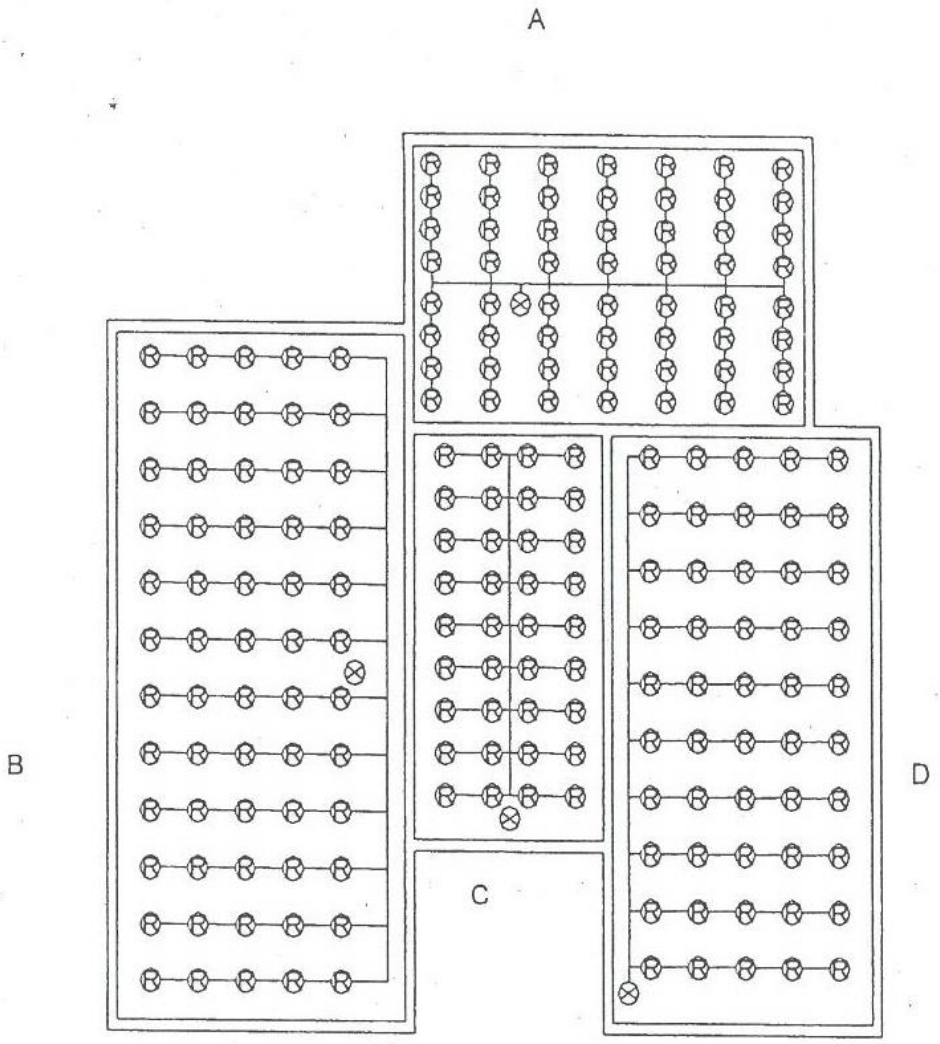
Se deben instalar específicamente en las áreas que se prevea la presencia significativa de fuego (flama directa) debido a procesos químicos o industriales. Para la selección y colocación de los detectores de gases de combustión, detectores de flama y otro tipo de detectores de incendio, se debe realizar un estudio técnico especializado debido a lo complejo de su selección.

TABLA 6 Selección de detectores de calor

Detectores de calor de uso común		
Clasificación de temperatura	Rango de detección K(°C)	Para colocarse en temperatura ambiente máxima bajo techo KCC)
Ordinaria	331 a 352 (58 a 79)	311(38)
Intermedia	353 a 394 (80 a 121)	339(66)
Alta	395 a 435 (122 a 162)	380(107)

d. Sistemas de alarmas

En edificaciones con grado de riesgo bajo y medio de uso no habitacional, se debe contar con un dispositivo sonoro que permita a los ocupantes conocer el estado de alerta debido a una situación de emergencia.



CIUDAD DE MÉXICO

A. Con tubo centradle alimentación
B. Con tubo lateral
C. Con tubo en la cabecera
D. En la esquina

FIGURA 1. Localización de rociadores de acuerdo a su alimentación.

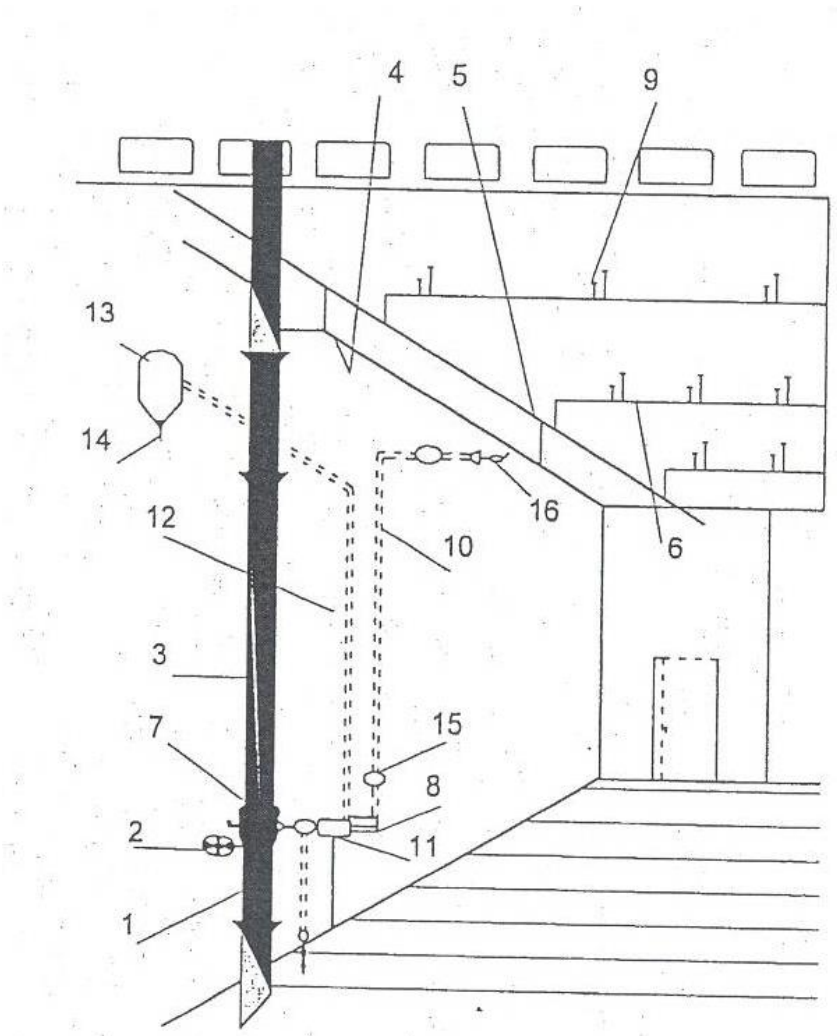


FIGURA 2. Instalación típica de un sistema automático de rociadores.

CIUDAD DE MÉXICO

En edificaciones con grado de riesgo alto de uso no habitacional, se debe contar con dos sistemas, uno sonoro y otro luminoso, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; éstos deben ser activados simultáneamente y cumplir con las Normas y disposiciones aplicables.

Deben estar colocadas en puntos estratégicos que aseguren que todos los concurrentes en el área de influencia del incendio se puedan percatar de la ocurrencia del evento, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación.
En edificaciones con grado de riesgo alto, excepto en instalaciones escolares, mercados populares, estadios abiertos y casos similares debidamente justificados por el Director Responsable de Obra, el sistema de alarmas debe contar con:

1. Un local de control central o módulo de vigilancia que permita a los encargados conocer una situación de emergencia y su localización precisa dentro de la edificación.

2. Adicionalmente a los sistemas de alarmas de activación automática asociados a detectores, deben contar con los sistemas de activación manual; es decir, dispositivos activadores locales, colocados estratégicamente en las zonas de riesgo a fin de que los usuarios puedan activarlos directamente.

3. Los dispositivos manuales activadores de estos sistemas se deben localizar uno por cada doscientos metros cuadrados en lugares visibles, en las áreas de trabajo de concentración de personas y en los locales de permanencias de vigilancia del edificio.

4. Los locales de control central o módulo de vigilancia, deben estar localizados estratégicamente de manera que exista la posibilidad de establecer contacto visual directo o a través de circuito cerrado de televisión con las áreas en que se desarrolle el incendio, o de acudir a ellas directamente en un máximo de tres minutos, contar con los equipos necesarios y suficientes de comunicación con el exterior, alumbrado con fuente autónoma de energía y estar equipadas con barreras cortafuego.

5. El equipo de control debe contar con alarma sonora y luminosa local.

CIUDAD DE MÉXICO

E.13. Salidas de emergencia.- Las salidas dé emergencia deben proyectarse en número y tamaño suficiente, distribuidas de una manera racional, detectando los lugares y las fuentes o causas que puedan provocar un incendio, prediciendo el curso que pueda tomar el desarrollo del mismo y en particular las rutas que el humo y los gases calientes puedan seguir; y tomando en consideración el pánico, debe indicarse en forma clara y distintiva la ruta de escape.

Las salidas de emergencia deben permanecer sin alguna obstrucción y sin cerraduras o candados que puedan bloquear la salida (a excepción de los edificios penales o de enfermos mentales, donde debe existir vigilancia constante).

CIUDAD DE MÉXICO

Instalación típica de un sistema automático de rociadores. Ver figura 2.		
Componentes		Funcionamiento
1	Tubería principal	1. El calor del incendio funde el fusible en el rociador. El fusible se funde a una temperatura fija determinada según las condiciones del riesgo.
2	Válvula de compuerta de vástago saliente (o válvula con poste indicador en el exterior).	
3	Tubo de alimentación vertical.	
4	Tubería de matriz	
5	Tubería secundaria	2. El agua contenida a presión en los tubos de descarga a través del rociador en que se fundió el fusible.
6	Ramales.	
7	Válvula de alarma automática de incendio.	3. La circulación del agua abre automáticamente la válvula de alarma en la base del tubo de alimentación vertical.
8	Cámara de retardo.	
9	Rociadores tipo fusible.	
10	Sistema hidráulico de alarma.	
11	Válvula piloto.	4. Funcionan las alarmas de incendio, auditivas o visuales.
12	Tubería de alimentación.	
13	Motor hidráulico.	
14	Campana de alarma.	5. El agua que descarga el rociador extingue el fuego.
15	Interruptor de presión (alarma opcional).	
16	Circuitos a las alarmas o controles.	

CIUDAD DE MÉXICO

El número de salidas de emergencia con que se debe dotar las edificaciones se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Número de salidas por ocupantes en los inmuebles.

Capacidad por ocupantes por local o por piso.	Número de salidas
1 a 60	1
61 a 600	2
601 a 1 000	3
1 001 a 1 400	4

El número de ocupantes que se señala en la tabla anterior corresponde al número máximo de personas que pueden estar en el edificio a cualquier hora.

E.14. Escaleras de escape.

a. Deben construirse con materiales incombustibles, teniendo un vestíbulo de acceso ventilado al exterior, cuya área no sea menor de 3,00 m2.

b. El tamaño mínimo de la huella debe ser de 25 cm.

c. El ancho mínimo libre de la rampa de escaleras debe ser de 1,20 m y estar limitada por muros protectores o por barandales que impidan la salida de un menor de edad, con altura mínima de un metro.

d. En edificios con más de cinco niveles, las escaleras que no sean exteriores o abiertas, deben aislarse de los pisos a los que sirvan por medio de vestíbulos con puertas contra incendio.

e. Las escaleras en cada nivel deben estar ventiladas permanentemente por medio de cubos de luz, vanos o ventanas, cuya superficie no debe ser menor del 10% de la planta del cubo de la escalera.

f. Cuando las escaleras se encuentren en cubos cerrados, debe construirse adosado a ellos, un ducto de extracción de humos, cuya área en planta sea proporcional a la del cubo de la escalera y que sobresalga del nivel de azotea 1,50 m como mínimo. Este ducto se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{hs}{200}$$

En donde:

A = Área, en planta del ducto, en metros cuadrados.
h = Altura del edificio, en metros.
s = Área en planta del cubo de la escalera, en metros cuadrados.

En este caso, el cubo de la escalera no debe estar ventilado al exterior en su parte superior para evitar que funcione como chimenea; sin embargo, puede comunicarse con la azotea por medio de una puerta que cierre herméticamente en forma automática y abra hacia afuera, la cual no debe tener cerradura de llave. La ventilación de estos cubos debe hacerse por medio de vanos en cada nivel, con persianas fijas inclinadas con pendiente ascendente hacía los ductos de extracción, cuya superficie no debe ser menor del 5% ni mayor del 8% de la planta del cubo de la escalera.

CIUDAD DE MÉXICO

E.15. Puertas de emergencia y contra incendio.- Las puertas de emergencia y contra incendio deben satisfacer los siguientes requisitos:

a. Ser siempre abatibles hacia el exterior sin que sus hojas obstruyan pasillos o escaleras.

b. El claro que dejen libre las puertas al abatirse, no debe ser en ningún caso menor que la anchura mínima de las salidas de emergencia.

c. Deben contar con dispositivos que permitan su apertura con el simple empuje de los concurrentes y su cierre debe ser automático.

d. Cuando comuniquen con escaleras, entre la puerta y el desnivel inmediato, debe haber un descanso con una longitud mínima de 1,20 m.

e. Los accesos a escaleras o salidas generales, debe especificarse que los materiales deben ser con materiales a prueba de fuego y en ningún caso su ancho libre debe ser inferior a 0,90 m, ni su altura menor de 2,00 m.

f. Las dimensiones mínimas de las puertas contra incendio en función del número de personas que ocupen las áreas por servir se indican en la Tabla 8.

TABLA 8 Dimensionamiento de puertas para servicio contra incendio

Local con número de personas	Ancho de las puertas
1 a 25	0,90 m
25 a 50	1,00 m
100 a 500	1,20 m

g. Las puertas contra incendio deben tener una superficie y un lado mayor máximo, en función de las características del material con que se fabriquen de acuerdo con la Tabla 9.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 9. Características de las puertas contra incendio

Tipo	Descripción	Superficie máxima	Dimensión máxima del lado mayor (m)
1	Puerta de madera de 5 cm de espesor, recubierta con hojalata o lámina calibre 30 en todas sus caras y cantos.	12	3,60
2	Puerta de lámina calibre 20 o mayor de doble forro, con refuerzos de fierro estructural en su interior.	6	1,80
3	Puerta de lámina calibre 12 o mayor, sobre marcos de ángulo de 51x51x6 mm.	12	.
4	Puerta de lámina calibre 20 o mayor de doble forro con refuerzos de fierro estructural y aislante en su interior de lana mineral y cemento libre de asbesto.		3,60
5	Cortina metálica articulada, de lámina calibre 20 o mayor, sujeta al marco, sin abertura en la parte superior.		

Estas puertas (excepto las cortinas articuladas) deben instalarse en tal forma que la separación entre ellas y el claro que cierran sea el mínimo posible, pero se deben traslapar por lo menos 8 cm los límites del claro. Para lograr esto, es requisito que se coloque en cada claro un marco formado por ángulo de fierro de 76 x 76 x 6,3 mm, sujeto al muro tanto en los lados como en la parte superior.

CIUDAD DE MÉXICO

h. El umbral de la puerta debe ser metálico, hecho por una placa de fierro con objeto de que la puerta se apoye en él cuando esté cerrada, recomendándose que el umbral esté 5 cm más alto que los pisos contiguos.

i. En caso de naves industriales, se recomienda que las puertas sean corredizas, montadas sobre un riel inclinado que facilite su operación al cerrarlas; también se recomienda el uso de contrapesos que operen libremente, y/o de fusibles que automaticen la operación de la puerta.

j. Cuando sea necesario, se deben instalar mirillas hechas de cristal alambrado de 20 x 20 cm. Las puertas y cortinas cuyos tipos se describieron anteriormente, se muestran gráficamente en las Figuras 3 y 4.

E.16. Inducción del fuego.- A fin de dotar a las edificaciones de un nivel de elementos que coadyuven a la inducción del fuego mediante áreas de ventilación que lo encaucen y por lo tanto faciliten el combate del incendio o retarden su propagación, se deben tener en consideración las siguientes recomendaciones:

a. Proyectar ventilas en la parte superior de los muros, ya que éstas reducen el espesor de las capas de aire caliente, manteniendo la atmósfera fresca y limpia.

b. Donde sea posible se deben proyectar ventilas de techo, las cuales deben estar controladas automáticamente, mediante fusibles.

c. La colocación de pantallas de materiales incendiables colgadas de los techos hasta una altura conveniente para no entorpecer la circulación, seccionando el edificio.

d. El área de penetración de aire exterior al edificio debe ser igual o ligeramente mayor que el área de ventilas. En la práctica esto se consigue a través de puertas, ventanas y otro tipo de aberturas.

e. El área para ventilación se debe cubrir con el mayor número posible de ventilas.

f. En los edificios con techumbre inclinada es recomendable dividir el área de piso por medio de canceles colocados bajo las pantallas de techo o' bajo los canalones de drenaje pluvial, para reducir el esparcimiento del fuego al nivel del piso.

En la Figura 5 se muestran algunas soluciones para la ventilación del fuego.

E.17. Resistencia al fuego.- Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, en función del grado de riesgo, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1 200 K (927 ° C) durante el tiempo mínimo que establece la Tabla 9 y de conformidad con la Norma NMX-C 307 "Industria de la Construcción. Edificaciones. Componentes. Resistencia al Fuego. Determinación".

CIUDAD DE MÉXICO

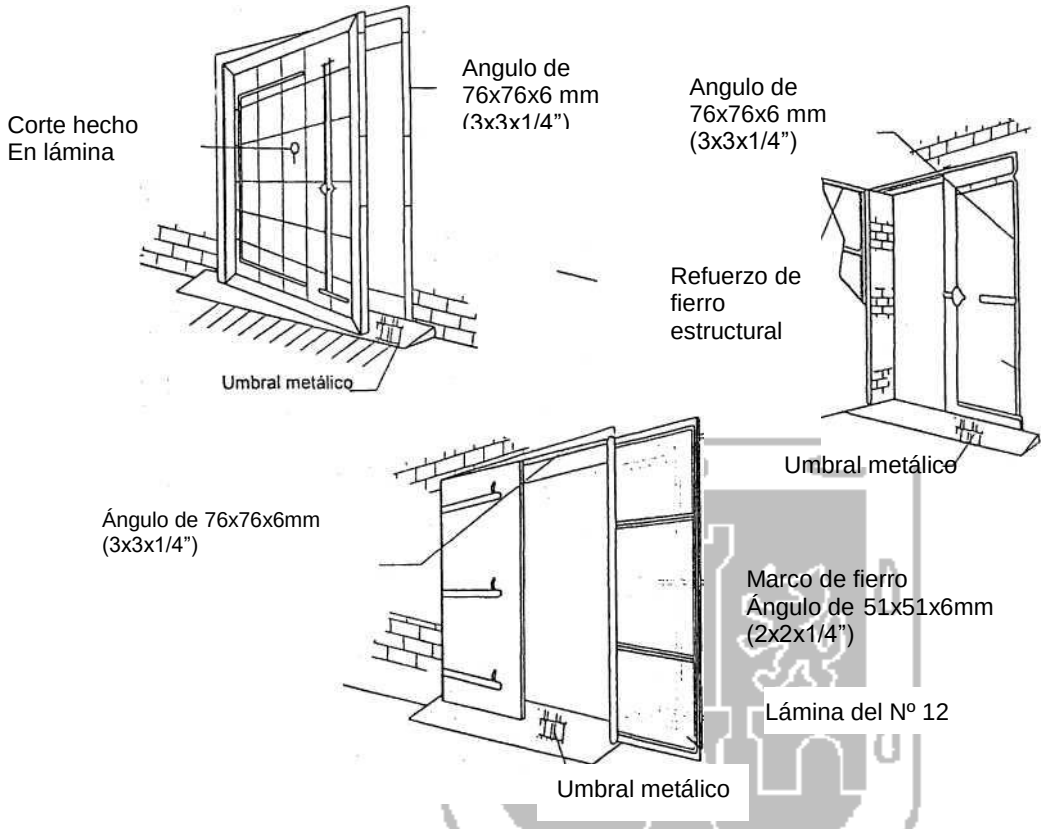
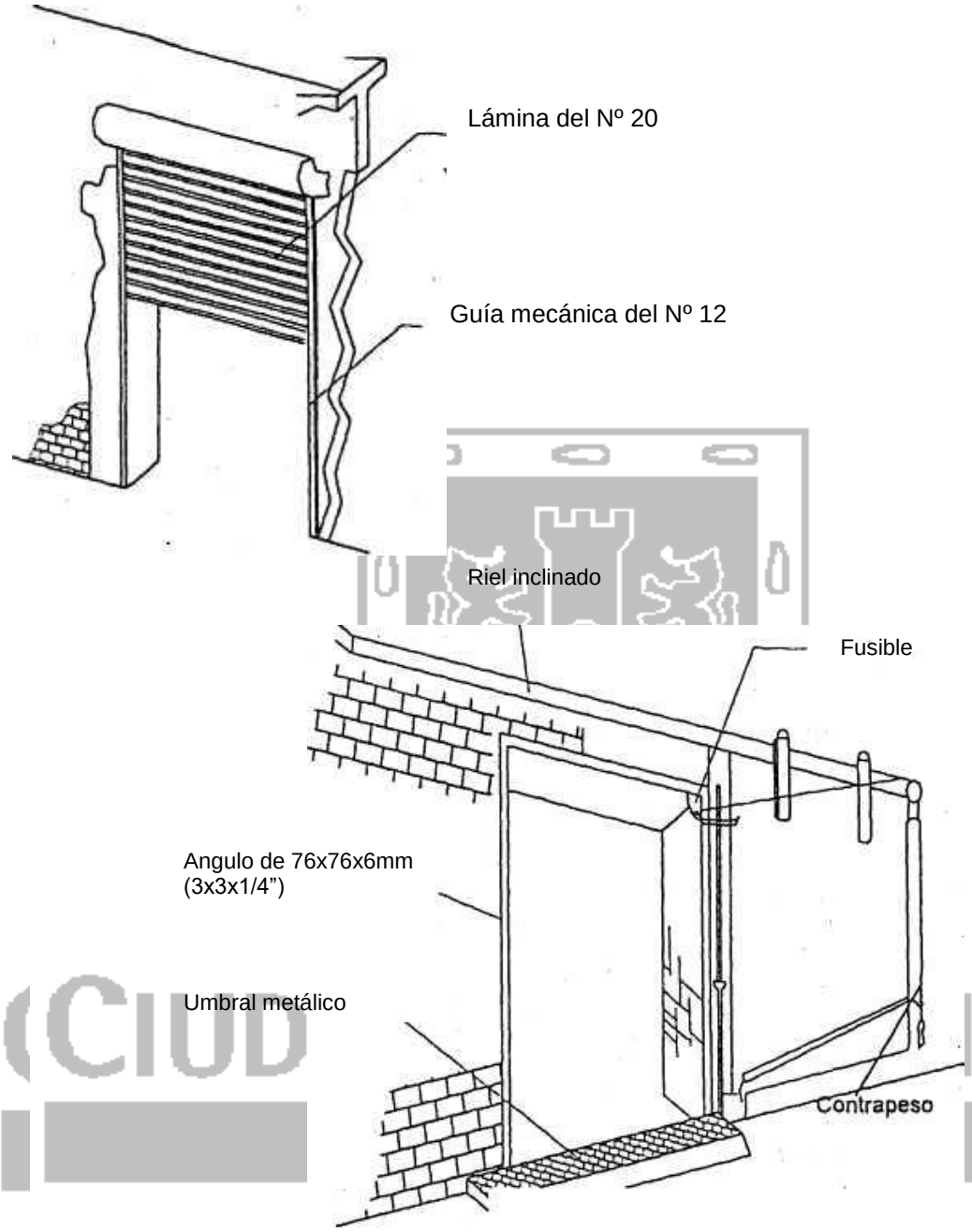


FIGURA 3. Puertas contra incendio.

CIUDAD DE MÉXICO



PUERTA TÍPICA CON CONTRAPESO

FIGURA 4. Puertas contra incendio

Tabla 10. Resistencia mínima al fuego de elementos constructivos, acabados y accesorios.

Grupo de elementos	Resistencia mínima al fuego (en minutos)		
	Edificaciones de riesgo bajo	Edificaciones de riesgo medio	Edificaciones de riesgo alto
Elementos estructurales (Muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, trabes, arcos, entrepisos, cubiertas)	60	120	180
Escaleras y rampas	60	120	180
Puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores.	60	120	180
Puertas de intercomunicación, muros divisorios y canceles de piso a techo o plafón fijados a la estructura	60	60	120
Plafones y sus sistemas de sustentación		30	30
Recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en locales donde se concentren más de 50 personas	60	120	120
Elementos decorativos	-	30	30
Acabados ornamentales, tapicería, cortinajes y elementos textiles incorporados a la edificación.	-	30	30
Campanas y hogares de fogones y chimeneas	180	180	180
Ductos de instalaciones de aire acondicionado y los elementos que lo sustentan.	120	120	120
Divisiones interiores que no lleguen al techo	30	30	30
Pisos falsos para alojar ductos y cableados	60	60	60

a. Los elementos estructurales de acero de las edificaciones en las áreas o zonas de un inmueble con grado de riesgo alto, deben protegerse con placas o recubrimientos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en la Tabla 10.

b. Los elementos estructurales de madera en las edificaciones, para cualquier grado de riesgo, deben protegerse por medio de un tratamiento por inmersión o desde su proceso de fabricación para cumplir con los tiempos de resistencia al fuego, en caso contrario pueden protegerse con placas o recubrimientos y refuerzos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en la tabla anterior.

c. Los productos ignifugantes para retardar la propagación de la llama y su incandescencia posterior en tejidos textiles deben garantizar los tiempos de resistencia al fuego directo que se señalan en la Tabla 8. Las características de los acabados, recubrimientos y elementos de ornato fijos a base de textiles, plásticos y madera deben ser autorizados por el Director Responsable de Obra en la memoria técnica.

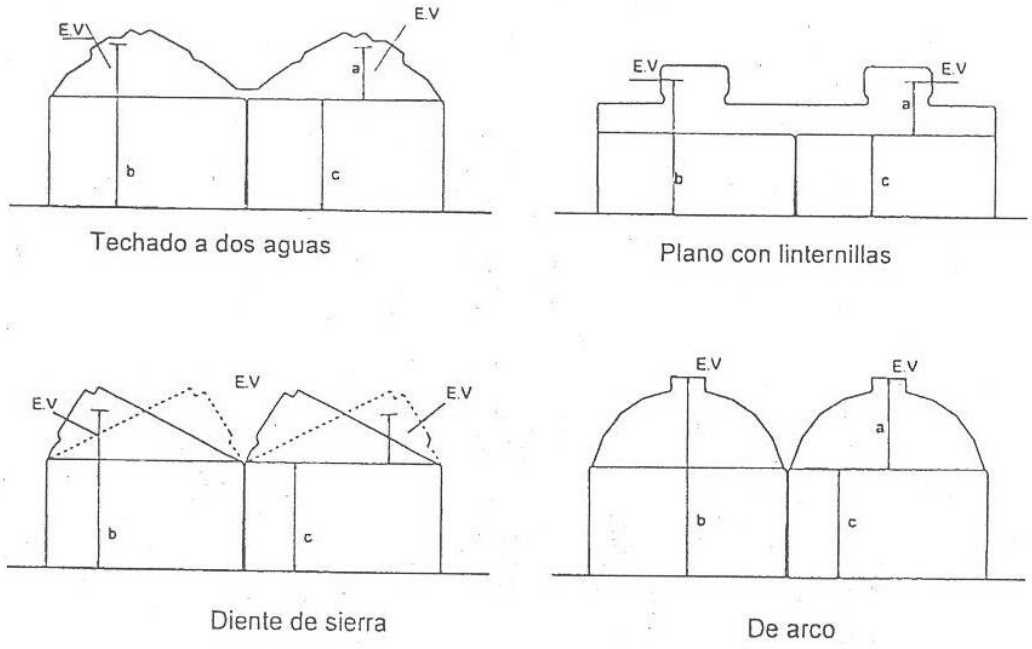
d. Los plafones y recubrimientos térmicos o mecánicos de los ductos de aire acondicionado y de las tuberías de cualquier tipo, se deben construir exclusivamente con elementos que no generen gases tóxicos o explosivos en su combustión.

e. En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, bodegas y espacios o áreas de circulación restringida de personas como son los locales técnicos, bóvedas de seguridad, casas de bombas, subestaciones o cuartos de tableros, quedan prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables.

f. Para determinar o evaluar la capacidad de resistencia al fuego de un material, de un producto, o de la aplicación de un producto sobre un material, se deben aplicar los métodos y procedimientos de prueba que establece la Norma Mexicana NMX-C-307 indicada en la cláusula B de Referencias.

Algunos ejemplos de protección de losas de entrepiso se muestran en la Figura 6.

CIUDAD DE MÉXICO



a = Profundidad efectiva para canceles de techo.

b = Altura de la ventanilla.

c = Altura de los canceles de techo.

E.V.= Eje de ventilación.

CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 5. Formas típicas de techos para el encauzamiento del fuego.

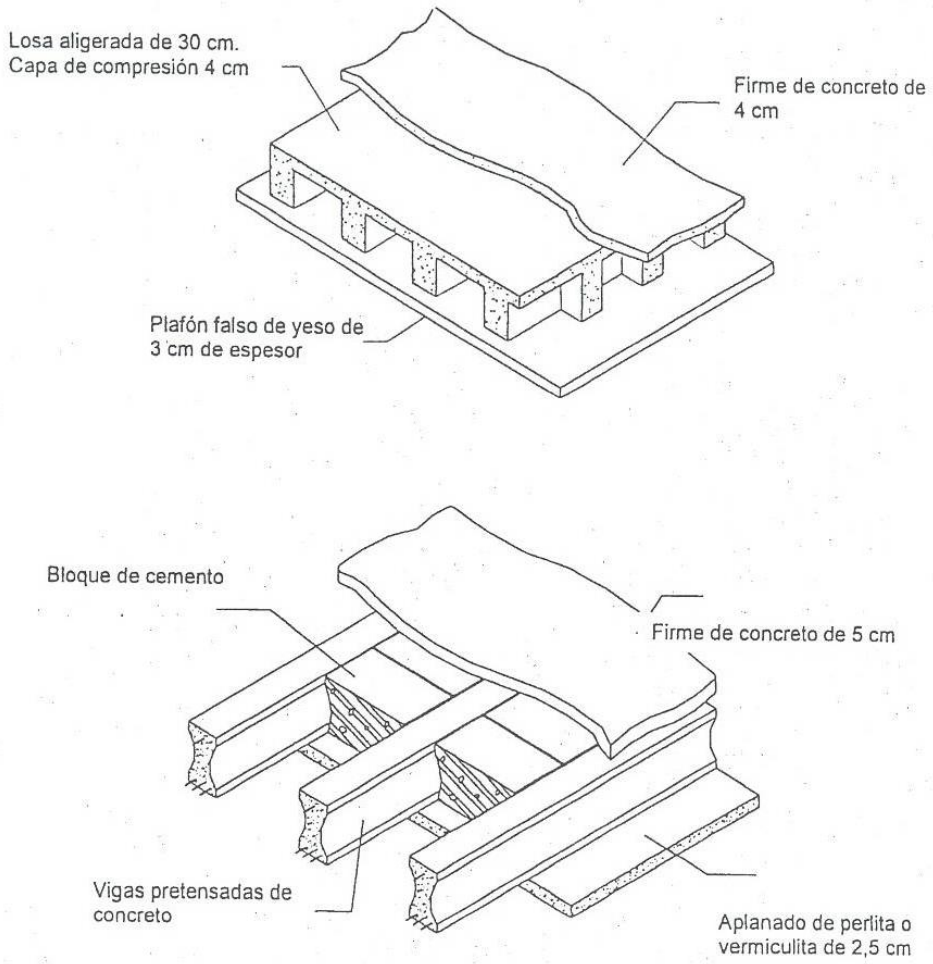


FIGURA 6. Losas de entrepiso con resistencia al fuego de 3 horas.

En la Figura. 7 se muestran algunas soluciones para proteger a las estructuras de acero contra el fuego, empleando recubrimientos a base de lana mineral y cemento libre de asbesto, vermiculita o materiales semejantes sobre metal desplegado.

1. El material de recubrimiento y protección debe envolver a columnas y trabes en forma de cajón o enclaustramiento, dejando un espacio de aire libre o rellenándolo con lana mineral entre la sección del elemento estructural y el material de protección.

2. Se recomienda el empleo de mezclas a base de materiales ligeros, como lana mineral libre de asbesto, piedra pómez, perlita, vermiculita o productos semejantes con cemento o yeso; los cuales pueden ser aplicados mediante rociado.

3. La elaboración del proyecto del sistema contra incendio debe ser coordinada con la participación de los proyectistas estructurales y de las demás instalaciones de la edificación, para la localización de alimentaciones y salidas (conductos, hidrantes, rociadores y válvulas).

E.18. Resistencia al fuego.- La resistencia al fuego de materiales combustibles y elementos estructurales de una edificación (entrepisos, trabes, columnas, muros que soportan carga y los que no lo hacen), debe ser evaluada con dos pruebas diferentes:

a. Velocidad de propagación de la flama y la emisión de humos en materiales de la combustión, determinada con la prueba satisfactoria realizada en un laboratorio acreditado de acuerdo a las indicaciones de la Norma Mexicana NMX C 294" Determinación de las características del quemado superficial de los materiales de construcción ", homologada de la Norma ASTM E 84.

Los resultados de la Norma NMX C 294 se deben reportar con valores de 0 a 100 y de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. Clase A.- Valor de la prueba 0 a 25 incombustible.
2. Clase B.- Valor de prueba mayor a 25 combustible.

De preferencia, sólo se deben utilizar materiales con una clasificación Á en los inmuebles, para evitar la propagación de la flama en los materiales combustibles.

CIUDAD DE MÉXICO

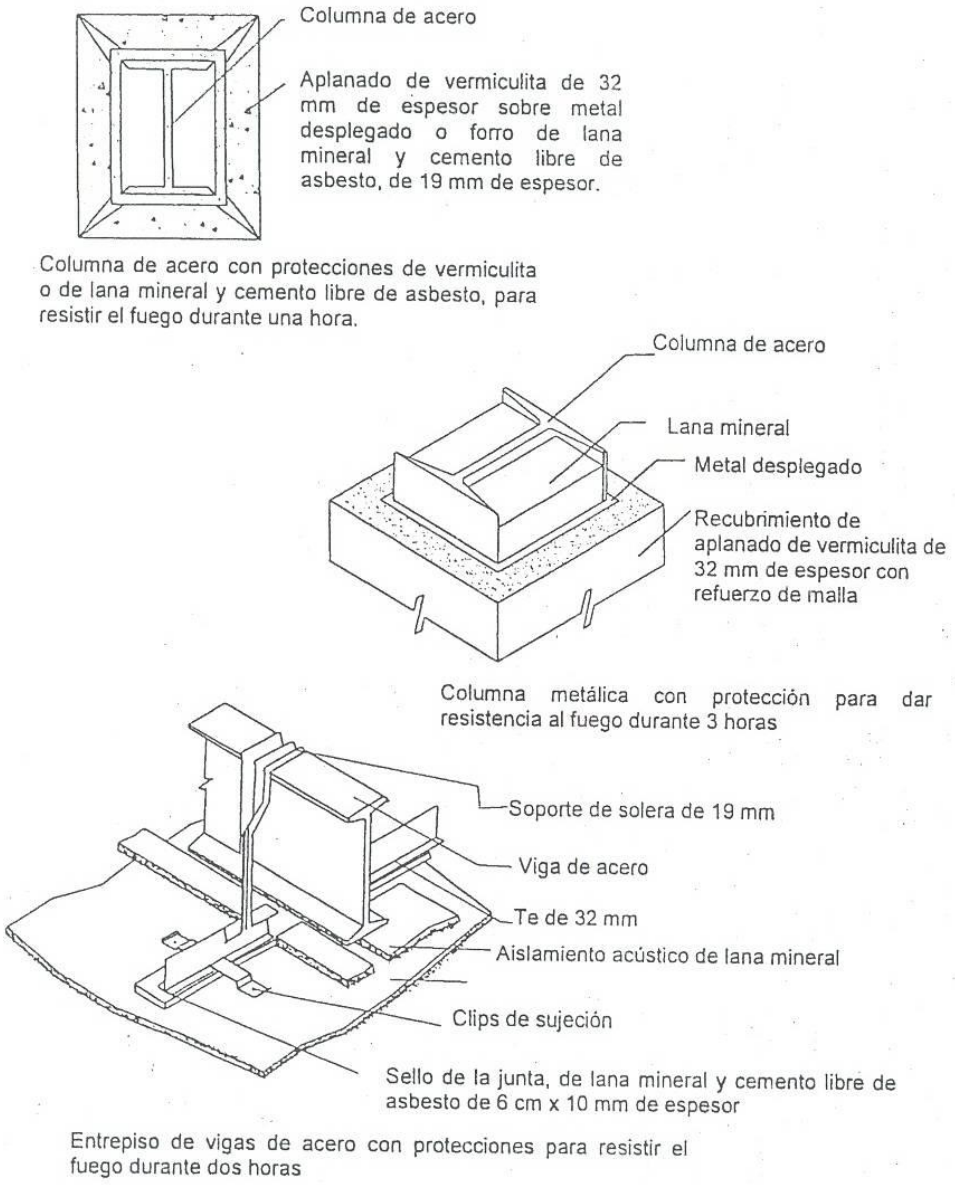


FIGURA 7. Protecciones en estructuras de acero.

b. Resistencia estructural de los componentes de la construcción (entrepisos, trabes, columnas, muros que soportan carga y los que no lo hacen), determinada con pruebas satisfactorias realizadas en un laboratorio acreditado de acuerdo a las indicaciones de la Norma Mexicana NMX C 307" Edificaciones, Componentes de la Construcción, Resistencia al Fuego, Determinación." Homologada de la Norma ASTM E 119.

La resistencia estructural durante un incendio de los componentes de la construcción señalados previamente, debe determinarse en un laboratorio acreditado, aplicándoles a los mismos las siguientes cargas, de acuerdo a lo señalado en la Norma Mexicana NMX C 307

1. Carga muerta.
2. Carga viva.
3. Carga accidental del incendio.

Sólo existe una condición mínima que se debe satisfacer para establecer la resistencia de un elemento estructural en un incendio, y es que no falle bajo la carga de trabajo durante el tiempo especificado.

Los resultados de la Norma NMX C 307 deben ser reportados en horas de resistencia del componente estructural probado.

Para los efectos de esta Norma, se deben utilizar los tiempos de resistencia que se especifican en este capitulo de acuerdo al tipo de inmueble y su uso.

Los elementos estructurales aprobados en la Norma Mexicana NMX C 307 están publicados en los directorios de resistencia al fuego, editados por los laboratorios acreditados ante la Dirección General de Normas de la Secretaria de Economía para realizar la prueba de la Norma NMX C 307 o su equivalente extranjera ASTM E 119. Estos directorios se publican anualmente, y se debe utilizar el más reciente para determinar los sistemas constructivos a proteger del proyecto.

La Tabla 11 sintetiza los sistemas y productos que se pueden utilizar para brindar la estabilidad estructural durante un incendio en los elementos estructurales según su tipo.

c. Sellos corta fuego en las aperturas de entrepisos y muros para evitar el paso de flamas, humo y calor, utilizando sistemas corta fuego y productos que hayan sido probados satisfactoriamente en un laboratorio acreditado con la Norma ASTM E 814" Fire Tests of Through Penetration Firestops."

CIUDAD DE MEXICO

Un sistema cortafuego consta de un conjunto de materiales que se utilizan en un muro o un entrepiso, para proteger dispositivos, cables, ductos, charolas, tubos, entre otros, que penetran por la abertura de muros o canceles y para prevenir la propagación del incendio a otras áreas, la prueba básica empleada para investigar la calidad de estos materiales corta fuego es la establecida en la prueba ASTM E 814" Fire Tests of Through Penetration Firestopsu Esta prueba define los criterios para establecer la resistencia en horas. Estas resistencias las clasifica en tipos F.T y L, como se indica a continuación:

1.	Resistencia "F"	Inhibe el paso de las flamas Resiste la prueba del chorro de agua
2.	Resistencia "T"	Inhibe el paso de las flamas Resiste la prueba del chorro de agua Requiere que la temperatura máxima del lado no expuesto de la superficie del muro o del entrepiso no exceda 454 K(181 °C)
3.	Resistencia "L"	Determina la cantidad de aire fugado con el objeto de restringir el movimiento del humo.
4.	Prueba del chorro de agua	Probar el ejemplar de la prueba y el ensamble a una exposición de fuego de la mitad de la resistencia UF" deseada, y probarlo de los efectos de impacto, erosión y efectos de enfriamiento del agua. No debe presentarse ninguna apertura que permita el paso de agua a través del ejemplar de la prueba para que sea satisfactoria

De preferencia, la resistencia del sistema cortafuego debe ser mínimo del tipo "F" y tener el mismo tiempo de resistencia del elemento constructivo al que se aplique (entrepisos y muros).

d. Sellos cortafuego en juntas, muro a muro, entrepisos y otras juntas lineales, utilizando sistemas y productos probados satisfactoriamente en un laboratorio acreditado con la Norma ASTM UL 2079 "Tests for Fire Resístanse of Building Joint Sistems" para permitir el movimiento típico de estas juntas y evitar el paso de flamas, humo y calor por las mismas.

CIUDAD DE MÉXICO

El sistema de juntas de una edificación específica consiste de un muro adyacente y/o entrepisos y los materiales para prevenir la propagación del fuego a través de la apertura lineal entre estas paredes y/o entrepisos.

La especificación básica para conocer los tipos de productos en esta categoría es el U L 2079. Ésta prueba agrega movimiento al ensamble de la junta previo a la prueba de fuego, que permite la evaluación de las propiedades de adherencia y cohesión del sistema cortafuego. Esta prueba puede ser de una particular importancia cuando se anticipen movimientos.

La especificación U L 2079 define cuatro tipos de sistemas de juntas para los cuales se puede brindar una resistencia del ensamble constructivo y una resistencia opcional tipo L (fuga de aire), como se describe a continuación:

1.F.F.- piso a piso
W. W.- muro a muro
F:W\- piso a muro
H.W.- boquilla superior del muro

Todos los elementos estructurales y productos ignífugos (barreras, sellos, pinturas, entre otros), deben haber sido probados satisfactoriamente en un laboratorio acreditado U L, con la Norma Mexicana NMX C 307 " Edificaciones. Componentes. Resistencia al Fuego. Determinación".

e. Resistencia al fuego de estructuras metálicas.- Los edificios diseñados con elementos estructurales metálicos deben protegerse para evitar la exposición directa del fuego y el incremento de la temperatura provocada por el mismo, ya que tienen la desventaja de que cuando se someten a las temperaturas y flujos de calor que ordinariamente ocasiona un incendio, pierden rápidamente su resistencia y resultan incapaces de resistir las cargas que soportan, produciéndose el colapso.

Tiempos de resistencia al fuego:

De acuerdo al tipo de construcción, en la Tabla 11 se presenta el tiempo en horas de resistencia al fuego que deben cumplir los inmuebles metálicos:

f. La elaboración del proyecto de extinción contra incendios, el proyecto de estabilidad estructural contra incendio en edificaciones metálicas, los sellos cortafuego en las aberturas de muros y entrepisos, así como las juntas cortafuego del inmueble, debe ser coordinado con la participación de los proyectistas de estructuras y los proyectistas de las instalaciones de la edificación, para optimizar la localización de alimentaciones y salidas, diseños de protección contra el fuego apropiados, para mantener cada elemento del inmueble en condiciones aceptables de servicio.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 11. Tiempo en hora de resistencia al fuego que deben cumplir los inmuebles de estructura metálica.

Elementos estructurales del inmueble	* Tipo I		** Tipo II		
	433	332	222	111	000
	Horas				
Muros exteriores de carga					
Soportando mas de un piso, columnas y otros muros de carga:	4	3	2	1	0
Soportando un solo piso:	4	3	2	1	0
Soportando un techo:	4	3	1	1	0
Muros interiores de carga					
Soportando mas de un piso, columnas y otros muros de carga:	4	3	2	1	0
Soportando un solo piso:	4	3	2	1	0
Soportando un techo:	4	2	1	1	0
Columnas:					
Soportando mas de un piso, columnas y otros muros de carga:	4	3	2	1	0
Soportando un solo piso:	4	2	2	1	0
Soportando un techo:	4	2	1	1	0
Trabes, vigas, armaduras y arcos					
Soportando mas de un piso, columnas y otros muros de carga:	4	3	2	1	0
Soportando un solo piso:	4	2	2	1	0
Soportando un techo:	4	2	1	1	0
Entrepisos	3	2	2	1	0
Techos	2	1 ½	1	1	0
Muros exteriores sin carga	0	0	0	0	0

CIUDAD DE MÉXICO

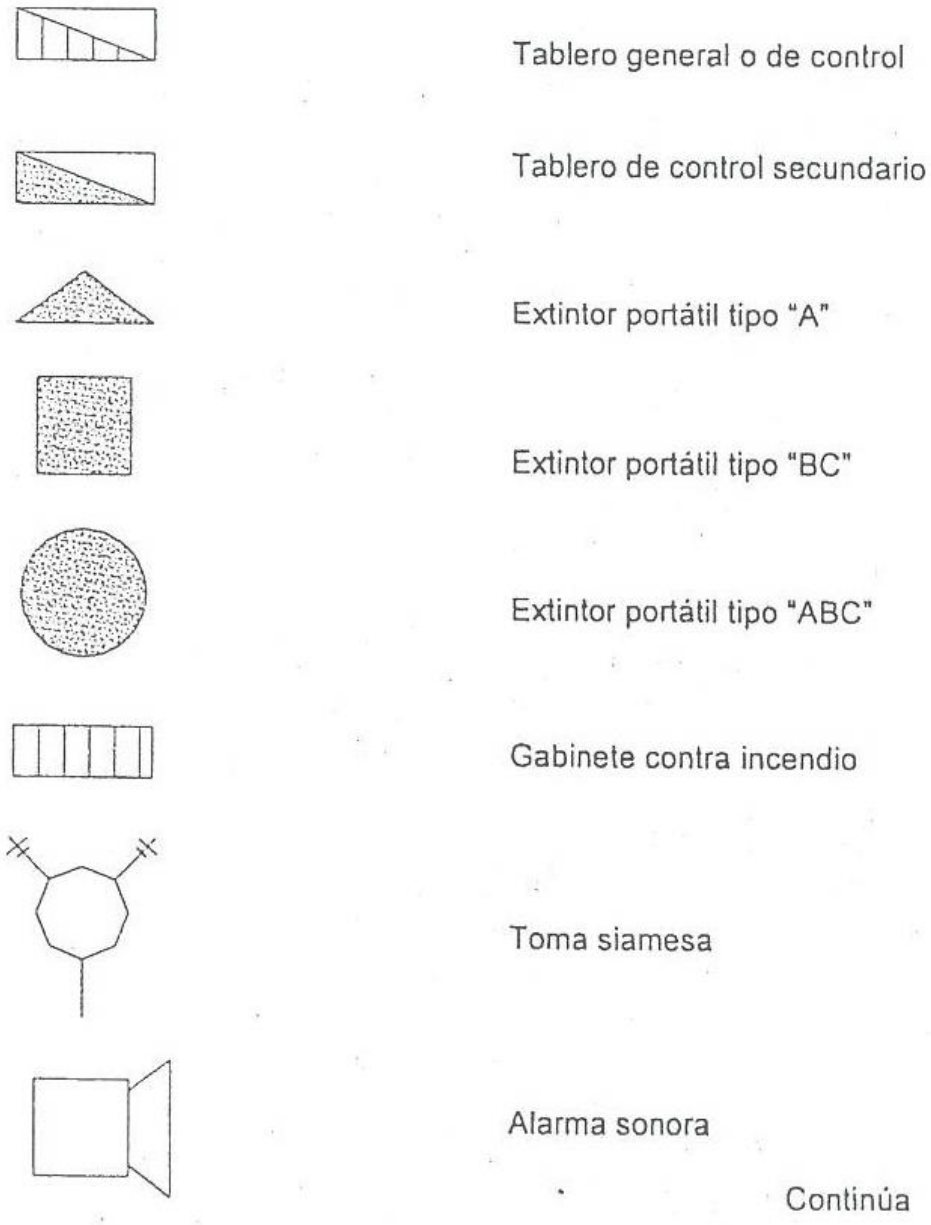
* Construcción Tipo I: Edificio de acero con entrepisos de concreto losacero u otro sistema.

443.- Más de 25 metros de altura.
332.- Hasta 25 metros de altura.

** Construcción Tipo II: Inmueble construido únicamente con acero.

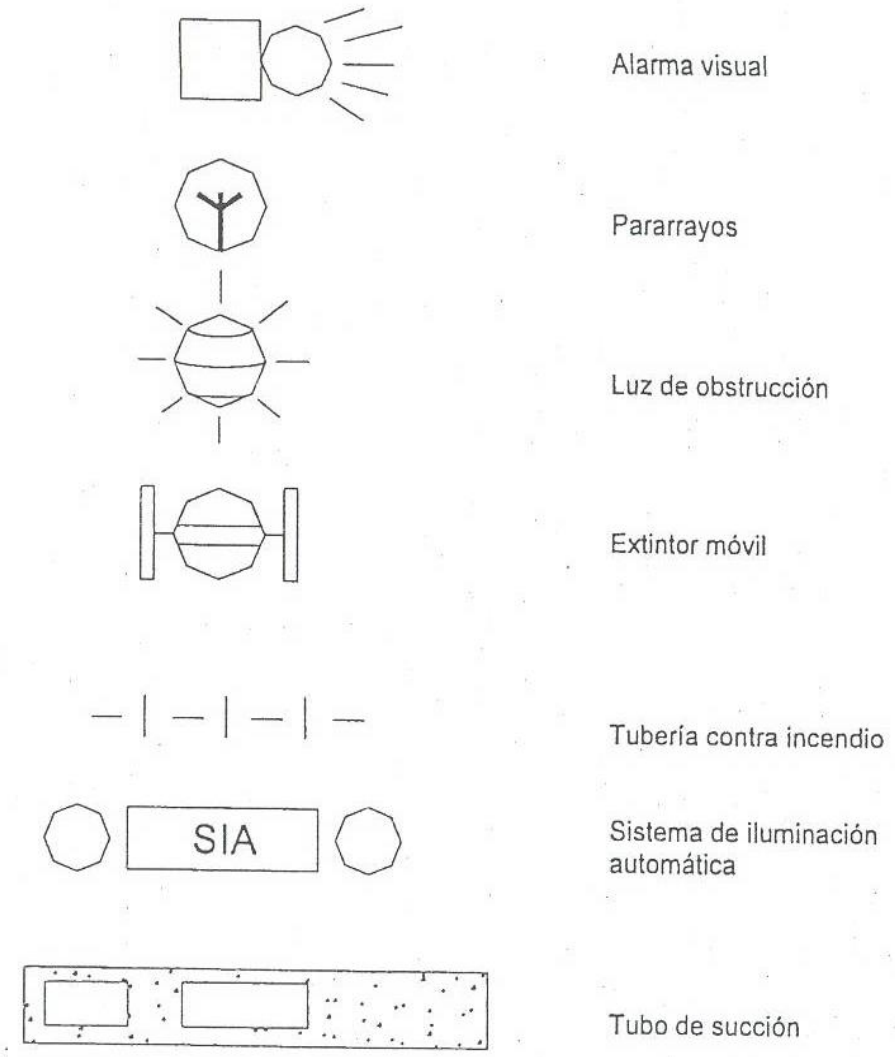
222.- Bodegas.
111.- Tiendas comerciales
000.- Sin protección, únicamente en aquellos inmuebles que por escrito autorice el Gobierno del Distrito Federal.

E 19. Para la representación gráfica de las instalaciones y sistemas contra incendios en general se debe emplear la siguiente simbología:



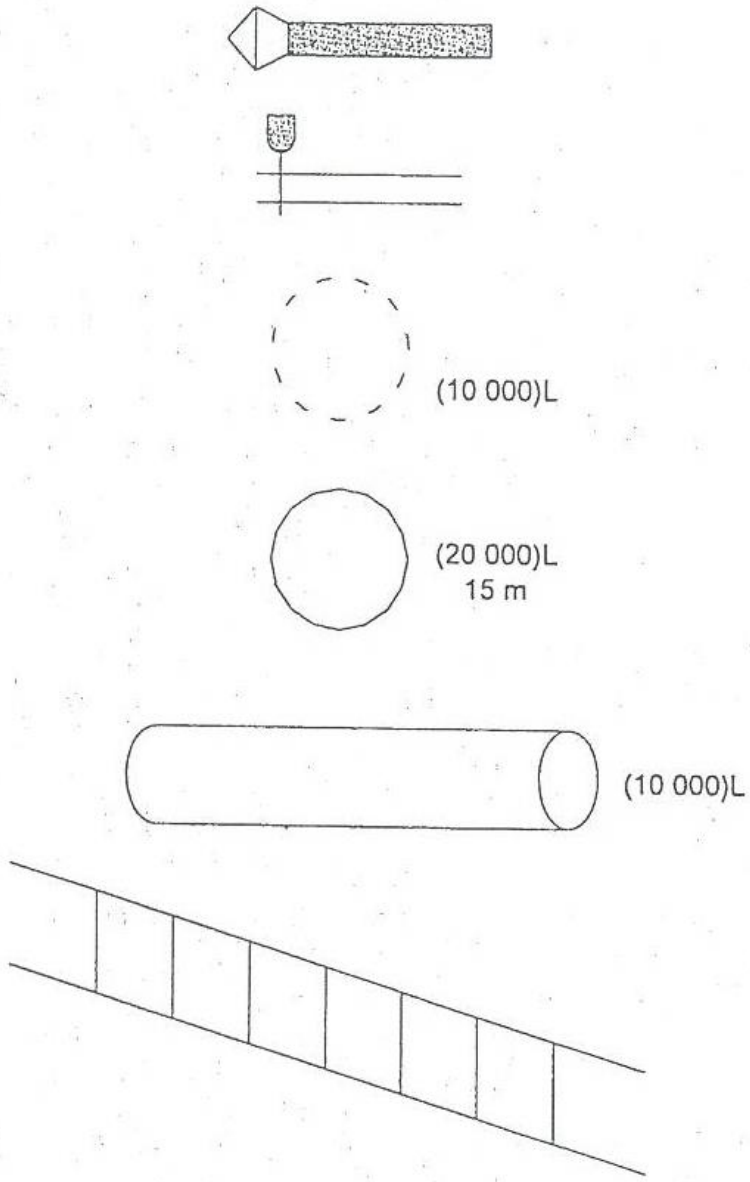
Continúa

FIGURA 8 Simbologia para sistemas contra incendio



Continúa

FIGURA 8 Simbología para sistemas contra incendio



Válvula de pie con tubo de succión

Válvula especial

Fuente, cisterna o depósito de agua subterráneo o al nivel de piso, indíquese capacidad

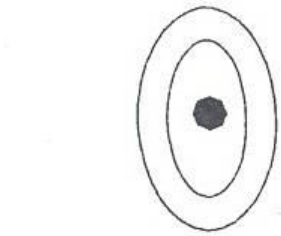
Tanque elevado de agua, indíquese capacidad y altura

Tanque de presión, indíquese capacidad

Escalera de escape

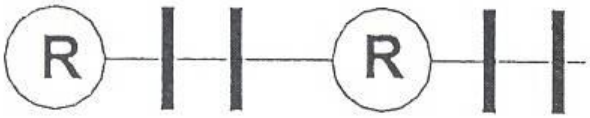
Continúa

FIGURA 8 Simbología para sistemas contra incendio



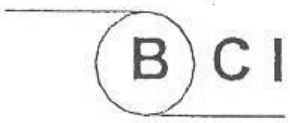
Tanque para rociadores

Tubería para rociadores y rociador automático

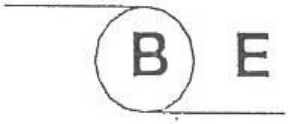


Tubería colgante

Anuncio luminoso



Bomba de combustión interna



Bomba eléctrica

Caldera

Concluye

FIGURA 8 Simbología para sistemas contra incendio

E.20. Presentación del proyecto.- Para el arreglo y distribución del proyecto, debe tomarse en cuenta lo que se especifica en el capitulo 2.03.01.001 Presentación del Proyecto indicado en la cláusula B de Referencias y lo siguiente:

a. El proyecto ejecutivo de las instalaciones contra incendio debe desarrollarse sobre planos maduros arquitectónicos acotados del edificio en cuestión.

b. El proyecto definitivo debe iniciarse cuando los proyectos arquitectónicos, estructural y de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias del edificio hayan sido terminados o en paralelo con estos proyectos y sobre partes ya autorizadas.

c. Los planos deben incluir plantas, cortes, isométricos, y detalles del inmueble que permitan la adecuada instalación del sistema.

d. Sí debido a la escala en los planos definitivos y la complejidad del proyecto, algunas partes no quedan visibles, éstas deben dibujarse a una escala menor
para lograr la claridad necesaria a la solución.

E.21. Control del proyecto.

a. El Gobierno del Distrito Federal supervisará la ejecución del proyecto, inspeccionando periódicamente a los contratistas, los cuales deben dar todas las facilidades para revisar el estado y avance del mismo.

b. El contratista en lo que se refiere a juntas de coordinación, revisiones, modificaciones y entregas se debe ajustar a lo establecido en los documentos contractuales.

E.22. Conjuntamente con los planos, el contratista debe entregar al Gobierno del Distrito Federal en forma impresa y en medios magnéticos las memorias descriptiva y de cálculo, planos, especificaciones, catálogo de conceptos, cantidades de obra, unidades de medida, manuales de operación y mantenimiento, conservación y mantenimiento; así como la cuantificación de los diversos equipos y dispositivos portátiles, móviles, o fijos, que deben ser instalados de manera permanente para la protección, control y combate de incendio en una edificación, todo esto, debidamente autorizado por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en instalaciones; así mismo avalado por una unidad verificadora de sistemas contra incendio, acreditada ante la Secretaria de Energía.

CIUDAD DE MÉXICO

F. ALCANCES O TÉRMINOS DE REFERENCIA, UNIDADES DE MEDIDA; CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. Sistema contra incendio a base de extintores. El importe del proyecto ejecutivo incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, planos, memorias descriptivas y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida, manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos, dibujantes, personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; contratación de unidad verificadora de sistemas contra incendio, mobiliario de dibujo, equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarios para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida debe ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, el plano o el proyecto.

Para efectos de pago, se debe medir en planos la superficie protegida, definida para este sistema contra incendio, contar el número de planos terminados y aceptados y para el caso en que la unidad dé medida sea el proyecto, el importe del pago total fijo que deba cubrirse al proyectista, será por ministraciones que deben establecerse en el contrato. El pago total debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del área contratante.

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de extintores $/m2

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de extintores $/plano

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de extintores $/proyecto

F.02. Sistema contra incendio a base de red de hidrantes. El importe del proyecto ejecutivo incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, planos, memorias descriptivas y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida, manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos, dibujantes, personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; contratación de unidad verificadora de sistemas contra incendio, mobiliario de dibujo, equipos de cómputo, copiadoras,

CIUDAD DE MÉXICO

calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarios para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento. la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida debe ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, el plano o el proyecto.

Para efectos de pago, se debe medir en planos la superficie protegida, definida para este sistema contra incendio, contar el número de planos terminados y aceptados y para el caso en que la unidad de medida sea el proyecto, el importe del pago total fijo que deba cubrirse al proyectista, será por ministraciones que deben establecerse en el contrato. El pago total debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del área contratante.

( )	Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de red de hidrantes	$/m2
( )	Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de red de hidrantes	$/plano
( )	Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de red de hidrantes	$/proyecto

F.03. Sistema contra incendio a base de rociadores. El importe del proyecto ejecutivo incluye: los materiales necesarios para el dibujo y copiado de planos, pianos, memorias descriptivas y de cálculo, especificaciones, catálogo de conceptos con cantidades de obra y unidades de medida, manuales de operación y mantenimiento; los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos, dibujantes, personal técnico, operarios de computadoras, programadores en técnicas informáticas y auxiliares que intervengan; contratación de unidad verificadora de sistemas contra incendio, mobiliario de dibujo, equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarios para la correcta elaboración del proyecto; los costos indirectos, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos.

La unidad de medida debe ser el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, el plano o el proyecto.

Para efectos de pago, se debe medir en planos la superficie protegida, definida para este sistema contra incendio, contar el número de planos terminados y aceptados y para el caso en que la unidad de medida sea el proyecto, el importe del pago total fijo que deba cubrirse al proyectista, será por ministraciones que

CIUDAD DE MÉXICO

deben establecerse en el contrato. El pago total debe hacerse una vez terminado y aceptado el proyecto completo por parte del área contratante.

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de rociadores $/m2

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de rociadores $/plano

( ) Proyecto ejecutivo de sistema contra incendio a base de rociadores $/proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPITULO	006	INTERCOMUNICACIONES Y SONIDO

A. DEFINICIÓN

A.01. Conjunto de cálculos, planos, especificaciones, memorias y cuantificaciones de los diversos elementos que intervienen para transmitir el sonido en el interior de un edificio o fuera de éste.

A.02. Estos sistemas se clasifican en:

a. Telefónico.- Sistema auditivo-oral de comunicación mediante la red pública de teléfonos, que permite la comunicación en el interior del edificio o hacia el exterior del mismo. Los sistemas pueden ser automáticos y manuales, asimismo los aparatos pueden ser secretariales, directo y para servicio público.

b. Intercomunicación.- Sistema auditivo-oral o audiovisual oral que permite la comunicación en el interior de un edificio. La intercomunicación se podrá establecer por:

1. Red telefónica interna-externa.

2. Red telefónica interna, con las siguientes variaciones:

2.1 Con varias estaciones maestras.

2.2 Con estaciones maestras y estaciones remotas múltiples.

3. Sistema de televisión de circuito cerrado.

c. De sonido.- Sistema unidireccional de sonido que está formado por una fuente de poder y varias salidas de difusión, las cuales se pueden emplear con los siguientes fines.

1. Transmisión de música.

2. Localización de personas y anuncios generales por medio de altavoces.

3. Sistema mixto.

CIUDAD DE MÉXICO

d. De alarma.- Sistemas sonoros activados manual o automáticamente para indicar a los ocupantes de un edificio casos de peligro por siniestro, robo u otras situaciones similares que lo requieran; según su uso, estas señales se dividen en:

1. Contra incendios y pueden ser:

1.1 Manual.- Operativo por estaciones localizadas en puntos estratégicos.

1.2 Tipo supervisado de circuitos cerrados codificado o no codificado, señal audible o visual.

2. Contra robos y se clasifican según su posición en:

2.1 Integral, perimetral al edificio.

2.2 De zona, para proteger una parte del edificio.

2.3 Particular, para proteger un solo objeto o mueble.

3. Según su potencia se clasifican en:

3.1 No limitada.

3.2 Limitada de acuerdo a la intensidad y diferencia de potencial máximo de la corriente:

3.2.1 De 15 V y 5ª.

3.2.2 De 30 V y 3.2ª.

3.2.3 De 60 V y 1.6ª.

3.2.4 De 150 V y 1.0 A.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el Proyecto de Intercomunicación, Señales y Sonido en un edificio, que se tratan en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Alcances, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados, en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capitulo de referencia	Dependencia
Generalidades de obra civil	2.03.01.001	D.D.F.
Eléctricas	2.03.09.003	D.D.F.
Sistema de pararrayos y tierra	2.03.09.004	D.D.F.
Sistemas contra incendios	2.03.09.005	D.D.F.

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. En todos los edificios en que se requiera proyectar este tipo de servicio, deberán centralizarse en lo que sea posible todos los controles de operación de dichos sistemas, para minimizar el personal de manejo y mantenimiento.

C.02. Cada uno de los sistemas deberá tener canalización independiente, a excepción de los sistemas con potencia ilimitada, que puedan ir por la canalización eléctrica.

C.03. Se deberá alimentar a cada uno de los sistemas por circuitos independientes. Todos los circuitos que alimenten de energía a los sistemas, se protegerán de sobrecargas y cortocircuitos con los aditamentos requeridos. Todas las partes metálicas de las instalaciones y equipos se conectarán a tierra.

CIUDAD DE MÉXICO

C.04. El sistema telefónico en edificios estará formado por un sistema de canalizaciones que comienza en un registro de acometida (registro de banqueta) y terminada en la salida para aparatos, las cuales podrán estar en el piso o en el muro; los conductores se instalarán dentro de canalizaciones.

a. Registros (ver figuras 1 y 2).

1. Los registros se instalarán en lugares accesibles del edificio tales como corredores, pasillos, cubos de escaleras, entrepisos y otros, nunca dentro de las oficinas, vivienda o baños.

2. En caso de que los registros sean metálicos (lámina cal. No. 14) deberán llevar un fondo de madera de 12 mm (1/211) para atornillar las armazones de las mufas.

3. Los registros deberán instalarse a un mínimo de 20 cm y a un máximo de 100 cm desde el piso hasta el borde inferior del registro.

b. Canalizaciones (ver figuras 3 y 4).

1. La instalación de la tubería de distribución deberá ser radial, es decir, cada salida de teléfono quedará con su tubería directa al registro correspondiente. Se utilizará tubo “conduit11 de 12.5 mm (1/2”) de diámetro, en el que pueda admitirse un máximo de dos líneas telefónicas.

2. Las curvas de las tuberías deberán tener un radio mínimo de 15 cm, el número de las curvas de 90º no deberá ser mayor de dos y no deben formar una S; no se admiten tramos de más de 20 m o con más de dos curvas de 90°, sin registro intermedio. Las dimensiones de estos registros serán de 15 x 15 x 10 cm como mínimo.

c. Salidas telefónicas.- Para las salidas de teléfonos se deberán utilizar cajas de las que se emplean en instalaciones eléctricas de 5 x 7 cm, en ellas terminarán las tuberías radiales de distribución; dichas cajas deben ser colocadas en la pared, a 30 cm de altura del piso, medida desde el centro de la caja. Las cajas se instalarán con tapas de especificación igual a las de la instalación eléctrica, con una perforación redonda para el paso del cable telefónico.

d. Locales para equipos telefónicos.

1. El local donde se instale el equipo de conmutación automática, baterías, rectificador y distribuidores tendrá las características siguientes: altura mínima del techo 3.00 m, piso de loseta asfáltica o vinílica, pintura vinílica o de aceite sobre paredes y techos, acondicionantes de luz para montaje y mantenimiento del equipo, el local deberá ser totalmente cerrado para no permitir la entrada de polvo. El local contará con un contacto normal 127 V.C.A., una fase, dos hilos polarizados.

2. Si los accesorios que forman el equipo de conmutación automática se localizan en forma separada, tos locales tendrán las características siguientes:

2.1. Local de baterías: altura mínima 2.30 m, piso de loseta asfáltica, muros y techos pintados con pintura anticorrosiva, tendrá una ventila al aire libre o extractor y un interruptor de luz fuera de la sala.

CIUDAD DE MÉXICO

2.2. Local de rectificador y distribuidor: altura mínima piso a techo 2.70m, piso con loseta asfáltica o vinílica, pintura vinílica o de aceite sobre paredes y techos, no requiere de ventilación. El local contará con un interruptor de seguridad con fusible de 15ª, 220 V.C.A. para el rectificador (consumo máximo 10ª, 220V, 2 fases), la tubería de la red interna deberá terminar donde se instalará el distribuidor.

2.3. Sala de operadoras: altura mínima del techo 2.30 m, piso con loseta asfáltica o vinílica, pintura vinílica o de aceite en muros y techos, aire acondicionado, ventanas con luz de día, en su caso podrá contar con sala de descanso.

2.4. Equipo de operadora: deberá estar ubicado en forma tal que sea visible desde el aparato de conmutación y generalmente se conectará al mismo con un tubo conduit de 51 mm de diámetro.

2.5. Aparatos secretariales: las salidas para estos aparatos se ligarán con las salidas de contactos, para tomar la energía que requieran las luces indicadoras de los aparatos.

2.6. En cada piso o zona habrá un caja de registro y/o distribución.

C.05. Los sistemas de intercomunicación manejarán todo el tráfico telefónico inter-oficinas e Inter-departamentos, con objeto de descargar el sistema telefónico externo.

Los sistemas de intercomunicación podrán diseñarse de acuerdo con las siguientes características.

a. Sistemas con varias estaciones maestras: desde cualquier estación maestra se originan llamadas a todas las demás; tiene completa privacía y el número de conversaciones simultáneas es el 50% del total de estaciones maestras.

b. Sistema con una estación maestra y estaciones remotas múltiples: Desde la estación maestra se puede comunicar con cualquier estación remota; pero de las estaciones remotas únicamente puede hacerse con la estación maestra que le corresponda a cada una de ellas. Pueden tener privacía.

c. Sistema combinado con estaciones maestras y estaciones remotas múltiples. De una estación maestra se puede hablar con cualquier estación maestra y con cualquier remota. Desde las remotas se puede hablar con seis estaciones maestras, en forma selectiva. Pueden tener privacía.

d. Sistema de dos estaciones maestras: de cualquiera de ellas se puede comunicar con la otra.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. En los circuitos cerrados de televisión, las cámaras, pantallas y monitores deberán ser del tipo y número necesarios y estar ubicados en el lugar adecuado para cumplir sus funciones.

C.07. Por los sistemas de sonido se transmitirá música y al mismo tiempo se podrá utilizar para localizar personal, emitir anuncios generales, distribución de señales para programación de horarios de trabajo u otros mensajes.

a. Los sistemas básicos de sonido podrán diseñarse para cubrir las siguientes funciones:

1. Sistemas de música: para transmisión de música exclusivamente con uno o varios canales de distribución.

2. Sistema de altavoces: para localización de personal y anuncios generales; puede combinarse para tener distribución de señales de tono.

3. Sistema de música y localización de personal: tiene todas las funciones o parte de ellas.

b. De acuerdo con cada tipo de función, los sistemas de sonido podrán contar con los siguientes elementos y requisitos por cumplir.

1. Amplificadores para sistemas de música. Potencias típicas: 6, 10, 15, 30, 50, 70, 100, 125, 250 W. Entradas básicas: micrófonos de alta y baja impedancia, receptor, tocadiscos y tocacintas.

2. Salidas básicas: conexiones directas de 4, 8 y 16 Ohms, conexión a transformador de tensión constante: 70, 100 ó 140 voltios, conexión a transformador de impedancia constante: 250 y/o 500 Ohms. Alimentación:127 V.C.A., 60 Hz.

3. Altavoces: tipo cono o trompeta con sus diferentes construcciones, de 20 cm (8”), 25 cm (10”), y 30 cm (12”) de diámetro.

4. Receptores de AM y/o FM.

5. Tocadiscos (CD).

6. Tocacintas.

7. Micrófonos: de cristal dinámico o de velocidad, tipo cardioides unidireccionales o bidireccionales, de alta o baja impedancia.

8. Generadores de señales de tono (osciladores electrónicos).

CIUDAD DE MEXICO

9. Relojes programadores.

c. Consideraciones de diseño.

1. El micrófono tendrá prioridad sobre la música en los sistemas completos.

2. Se considerarán varios canales para seleccionar áreas de avisos generales y localización de personal.

3. Los cables de micrófono se instalarán en tubos conduit separados, no se mezclarán con los conductores de los altavoces.

4. Los amplificadores se instalarán en lugares con buena ventilación.

5. En privados y salas de juntas se instalarán controles de volumen para los altavoces, a la misma altura que los apagadores (1.30 m sobre el nivel del piso terminado al centro de la caja).

6. En áreas de oficinas, hospitales, sanitarios y zonas similares, se instalarán sistemas de bajo volumen y alta fidelidad. En zonas públicas y con niveles de ruido alto, se instalarán sistemas de alto nivel.

7. Los altavoces no se situarán arriba de los micrófonos ni se dirigirán hacia ellos.

8. El sistema se diseñará para tener un nivel de sonido uniforme.

C.08. Los sistemas para localización de personal podrán proyectarse para cumplir con las siguientes funciones:

a. Sistemas audibles.- Señales codificadas para cada persona emitidos por zumbadores o mediante un sistema de altavoces.

b. Sistemas visuales.- Podrán ser anunciadores luminosos de varios colores, distribuidos en toda el área, con señales codificadas para cada persona. Estos sistemas a su vez podrán tener una señal audible general sin codificar, para llamar la atención de las personas hacia los anunciadores.

c. Sistemas audiovisuales.- Podrán ser mediante señales codificadas tanto las audibles como las visuales o por señales visuales codificadas y sistema de altavoces.

CIUDAD DE MÉXICO

C.09. Señales y alarmas.- En términos generales, los sistemas de señales comprenden a todos los que emiten para su operación, de una forma u otra, señales para localización de personal, alarmas, sistemas centrales de relojes, etc., para los cuales se establecen las siguientes consideraciones generales de diseño:

a. En los casos de sistemas cuyos servicios deberán ser utilizados en forma continúa, como es el caso de laboratorios, salas de computadoras y otros, en donde la interrupción de servicios pueden causar daños importantes, se deberán instalar sistemas de señales a control remoto, a fin de que desde un cuarto de control central se controle la maquinaria de los sistemas.

b. Los sistemas y controles de señales y sonido que podrán incluirse en los proyectos de edificación son:

1. Sistemas de refrigeración.
2. Sistemas de televisión circuito cerrado.
3. Sistemas de intercomunicación
4. Sistemas de alarma.
5. Control de la presión del aire comprimido.
6. Control de la presión y gasto de oxígeno clínico.
7. Fallas en los quemadores de calderas.
8. Falla en las bombas de agua.
9. Falla por haber rebasado el agua los niveles, en tanques, cisternas y fosas de bombeo.
10. Pérdida de la carga de agua en la entrada de las bombas.
11. Cambios en las presiones de vapor y bajo nivel de agua en calderas.

CIUDAD DE MÉXICO

c. La selección del tipo de alarmas (manuales o automáticas) las deberá hacer el proyectista, entre otros, conforme a los siguientes factores:

1. Tipo de edificio.
2. Áreas de protección.
3. Valores que se protegerán.
4. Contenido de las zonas.
5. Operación del edificio.

En este tipo de sistemas se deberán tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para su proyecto:

a. Las alarmas audibles deberán ser campanas de 25 cm de diámetro o trompas tipo proyector, excepto en las casetas de control donde serán pequeñas. Podrá haber como máximo hasta 10 alarmas audibles en cada circuito.

b. Los rociadores deberán operar cuando abran las válvulas de flujo de agua. Podrán utilizar alarmas audibles, anuncios luminosos y combinaciones de éstos. Deben actuar cuando se cierran los contactos en las válvulas. Pueden transmitir señales codificadas a los sistemas del tipo supervisado.

c. Detectores de humo. Estos sistemas serán fotoeléctricos con las celdas instaladas en los ductos de ventilación, aire acondicionado, extracción y colección de polvos, Deberán operar de tal manera que desconecten los abanicos, manejadores de aire, compuertas y en general todos los equipos que originen corrientes de aire para evitar que avance el fuego.

d. Detectores termostáticos.- Los detectores enviarán señales de alarmas audibles y anunciadores luminosos. Los detectores se distribuirán uniformemente en las áreas por proteger. Podrán tener señales codificadas.

C.10. Sistemas contra robo. De acuerdo con el tipo de protección, en los sistemas contra robo se podrán emplear los siguientes métodos:

a. Protección de vidrios; mediante papel metálico que se adhiere a los vidrios, tanto en ventanas como en puertas y que inicia la alarma al romperse el vidrio.

b. Detectores de contactos; se usan en ventanas y puertas y actúa la alarma cuando se mueve la ventana o la puerta.

c. Sistemas fotoeléctricos; son básicamente los mismos que se usan para abrir puertas. Cuando el rayo se interrumpe suena la alarma, son de hecho rayos invisibles infrarrojos o ultravioletas que se podrán utilizar junto con los sistemas fotoeléctricos. Cuando el área sea muy grande, el uso de sistemas fotoeléctricos se podrán complementar con el uso de espejos que rodeen con el rayo fotoeléctrico el lugar que se desea proteger.

d. Sistemas de tipo local; que son conectados por medio de teléfono a la estación de policía más próxima. Cuando son de tipo local se colocará una alarma en forma de campana, timbre o sirena que se oiga en los lugares donde circulan los veladores y los vigilantes.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Botones de alarma de pie; se colocarán en los lugares donde exista peligro de robo por asalto, como es el caso de un banco, independientemente de los que se pulsen manualmente en los escritorios y barandillas. La transmisión puede ser a través de cables eléctricos o por radio frecuencia (15 metros aproximadamente dependiendo del tipo de edificio y de las indicaciones del fabricante). La señal de alarma podrá cesar sólo mediante llave especial que tiene el personal autorizado y que no tiene normalmente la persona que solicitó auxilio.

f. Apertura o cierre de puertas: que se puede hacer por señales a control remoto ya sea a través del sistema eléctrico o por radio frecuencia. Esto es conveniente únicamente en los casos en que el personal de vigilancia no puede abrir la puerta personalmente.

g. Circuito cerrado de T.V., para vigilancia de secciones clave.

C.11. Presentación y contenido de planos.- Cada uno de los sistemas se dibujarán en planos maduros del edificio, acompañados de una memoria de cálculo indicando en cada caso lo siguiente:

a. Sistema telefónico.- Para el sistema telefónico se harán los planos siguientes, que deberán ser revisados por Teléfonos de México:

1. Un plano esquemático de la situación del edificio en la manzana, indicando el área de terreno que ocupa y sus dimensiones, así como las distancias que existan entre los ductos de alimentación y las esquinas de la calle correspondiente; también es conveniente trazar las calles adyacentes con sus nombres.

2. Juego de planos del edificio que comprendan las diferentes plantas, con las siguientes indicaciones:

2.1. Salidas telefónicas en cada piso.

2.2. Número probable de teléfonos.

2.3. Número de extensiones.

2.4. Número de diámetro de tubería de distribución.

2.5. Dimensiones de los requisitos para terminales.

2.6. Dimensiones de salidas.

2.7. En caso de que las necesidades del edificio requieran un conmutador, indicar la capacidad del mismo y el piso en que se ha de instalar, así como la localización.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Corte del edificio con la identificación telefónica, indicando en cada piso el número de tubo y su diámetro, así como su longitud. (Distancia entre pisos).

4. Fax: deberá haber un contacto (toma corriente) junto a la salida de teléfono.

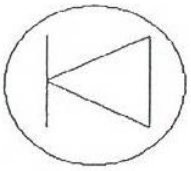
5. Teleproceso: se dejará una salida para teléfono en el lugar destinado a este objeto.

b. Intercomunicación, sonido, alarmas, señales.- Las redes y equipos de cada sistema, se indicarán por separado en plantas y cortes, indicando salidas, fuente de poder y diagramas unifilares que señalen el funcionamiento del sistema en cuestión.

C.12 Para la representación gráfica de las instalaciones de intercomunicación señales y sonido, se puede usar la siguiente simbología, en su caso indicando el circuito, diámetro del ducto, número y calibre de los conductores, así como las características particulares de cada línea y caja de conexión de registro.

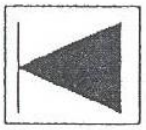
Descripción	Símbolo
Línea (circuito visible en muro o techo)	
Línea (circuito oculto en muro o techo)	
Caja de conexión (teléfono)	
Teléfono, salida en muro	
Teléfono, salida en piso	
Conmutador telefónico	

Teléfono público tipo alcancía

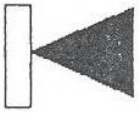


Intercomunicación, salida en muro

Intercomunicación, salida en piso

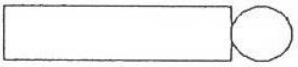


Central de intercomunicación

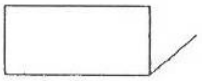


Botón de timbre

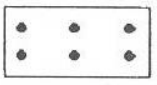
Campana



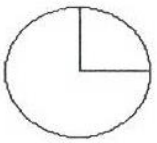
Zumbador



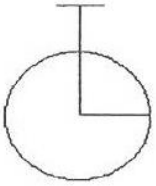
Tablero indicador de señales



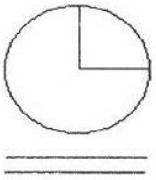
Reloj de pared



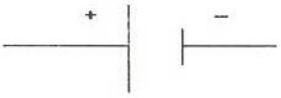
Reloj de techo



Reloj maestro



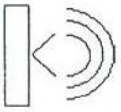
Pila



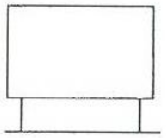
Batería

Bocina para música ambiental

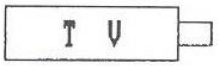
Central de audio (amplificador-sintonizador, etc.)



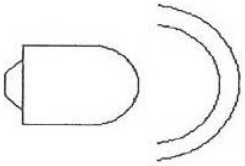
Monitor de T.V.



Cámara



Pantalla



D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

D.01. ( ) Proyecto de intercomunicación, señales y sonido.- El precio unitario incluye: los materiales para dibujo y presentación del trabajo, original y copia e los planos, dos juegos de las memorias de cálculo y descriptiva; honorarios del personal que intervenga en el proyecto, tanto de gabinete como de campo; así como indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

La unidad de medición será la salida

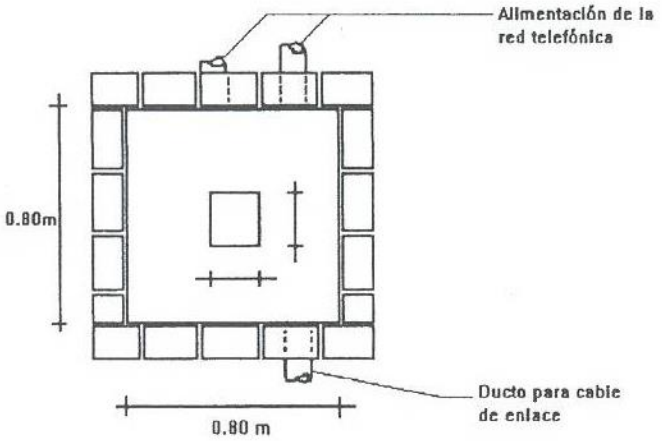
( ) Proyecto de sistema de teléfono (exterior) $/salida

( ) Proyecto de comunicación interior (audio) $/salida

( ) Proyecto de comunicación interior (video) $/salida

CIUDAD DE MÉXICO

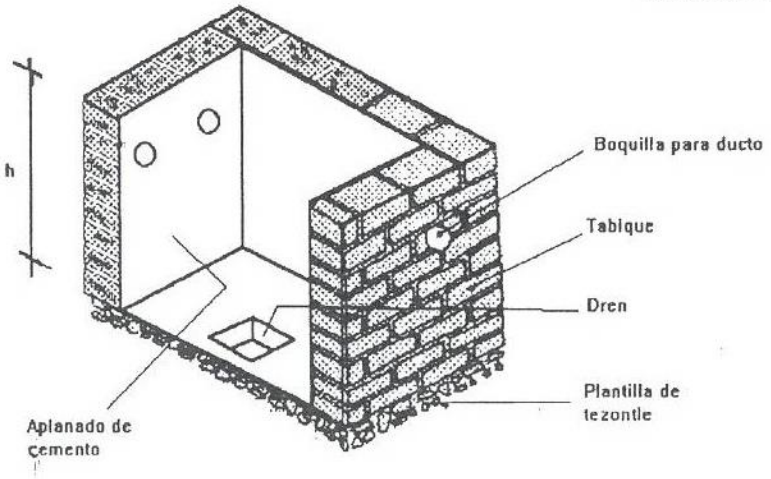
REGISTRO DE BANQUETA ACOMETIDA SUBTERRANEA



Nota : Se acotan dimensiones para acometida hasta 200 pares; para más de 200, consultar con la compañía telefónica.

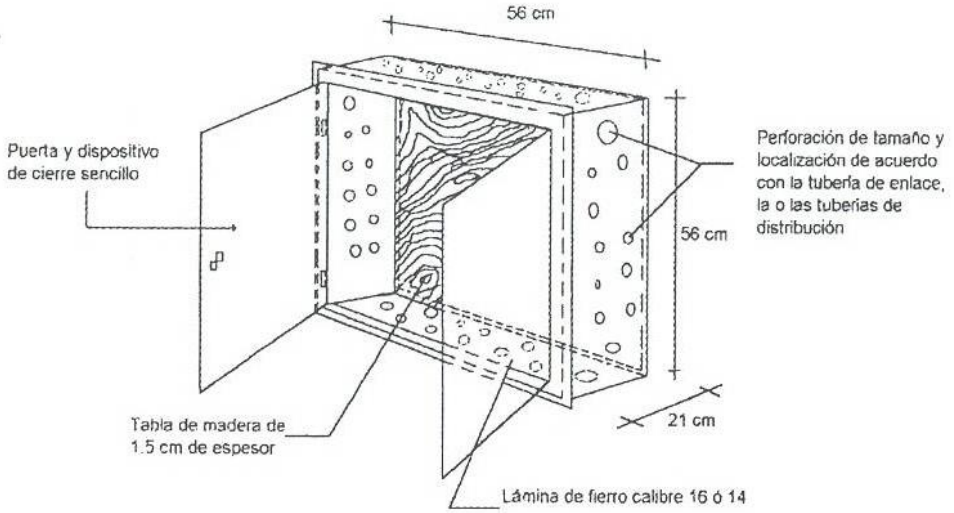
PLANTA

La tubería será de: 101 mm en Ø asbesto-cemento o PVC rígido, servicio pesado

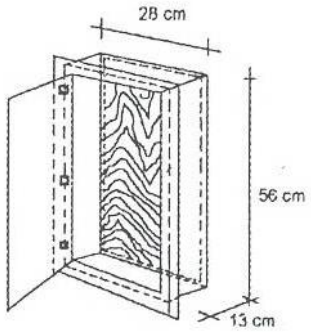


ISOMETRICO

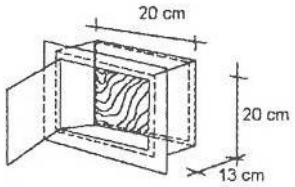
FIGURA 1



REGISTROS DE ALIMENTACION



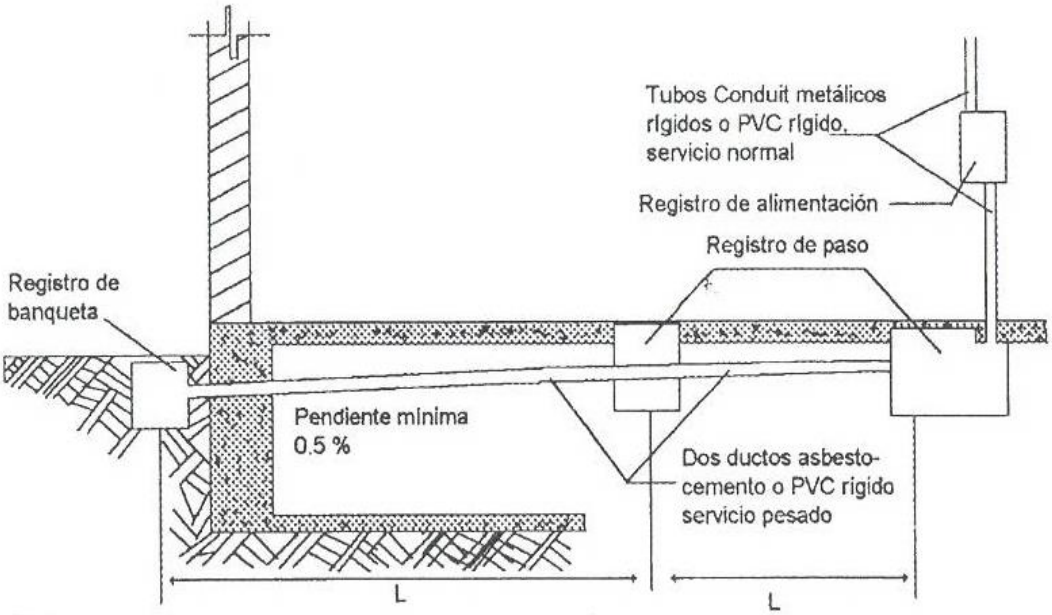
REGISTRO DE DISTRIBUCION,
ALIMENTACION O DE PASO



REGISTRO DE DISTRIBUCION

FIGURA 2

TUBERIA DE ENLACE



Notas:
Para dimensiones de los registros
ver figuras 1 y 2.
Diámetros de los ductos:

Para 20 a 50 pares 50 mm
Para 70 a 20 pares 64 mm

Diámetro mínimo 12 mm

La distancia máxima (L) entre
registros será de 20 m

FIGURA 3

DISTRIBUCION DE CABLES EN UN EDIFICIO

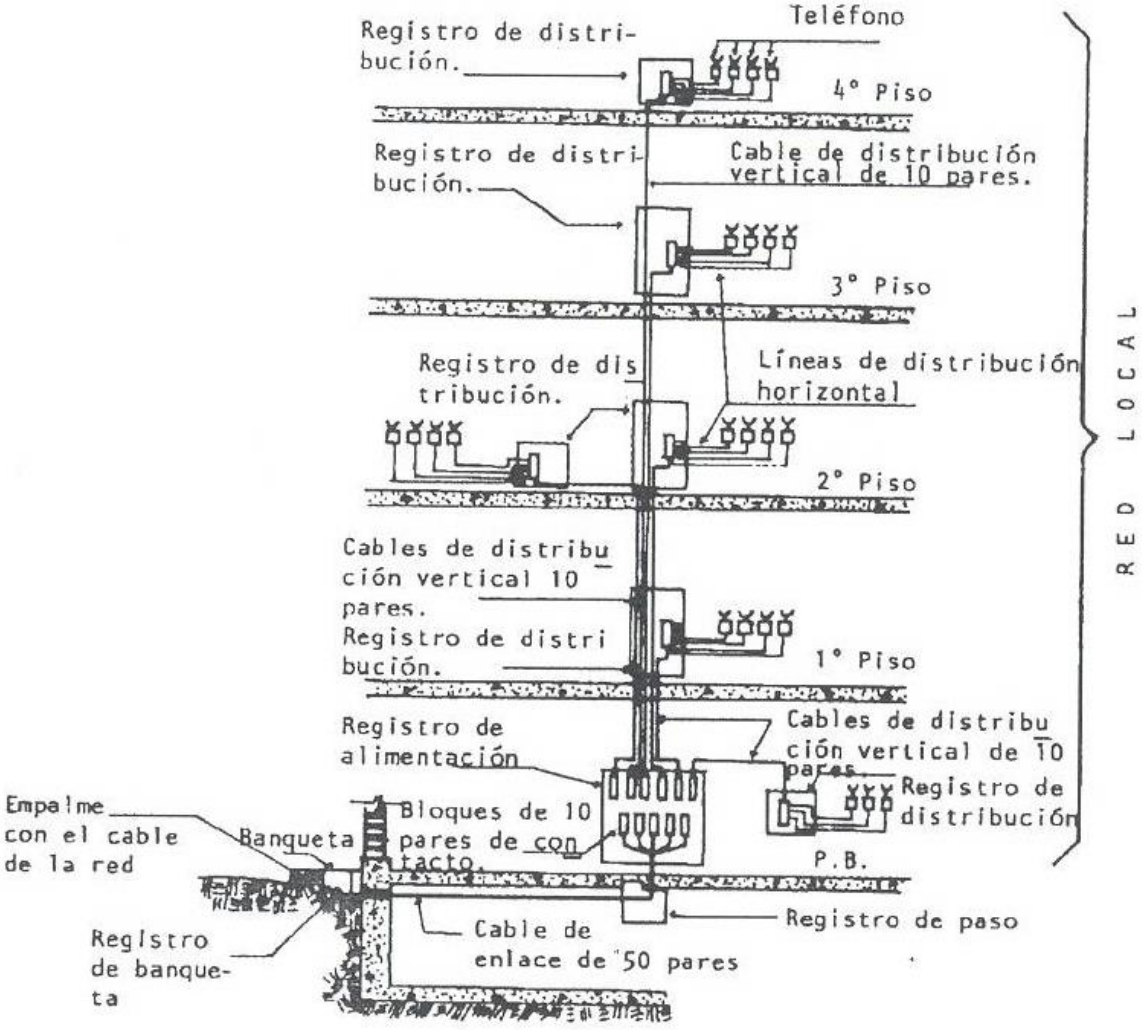


Figura 4

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPITULO	007	AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Conjunto de planos, cálculos, memorias, especificaciones y cuantificación de los diversos elementos que intervienen en el proceso para cambiar y controlar la temperatura, humedad, calidad y movimiento del aire en el interior de un edificio o en parte del mismo.

A.02. Este sistema puede clasificarse en:

a. Aire acondicionado propiamente dicho.

b. Calefacción.

c. Ventilación.

d. Refrigeración.

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

a. Calefacción.- Sistema de acondicionamiento de aire por el cual se eleva la temperatura interior respecto a la temperatura exterior del local.

b. Ventilación.- Proceso de inyectar, recircular o extraer aire de un local, por medios naturales o mecánicos.

c. Enfriamiento.- Sistema de acondicionamiento de aire por el cual la temperatura interior de un local se reduce respecto a la temperatura exterior.

d. Calor latente.- Cantidad de calor requerida para que una sustancia pase de su estado sólido a líquido o de líquido a vapor, a una presión dada, manteniendo su temperatura constante durante el proceso de cambio de fase; en el primer caso se le llama calor latente de fusión y para el segundo, calor latente de evaporación.

e. Calor sensible.- Calor que puede medirse y que causa un cambio en la temperatura de una sustancia sin cambiar su estado.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Calor radiante.- Transmisión de energía calorífica por medio de ondas.

g. Humedad específica.- Peso real del vapor de agua expresado en kilogramos por kilogramo de aire seco.

h. Humedad relativa.- Relación entre la presión de vapor de agua presente en el aire, respecto a la mayor presión de vapor que contendría el aire si estuviera saturado.

i. Temperatura de bulbo húmedo.- Temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto con una media húmeda y expuesta a una corriente de aire.

j. Temperatura de bulbo seco.- Temperatura que registra un termómetro ordinario.

k. Temperatura de rocío.- Temperatura a la cual se inicia la condensación del vapor de agua, cuando éste se enfría.

l. Temperatura efectiva.- Valor índice que se obtiene de combinar los valores de temperatura, humedad y movimiento del aire que provee el máximo confort en el cuerpo humano. La temperatura efectiva se debe medir únicamente a la sombra

m. Volumen específico.- Volumen ocupado por un kilogramo de aire y vapor de agua, a la presión de una atmósfera.

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad en la elaboración de los proyectos de aire acondicionado y refrigeración, que pudieran construirse en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS.

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

Concepto	Capitulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		G.D.F.
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Prevención del Ambiente		SEDUVI
Ingeniería de diseño para aire acondicionado		I.M.S.S.
Generalidades de anteproyecto	2.01.02.001	G.D.F.
Presentación del proyecto	2.03.01.001	G.D.F.
Estructuras	2.03.08.002	G.D.F.
Instalaciones hidráulicas sanitarias y pluvial	2.03.09.001	G.D.F.
Instalaciones de gas	2.03.09.002	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. En los casos aplicables, los proyectos de aire acondicionado deben apegarse a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente.

C.02. Todo proyecto de aire acondicionado para una edificación o local, debe contar con un estudio inicial para justificar su implantación, el cual debe estar apoyado y considerar la satisfacción de la mayor parte de las variantes que intervienen entendiéndose que el representante del Gobierno del Distrito Federal puede indicar las condiciones especiales aplicables a cada proyecto específico que así lo amerite, como puede ser el caso de frigoríficos, laboratorios, plantas industriales, silos de almacenamiento y edificios de control ambiental para

animales y plantas. Las consideraciones de diseño que deben justificarse técnicamente son entre otras: el uso del espacio, las cargas térmicas externas, como el sol y sus efectos en diferentes orientaciones, el polvo, las cargas térmicas interiores producidas por los ocupantes y las generadas por lámparas y equipos industriales, así como el tipo de construcción del edificio y los efectos de infiltración de aire, ruido y humedad ambiental.

C.03. Habiéndose justificado el empleo de un sistema de acondicionamiento de aire, en el proyecto deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones:

a. Velocidad del viento.- Para renovar con aire fresco una habitación o local, al movimiento o circulación del aire se le debe aplicar una velocidad tal que cumpla su cometido; en la Tabla 1 se muestran los efectos del viento a diferentes velocidades.

b. Ruido.- Un sistema de aire acondicionado debe diseñarse de tal manera que no produzca sonidos molestos a los habitantes, dentro y fuera de la edificación.

   En la Tabla 2 se muestra una relación de tiempo de exposición a nivel de sonido, cualquier nivel mayor es molesto para el oído humano; por lo cual el proyectista debe cuidar que el equipo o sistema no rebase los límites indicados.

TABLA 1 Velocidad del viento y sus efectos

Velocidad del viento * (en metros por segundo)	Efecto sobre el medio y el ser humano
De 0,00 a 0,10	No recomendable, el aire no se renueva satisfactoriamente
De 0,11 a 0,25	Ideal, recomendable
De 0,26 a 1,00	Esta velocidad puede causar algunas molestias, sobre todo en invierno. (Se vuelan los papeles de los escritorios).
Arriba de 1,00	No recomendable, se produce una molesta corriente de aire.
* La velocidad del viento se debe medir a un metro arriba del piso terminado.	

TABLA 2 Tiempo de exposición y nivel de sonido

Exposición permisible del oído humano a nivel del sonido									
Duración diaria en horas	8	6	4	3	2	1 ½	1	½	¼
Nivel de sonido respuesta lenta en db(A)	90	92	95	97	100	102	105	110	115

c. Polvo.- En este caso se considera como polvo, a las partículas contenidas en el aire con tamaños entre 10 y 300 micras, que pueden ser de origen mineral, vegetal o animal y a los humos formados por partículas sólidas o líquidas, por lo que el proyectista debe investigar el tipo de ambiente que existe o existirá en la zona o habitación donde se instalará el aire acondicionado. En la Tabla 3 se muestra la concentración de polvo en diversos ambientes.

TABLA 3 Concentración de polvo en varios ambientes

Concentración de polvo en diversos ambientes	
LOCALIDAD	CONCENTRACIÓN EN MILIGRAMOS POR METRO CÚBICO DE AIRE
Zonas rurales y suburbanas	De 0,05 a 0,50
Zonas metropolitanas	De 0,10 a 0,20
Fábricas o talleres	De 0,25 a 5,00
Minas o fábricas excesivamente polvosas	De 10,00 a 1 000,00

d. Humedad.- En todo proyecto de aire acondicionado debe tomarse en cuenta la humedad del ambiente, ya que es una fuente de generación o pérdida de calor. El nivel de humedad se debe controlar básicamente en los lugares donde se presenta como son, cocina, baños, lavanderías, etc., mediante extractores de aire o abanicos de ventilación, los cuales deben ser

suficientes para prevenir la condensación y permitir que muros y techos permanezcan secos.

A continuación se presenta una relación de valores del índice de temperatura húmeda (ITH) que indica varios niveles de confort del ser humano.

		ITH	≤	70	Toda la gente se sentirá cómoda
71	≤	ITH	≤	75	Cerca del 50% de la gente se sentirá incómoda
76	≤	ITH	≤	79	Más del 90% de la gente se sentirá incómoda
		ITH	≤	80	En área de trabajo puede causar disminución del mismo

Este índice se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$I\,T\,H = 0{,}72(t_d + t_v) + 40{,}6$$

En donde:

t_d = Temperatura del bulbo seco K (ºC)

t_V = Temperatura del bulbo húmedo K (ºC)

e. Temperatura.- Uno de los factores mas importantes que intervienen en un proyecto de aire acondicionado es la temperatura, tanto la que se tiene que mantener dentro de las edificaciones como la que prevalece en el exterior y su variación durante el año.

Para diagnosticar y determinar cual será la temperatura más probable a futuro y en determinada época del año, el proyectista debe recurrir a los datos estadísticos de este concepto que se encuentran en el Observatorio Nacional, ubicado en Tacubaya, Distrito Federal.

En la Tabla 4 se muestra la temperatura y el consumo aproximado de calor para el hombre en varias actividades. En la Tabla 5 se relacionan el tipo de local, la temperatura y la humedad relativa, que deben tomarse como base para el proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4. Temperaturas y consumo aproximado de calor en varias actividades humanas

Actividades	Temperatura ideal	Generación aproximada de calor
Normal, en cama	297 K (24 ºC)	63 cal. por hora
Normal, sentado	294 a 297 K (21 a 24 ºC)	100 cal. por hora
Normal, caminando	291 a 294 K (18 a 21 ºC)	150 a 188 cal. por hora
Trabajo manual	289 a 293 K (16 a 20 ºC)	188 a 377 cal. por hora
Ejercicio pesado	287 a 291 K (14 a 18 ºC)	377 a 688 cal. por hora

f. Ventilación.- Para cada local en particular el proyectista de aire acondicionado debe determinar los requisitos mínimos de ventilación para lo cual se debe tomar en consideración lo indicado en la Tabla 5.

En los locales donde se permite fumar, los volúmenes de aire señalado en la Tabla 6, se deben afectar por un coeficiente de 1,2 y en los locales donde el fumar ocurra como función natural dentro de las propias actividades del local, se debe emplear un factor de 1,5.

Para determinar los requisitos mínimos de ventilación en cualquier tipo de edificio se debe proceder al análisis de los locales que lo forman, de acuerdo con la siguiente expresión.

$a + 10b + 100c$ = número índice

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 5. Temperatura y humedad relativa para diferentes locales.

Tipo de edificio	Verano				Invierno		
	Condiciones				Condiciones		
	Óptimas		Promedio		Óptimas con humidificación		Promedio sin humidificación
	Temperatura bulbo seco K (ºC)	Humedad relativa (%)	Temperatura bulbo seco K (ºC)	Humedad relativa (%)	Temperatura bulbo seco K (ºC)	Humedad relativa (%)	Temperatura bulbo seco K (ºC)
Uso general casas, hoteles, oficinas, escuelas, etc.	296 - 297 (23 – 24)	50-45	298 - 299 (25-26)	50-45	296 - 297 (23-24)	35-30	297 - 298 (24-25)
Tiendas bancos, almacenes, supermercados, etc.	297 - 299 (24 – 26)	50 – 45	299 - 300 (26-27)	50-45	295 - 296 (22-23)	35-30	296 - 297 (23-24)
De poco calor sensible (y mucho calor latente) Auditorios, restaurantes, bares, etc.	297 - 299 (24 – 26)	55 – 50	299 - 300 (26-27)	60-50	295 - 296 (22-23)	40-35	296 - 297 (23-24)
Fábricas	298 - 300 25 - 27	55 – 45	299 - 302 26-29	60-50	293 - 295 20-22	35-30	293 - 296 21-23

CIUDAD DE MÉXICO

Donde:

a = Capacidad local, en m^3 por persona.

b = Capacidad local, en m^3 por persona.

c = Capacidad de la (s) ventanas (s), en m^2 por persona.

Tabla 6.Volúmenes de aire

Número índice	Ventilación mínima requerida	
	Metros cúbicos por hora por cada metro cuadrado de piso	
	Inyección de aire	Recirculación y/o extracción de aire
Menor que 23,60	4,25	3,40
de 23,7 a 40,90	3,40	2,50
de 41,0 a 66,8	2,5	2,10
de 66,9 a 129,7	1,7	----
mayor que 129,0	No requiere ventilación mecánica	
Nota: Las capacidades de ventilación deben estar de acuerdo con los números índice		

Notas:

1.- Las dimensiones del local deben medirse a paños interiores (espacio libre).

2.- El número de personas se debe calcular de acuerdo al uso y al empleo del edificio de proyecto.

En caso de usar sólo ventilación natural, el área mínima de la ventana o vanos abiertos corresponderá a 1/6 del área del piso; por lo menos un 5 por ciento del área de ventana debe abrirse para lograr la ventilación necesaria; en ambos casos intervienen tres actividades primordiales que deben considerarse para efectos de cálculo y diseño por parte del proyectista de aire acondicionado:

2.1. Abastecimiento de aire.- El aire para acondicionar los edificios debe tomarse del exterior y/o como aire de recirculación de áreas acondicionadas.

En el abastecimiento de aire no debe tomarse donde pueda recoger malos olores, humos o vapores inflamables ni a menos de tres metros de cualquier ventila de aguas negras o salidas de extracción o desfogue de ventilación.

CIUDAD DE MÉXICO

No se debe tomar de cuartos de máquinas, locales insalubres o cualquier tipo de equipo de combustión.

En la toma de aire debe instalarse tela de mosquitero; en caso de emplearse filtros, éstos deben tener una eficiencia igual o mayor a la que se obtiene cuando se usan filtros de fibra de vidrio de impregnación viscosa.

2.2. Extracción.- La extracción requerida puede lograrse creando presión positiva dentro del local para provocar fugas de aire a través de puertas y ventanas, o bien eliminando el aire viciado de los locales por medio de sistemas de extracción.

La descarga de extracción debe estar por lo menos a una altura de 3,00 m arriba de la banqueta o del nivel de azotea según el caso y estar también separada por lo menos 3,00 m de ventanas, salida de escape de incendio, escalera exterior o cualquier local que pueda contaminarse con estas descargas.

2.3. Recirculación.- La recirculación de aire se debe permitir siempre y cuando el aire no contenga vapores inflamables, partículas volátiles, tóxicas, contagiosas o de mal olor.

El aire de recirculación debe mezclarse con una proporción mínima de 10 por ciento de aire fresco con respecto al volumen total del aire de inyección requerido, según el índice que aparece en la Tabla 7.

2.4. Los sistemas de ventilación de aire acondicionado que incluyan recirculación de aire, deben diseñarse de manera que, cuando no estén operando los procesos de calefacción y/o refrigeración, las cantidades de aire necesarias para la ventilación estén de acuerdo con lo que fija la Tabla 8.

En el caso del volumen y frecuencia de cambios de aire, se deben tomar en cuenta las infiltraciones, renovaciones de aire exterior y las características de diseño en cuanto a la distribución de aire, nivel de ruidos y economía de los sistemas propuestos. En la Tabla 10 se encuentra consignado el número de cambios y su frecuencia, con los cuales pueden determinarse las capacidades de inyección y extracción de aire para cada uno de los sistemas antes mencionados.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 7. Caudales del aire exterior

Tipo de local	Número de fumadores	m^3/h por persona		m^3/h por m^2 de superficie de piso mínimo (1)
		Recomendado	Mínimo(1)	
Departamento normal	Pequeño	34	25	
Departamento de lujo	Muy pequeño	51	42	6,0
Vestíbulo de bancos	Pequeño	17	13	---
Peluquería	Grande	25	17	---
Salón de belleza	Muy pequeño	17	13	---
Bolsa de valores	Muy grande	85	51	---
Bar	Grande	51	42	---
Corredores (inyección o extracción)	----------	---	---	4,6
Grandes almacenes	Pequeño	13	8,5	0,9
Sala de consejo	Muy grande	85	51	---
Farmacia (3)	Grande	17	13	---
Fábrica (2) (4)	Ninguno	17	13	18
Salón de funeraria	Ninguno	17	13	---
Estacionamiento (2)	----------	---	---	18,3
Hospital: Quirófano (2) (5)	Ninguno	---	---	36,6
Habitación privada	Ninguno	51	42	6,0
Sala común	Ninguno	34	25	---
Habitación de hotel	Grande	51	42	6,0
Cocina: restaurante	----------	---	---	73,0
Cocina: privada	----------	---	---	36,0
Laboratorio (3)	Pequeño	34	25	---
Sala de conferencia	Muy grande	85	51	22,8
Oficinas				
Sala común	Pequeño	25	17	---
Despacho privado	Ninguno	42	25	4,6
Privados	Grande	51	42	4,6
Restaurante comedor	Grande	25	17	---
Cafetería (3)	Grande	20	20	---
Aula (2)	Ninguno	---	---	---
Teatro o sala de cine (2)	Ninguno	13	8,5	---
Teatro o sala de cine	Pequeño	25	17	---
Cuartos de aseo (2)				---
(Extracción)	----------	---	---	36,6

CIUDAD DE MÉXICO

Notas: Tabla 7.

(1) Cuando se utilizan los mínimos, adoptar el valor mayor.

(2) Respetar los reglamentos aplicables.

(3) Puede estar determinado por el caudal extraído.

(4) Utilizar estos valores a menos que los caudales no estén determinados por la presencia de otras fuentes de contaminación o por otros reglamentos.

(5) Se recomienda el funcionamiento con aire fresco total para evitar los riesgos de explosión debido a los anestésicos.

g. Cargas térmicas.- En el diseño de acondicionamiento de aire en edificios debe tomarse en cuenta la influencia de las cargas térmicas exteriores analizando la temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar en función de:

1. Espesor y material de muros exteriores y techos
.
2. Área y orientación de las ventanas, puertas y canceles de fachadas.

3. Sombras de edificios vecinos o de elementos naturales.

4. Predominio de zonas interiores o periféricas en el edificio.

5. Superficies reflejantes como agua, arena o pavimentos.

6. Altura y forma de la construcción y existencia de elementos de protección como persianas, volados, aleros o celosías.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8. Volumen y frecuencia de cambios de aire.

Espacios a ventilar	Cambios por hora	Minutos por cambio
Almacenes	4 a 6	15 a 10
Auditorios	12	5
Casetas de protección	60	1
Clubes	12	5
Cocinas	30	2
Cocheras	6 a 10	10 a 6
Laboratorios	10 a 20	6 a 3
Lavanderías	20 a 30	3 a 2
Oficinas	10 a 12	6 a 5
Panaderías, reposterías	20	3
Restaurantes	12	5
Salas de máquinas	7,5 a 30	8 a 2
Salas de recreación	10	6
Sanitarios interiores	15 a 20	4 a 3
Talleres	10	6
Vestidores	10	6

CIUDAD DE MEXICO

El estudio correspondiente debe mostrar las disminuciones de cargas térmicas obtenidas al aislar techos y paredes y las subsecuentes economías resultantes en los costos iniciales y de operación de los sistemas.

Cuando los locales que se diseñen tengan una ganancia térmica por condiciones de uso, orientación u otras, que produzcan temperaturas excesivas, deben estudiarse las formas de abatir estas ganancias por medio de aislamientos térmicos, persianas, vidrio absorbente del calor o similares.

1. Ganancias de calor.- La ganancia de calor que representa el calor radiante del sol es uno de los principales factores del acondicionamiento de aire, que debe ser considerado para efectos de orientación de las fachadas y ventanas, así como las sombras de marquesinas, parteluces, edificios vecinos y árboles

que contribuyen en grado importante a las condiciones interiores de los locales.

Como el elemento auxiliar para diseñar los voladizos en fachadas se recomienda el empleo de la gráfica de la Figura 1.

Ganancias de calor por alumbrado. El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Las lámparas de incandescencia transforman en luz un 10 por ciento de la energía absorbida mientras que el resto se transforma en calor que se disipa por radiación y sólo el 10 por ciento restante por convección y conducción, donde la ganancia de calor es igual a E x 0,86 kcal/h, donde E es igual a la energía eléctrica de la lámpara en Watts. Ver Tabla 8

En los tubos fluorescentes se tiene una pérdida de energía absorbida por la reactancia o resistencia limitadora, entrando a la lámpara un 80% de energía eléctrica, La cual se transforma en un 20 por ciento de luz, mientras que otro 20 por ciento se disipa por radiación de calor hacia las paredes que rodean el local y el 40 por ciento restante por conducción y convección de calor.

Para estas lámparas la ganancia de calor es igual a 1,25 E x 0,86 kcal/h, donde E es igual a la potencia absorbida por lámparas en Watts. Ver Figura 3

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 9. Ganancias de calor debido a los ocupantes

Grado de actividad	Tipo de aplicación	Metabolismo hombre adulto (kcal/h)	Metabolismo medio (kcal/h)*	Temperatura seca del local									
				301 K (28 ºC)		300 K (27 ºC)		299 K (26 ºC)		297 K (24 ºC)		294 K (21 ºC)	
				kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h	
				Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentados en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Empleados de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacén, tienda	139	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sentado, de pie	Farmacia	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
De pie, marcha lenta	Banco	139	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sentado	Restaurante **	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábricas, trabajo ligero	202	189	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Baile o danza	Sala de baile	227	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Marcha, a 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante pesado	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Trabajo pesado	Boliche ** Fábrica	378	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

* El metabolismo medio corresponde a un grupo compuesto de adulto y niños de ambos sexos. Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:
Metabolismo hombre adulto x 0,85 = metabolismo mujer adulta

** Estos valores comprenden una mejora de 12 kcal/h (50% calor sensible y 50% calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor desprendido por los platos.

***Boliche: Admitir una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (139 kcal/h).

CIUDAD DE MÉXICO

Para efectos de diseño, se deben considerar las siguientes temperaturas para la Ciudad de México:

TEMPERATURA EXTERIOR	VERANO	INVIERNO
Bulbo seco	305 K (32 °C)	274 K (1 °C)
Bulbo húmedo	290 K (17 °C)	273 K (0 °C)
Temperatura interior	295 a 298 K (22 a 25 °C)	294 a 296 K (21 a 23 °C)

1.1 En las tablas 9, 10, 11 y 12 se valoran las ganancias de calor por diferentes actividades, aparatos y motores. En la Figura 4 se muestra la carga solar y estudio de sombras para un edificio.

1.2 Absorción de calor por paredes y divisiones.- En cada caso el proyectista debe hacer un estudio particular, dependiendo del tipo de material con el que estén construidas, tomando en cuenta las indicaciones del fabricante.

C.04. En todo proyecto de aire acondicionado antes de diseñar un sistema que cumpla con los requisitos y condiciones para cada caso en particular, se deben tomar en cuenta los equipos y accesorios que para este fin existen en el mercado, así como las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes de dichos equipos.

Los equipos pueden ser de tipos multi zonales, uni zonales o particulares, que son unidades centrales y unidades paquete o de ventana, respectivamente.

La circulación del fluido (aire o agua) para regularizar la temperatura puede hacerse por sistema sencillo, dual o con más de dos ductos, según se requiera.

Como guía, en la Tabla 13 se muestran los sistemas aplicables para cada caso, pero debe hacerse un estudio costo-beneficio para elegir el sistema apropiado, dicho sistema debe cumplir con las siguientes características:

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 10.

Ganancia de calor debido a los aparatos de gas								
Funcionamiento de gas o a vapor, sin campana de extracción (1)								
Aparatos	Dimensiones totales sin pie ni asa (mm) (2)	Mando	Datos complementarios	Potencia en kcal/h	Ganancias a admitir para uso medio en kcal/h			
				Nominal	En marcha continua	Calor sensible	Calor latente	Calor total
Pre colador 2 litros		Manual	Combinación sin pre colador y calentador de agua.	856	126	340	90	430
Calentador de agua 2 litros		Manual		126	126	100	25	125
Pre colador completo con depósito	482x762x660		4 pre coladores con reserva de 17 L			1 815	455	2 270
Cafetera 11 litros	381 diámetro x 864	Auto	Negra	806	983	730	730	1 460
Cafetera 11 litros	304x584x533 ovalada	Auto	Niquelada		856	630	630	1 260
Cafetera 19 litros	457 diámetro 940	Auto	Niquelada		1 180	980	980	1 960
Calientaplatos, por m^2 de superficie.		Manual	Tipo baño maría	5 430	2 540	2 310	1 220	3 530
Freidora 6,8 kg de grasas	304x508x457	Auto	Superficie 250 x 250 mm	3 590	755	1 060	705	1 765
Freidora 12,7 kg de grasas	381x889x279	Auto	Superficie 275 x 400 mm	6 050	1 135	1 815	1 210	3 025
Parrilla	558x355x431		Aislado					
Quemador superior	(0,13 m^2 de superficie De parrilla)	Manual	5 500 kcal/h	9 320		3 625	915	4 540
Quemador inferior			3 750kcal/h					
Horno, parte superior abierta por m^2 de superficie		Manual	Quemadores anulares 3 000-5 500 kcal/h	3 800		1 140	1 140	2 280
Horno, parte superior cerrada por m^2 de superficie		Manual	Quemadores anulares 2 500-3 000 kcal/h	2 980		825	895	1 790
Asador continuo.	381x381x711	Auto	2 cortes 360 cortes/h	3 000	2 500	1 980	830	2 770

Notas:

(1) En el caso de que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar estos valores por 0,50.

(2) La tercera cifra indica la altura del aparato.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 11. Ganancia de calor debido a los aparatos sin campana de extracción (1) (kcal/h)

Aparatos	Dimensiones totales sin pie ni asa (mm) (2)	Mando	Datos complementarios	Potencia en kcal/h		Ganancias a admitir para uso medio en kcal/h		
				Nominal	En marcha continua	Calor sensible	Calor latente	Calor total
Pre colador 2 litros		Manual		560	77	227	55	282
Calentador de agua 2 litros		Manual		77	77	58	22	80
4 percoladores con reserva de 17 L .	508x762 x 660	Auto.	Calentador agua 2 000 w Pre colador 2 960 w	4 225	---	1 200	300	1 500
10 litros	381 diámertrox864	Manual	Negra	3 000	750	650	425	1 075
10 litros	305x854ojivalx533							
Cafetera		Auto.	Niquelada	3 855	650	550	375	925
201	457 diámetro x 940	Auto.	Niquelada	4 280	900	850	575	1 425
Máquina para donas	558x558x1450	Auto.	Extractor motor de ½ HP	400	---	1 250	--	1 250
Cocedora de huevos	254x330x635	Manual	Media 550 W	935	---	300	200	500
			Lenta 275 W					
Mesa caliente sin calientaplatos, por m², de superficie.		Auto.	Aislador – calentador separado para cada plato. Calienta platos en la parte interior.	3 600	1 350	950	950	1 900
Mesa caliente sin calientaplatos, por m² de superficie.		Auto.	Como arriba, pero sin calienta platos	2 750	1 080	540	960	1 500
Freidora de 5 L de aceite	305diàmetrox335	Auto.		2 220	275	400	600	1 000
Freidora 10 L de aceite	406x457x305	Auto.	Sup. 300 x 360 mm	5 995	5 000	950	1 425	2 375
Placa calentadora	457x457x203	Auto.	Sup. activa 450 x 360 mm	2 000	700	775	425	1 200
Parrilla para carne	335x335x254	Auto.	Sup. útil 250 x 600 mm	2 550	475	975	525	1 500
Parrilla para sándwich	330x335x254	Auto.	Sup. de parrilla 300x300mm	1 440	475	675	175	850
Calentador de pan	660x432x330	Auto.	1 cajón	375	100	275	25	300
Tostador (continuo)	381x381x711	Auto.	Para dos cortes 360 cortes/h	1 875	1 250	1 275	325	1 600
Tostador (continuo)	508x181x711	Auto.	Para cuatro cortes 72 cortes/h	2 570	1 500	1 525	650	2 175
Tostador (automático)	152x279x228	Auto.	2 cortes	1 025	250	617	113	730

Notas:

(1) En el caso de que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar los valores siguientes por 0,5

(2) La última cifra indica la altura del aparato.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 12. Ganancias de calor debidas a los motores eléctricos
Funcionamiento continuo (1) kcal/h.

Potencia nominal HP	Rendimiento a plena carga % (p)	Posición del aparato con respecto al local acondicionado o a la corriente de aire (2)		
		Motor en el interior aparato impulsado en el interior $\frac{Hp \times 632}{p}$	Motor en el exterior aparato impulsado en el interior HP x 632	Motor en el interior aparato impulsado en el exterior $\frac{HP \times 632\ (1-p)}{p}$
1/20	40	79	32	47
1/12	49	105	50	55
1/8	55	145	80	65
1/6	60	180	105	70
¼	64	250	160	90
1/3	66	320	215	110
½	70	450	320	135
¾	72	660	480	187
1	79	800	630	170
1 ½	80	1 200	950	237
2	80	1 600	1 260	320
3	81	2 350	1 990	450
5	82	3 900	3 100	700
7 ½	85	5 500	4 800	850
10	85	7 500	6 400	1 125
15	86	11 100	9 500	1 575
20	87	14 500	12 750	1 875
25	88	18 100	15 900	2 200
30	89	21 300	19 100	2 350
40	89	28 700	25 500	3 250
50	89	35 700	31 800	4 000
60	89	43 000	38 400	4 750
75	90	53 000	47 800	5 250
100	90	71 000	63 800	7 250
125	90	87 000	79 500	9 000
150	91	105 000	95 600	8 5000
200	91	140 000	127 500	12 500
250	91	175 000	159 000	16 000

Notas:

(1) En el caso de un funcionamiento no continuo, aplicar un coeficiente de simultaneidad, determinado a ser posible mediante ensayos.

(2) Para un ventilador o una bomba que impulse el fluido hacia el exterior, utilizar los valores de la última columna.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 13. Sistemas aplicables por diferentes actividades, aparatos y motores, paredes y divisiones

Aplicaciòn			Sistema									
			Unidades individuales				Estaciones centrales					
			Expansión directa		Todo agua		Todo aire				Aire agua	
			Por habitación de 100 a 6 000 kcal/h	Unizonal 6 000 kcal/h	Ventilación serpentín		Simple corriente de aire				Sistemas de aire primario	
					Aire reticulado	Con aire exterior	Enfriamiento adiabático	Recalentado		Zona múltiple conducto único	Agua secundaria inducción A.V. – A.P.	Unidad ventilador serpentín con A. E.
								En la unidad terminal	En la conducción			
Instalaciones de una sola finalidad	Residencias	Medias	X									
		Grandes		X	X		X			X		
	Restaurantes	Grandes		X			X		X			
		Medias		X			X	X	X	X		
	Tiendas			X								
	Iglesias			X			X			X		
	Teatros						X					
	Auditorios						X					
	Fábricas (confort)			X			X			X		
Instalaciones de varias finalidades	Edificios de oficinas					X	X			X		
	Cuartos	Hotel			X	X	X			X	X	
		Motel			X	X	X					
	Edificios de apartamentos					X	X		X		X	X
	Hospitales								X		X	
	Escuelas y colegios					X	X	X	X	X		
	Museos											
	Bibliotecas de libros	Normales		X			X		X	X		
		Raros		X					X			
	Centro de ventas			X			X			X		
	Laboratorios	Pequeños		X		X	X		X	X		
		Grandes					X	X			X	

A. V. – Alta Velocidad A.P.- Alta presión A.E.- Aire Exterior

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 14.Características de equipos de aire acondicionado

Diámetro en ductos circulares o diámetro o lado mayor para helicoidales rectangulares respectivamente. (cm)	Calibre lámina						Juntas trans. para unir tramos de ductos * (mm)	Refuerzo mínimo requerido (mm)	Separación máxima de refuerzo (cm)
	Aluminio	Acero galvanizado							
	Redondos	Presión baja		Presiones media o alta					
		Rectangulares y redondos	Helicoidales	Unión en espiral	Unión longitudinal	Juntas soldadas			
Hasta 25	24	26	24	26	24	22	50 deslizable		
De 26 a 35	24	26	24	24	22	20			
De 36 a 60	22	24	22	24	22	20	100 deslizable		
De 61 a 90	20	22	20	22	20	20	100 deslizable		
De 91 a 130	18	20	18	24	20	18	100 deslizable		
De 131 a 155	16	18	16	--	18	18	Brida de 32x32x3	Ángulo 32x32x3	180
De 156 a 215	14	16	14	--	16	16	Brida de 38x38x3	Ángulo 38x38x3	120

Para presiones bajas son adecuadas la de: cabeza deslizable, sección deslizable. Tipos: tubo, rollo o muebles (resortes), cierre de plenum y brida gemela

CIUDAD DE MÉXICO

a. En general, el equipo seleccionado debe satisfacer las demandas de acondicionamiento de aire y combinar la velocidad de flujo del aire de renovación con la temperatura establecida y la humedad ambiental; se deben emplear los filtros adecuados y la distribución se debe efectuar por medio de ductos con aislamiento apropiado equipados con difusores y rejillas de inyección y extracción, asimismo contar con el sistema de tuberías y accesorios adicionales que el equipo requiera para su funcionamiento.

b. El equipo mecánico no debe transmitir vibración excesiva a la estructura y sus cargas estáticas y dinámicas deben tomarse en cuenta en el diseño de la propia estructura.

c. En el diseño del equipo mecánico y de sus accesorios se deben considerar las deflexiones de la estructura, sean éstas verticales u horizontales así como los asentamientos de la cimentación.

   Debe evitarse la interacción entre la estructura y los equipos mecánicos, que produzcan funcionamientos incorrectos en uno u otro elemento, tales como vibraciones en resonancia u otros fenómenos.

d. Los equipos deben cumplir con la norma de nivel máximo de ruido. Debe existir aislamiento acústico entre las zonas de máquinas y los demás espacios.

   En caso de exceder el nivel de decibeles que se establece como máximo tolerado, se deben instalar los sistemas necesarios para que se reduzca el ruido y no afecte a otras partes de la misma edificación o áreas circunvecinas.

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 15. Requisitos para soportes de ductos

Ductos horizontales						Separación máxima del colgante (m)	Ductos verticales			
Sección del ducto		Alternativa					Alternativas			Espaciamiento vertical máximo (m)
		Colgantes		Soporte tipo trapecio			Solera lámina		Solera o ángulo de acero (mm)	
Rectángulo mayor en (cm)	Circular diámetro en (cm)	Lámina calibre no. 18 ancho (mm)	Alambre galvanizado calibre No. (1)	Diámetro alambrón o varilla (mm)	Ángulo de acero (mm)		Ancho (mm)	Calibre no.		
45 75	25	25	18	4	No se usa	3,00	50 50	18 16	25x3	2.40
90 120 150 215	50 150	30	8 8 No se usa	6 8 9	25x25x3	2,40 1,80 1,20	No se usa	No se usa	25x25x3 28x28x3 38x30x3 51x51x3	3,65
	150	40		Especial para cada caso						

(1) El alambre se sujeta a la solera que va alrededor del ducto.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Todo equipo en operación que pueda causar quemaduras, cortaduras o cualquier otro daño corporal, debe diseñarse con la protección adecuada como guardas, aislamientos, etc.

Las tuberías y aparatos de calefacción deben quedar aislados hasta una altura mínima de dos metros, medidos desde el piso.

f. Cualquier equipo de combustión (hornos, calderas, calentadores o calefactores) debe producir una combustión completa y estar provisto de un dispositivo cuyo diseño y construcción permita desalojar los gases producto de la combustión a la atmósfera exterior, donde se deben instalar los filtros que sean necesarios para reducir el contenido de gases, según se estipula en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente.

g. Para todos los aparatos de combustión, debe asegurarse el abastecimiento suficiente de aire para obtener una combustión correcta con la ventilación y tiro de aire necesarios. En general se debe considerar que cuando el área del local donde estén instalados los equipos de combustión sea menor que 2,50 veces el área en planta del propio equipo, el local debe contar con una ventilación mecánica adicional o aberturas permanentes al exterior.

Todos los sistemas de aire para la combustión deben ser siempre independientes a cualquier otro sistema.

h. Ventilación de equipos.- Los sistemas de extracción, chimeneas y ventilas deben diseñarse con materiales aislantes de modo que no causen quemaduras ni peligro de incendio. La chimenea y/o ventilas no deben cruzar ductos de aire ni cámara impelente, excepto el de aire para la combustión.

Se pueden conectar a una misma chimenea varios equipos, siempre y cuando el sistema de chimenea esté equipado.

CIUDAD DE MÉXICO

SOMBRA DE VOLADOS SOBRE LA FACHADA

Datos:

Ventana con cuadro metálico orientada al oeste, retirada 0.20m y con un alero de 0.60m situado a 0.15m encima de la ventana.

Determinar:

Las sombras debidas al alero y al saliente, a las 14 hrs del 23 de julio, para una latitud de 40° norte.

Solucion:

Azimut del sol= 242°
Altura del sol= 57°

Utilizar las curvas adjuntas.

1. Trazar una horizontal que pasa por 242° de azimut. Corte a la curva E-O en un punto de abscisa 0.6 m/m (Sombra lateral).
2. Trazar por este punto de abscisa 0.6 una paralela a las rectas designadas sombrolat. La abscisa del punto en que esta recta corte la horizontal que pasa por el punto correspondiente a una altura del sol de 57°, es igual a 1.8 m/m (sombra debida al alero).
3. Sombra lateral: 0.6 x 0.2= 0.12 m. (en planta)
4. Sombra debida al alero: 1.8 (0.6 + 0.2) − 0.15 = 1.30 m. (vertical)

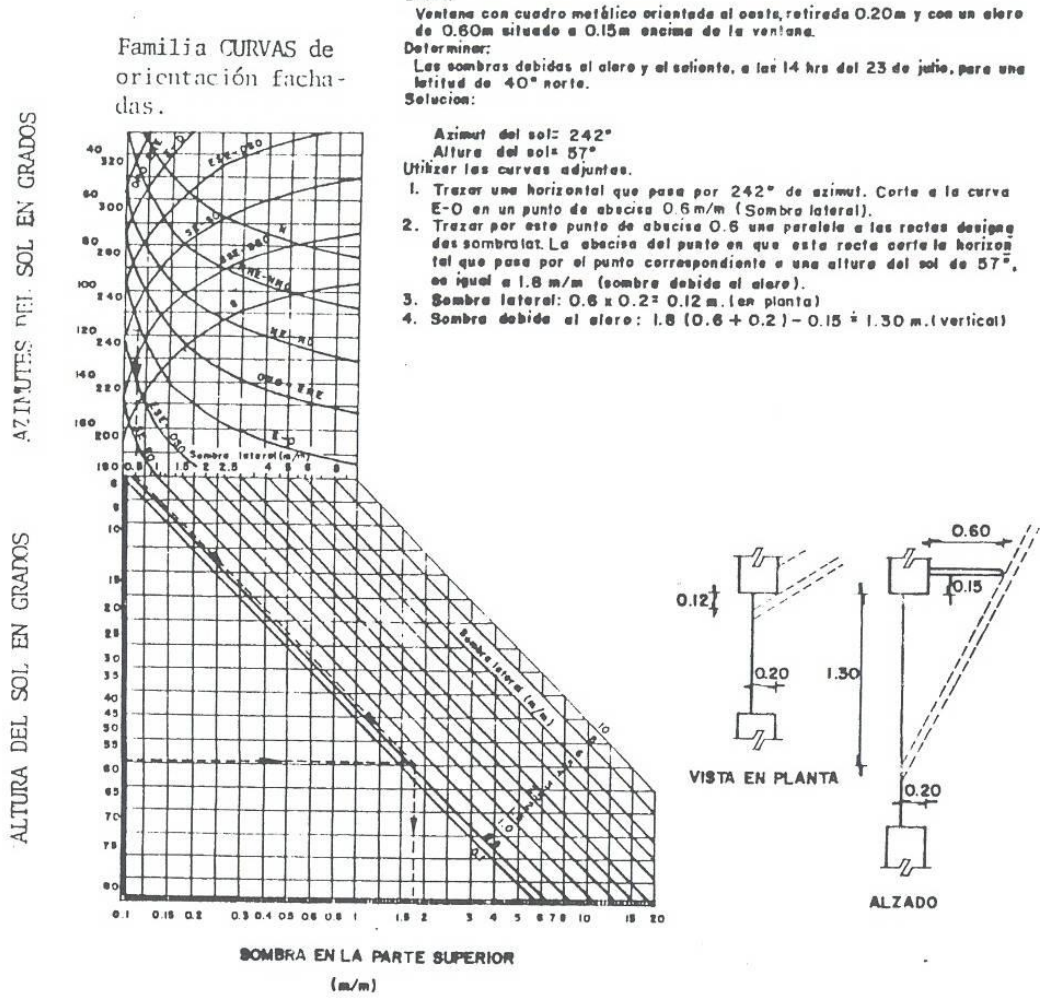


FIGURA 1

007-28

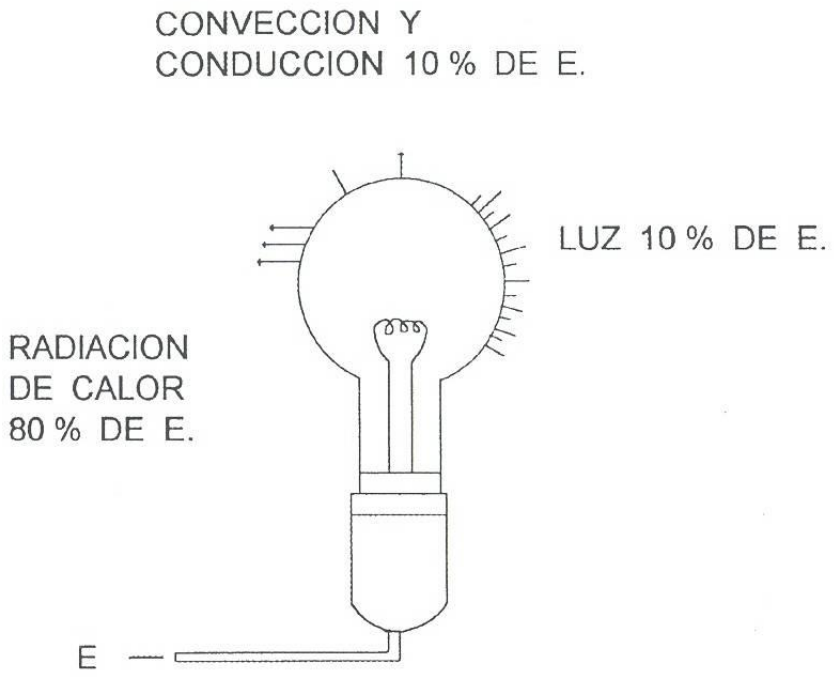


FIGURA 2

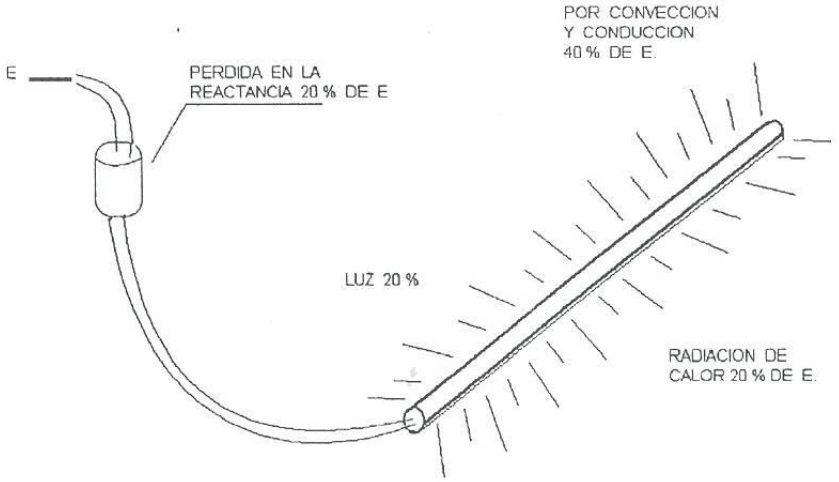


FIGURA 3

007-29

con un control capaz de cerrar tanto el piloto como los quemadores de los aparatos y se cumpla con los siguientes requisitos:

1. Los aparatos conectados deben estar todos en el mismo nivel.

2. Las conexiones a la chimenea general no deben quedar opuestas entre sí, formando grupos contrarios.

3. Cuando dos o más equipos se conecten a un sistema de ventilación, el área de su sección transversal no debe ser menor que la de la conexión mayor, más el 50 por ciento de la suma de las áreas de las demás conexiones.

i. Cualquier local dentro del cual se va a instalar un equipo, debe tener una puerta de acceso del tamaño suficiente para meter las unidades de mayor tamaño del equipo que en él se instale.

Dentro de esta consideración debe tomarse en cuenta la posibilidad de que los equipos mayores puedan desarmarse.

Debe asimismo preverse que la ruta elegida para meter o sacar los equipos desde la calle hasta su localización final, cumpla con esta condición.

C.05. Ductos y accesorios para manejo y conducción de aire.

a. Los ductos de inyección, retorno y toma de aire exterior para aire acondicionado y ventilación deben ser fabricados de lámina galvanizada. La sección y tamaño de los ductos debe ser según se requiera en cada caso; en la Tabla 14 se muestra una alternativa para elegir el calibre de la lámina.

Todos los ductos deben sujetarse a una estructura proyectada ex profeso o a la estructura propia del edificio; en la Tabla 15 se muestra el tipo de soporte y la separación máxima entre ellos. Todos los ductos que sean instalados dentro del edificio, deben ser recubiertos con aislamiento de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, revestidos con papel de aluminio o similar.

Los ductos que sean instalados en el exterior y a la intemperie, deben ser recubiertos con aislamiento de fibra de vidrio de 50 mm de espesor, revestida con papel de aluminio o similar y cubierta impermeabilizante. Los ductos deben proyectarse separados de cualquier material combustible para evitar la propagación de un incendio en caso de presentarse fuego dentro de ellos. Deben diseñarse compuertas contra incendios en los tamaños adecuados según las dimensiones del ducto, en los lugares donde los ductos conectan zonas a lugares diferentes.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Accesorios.

1. Los filtros deben ser seleccionados adecuadamente, sin sobrepasar los niveles de caída de presión, velocidad de paso y eficiencia, deben ser de materiales metálicos y lavables, sobre todo cuando se ocupen para filtrar aire del exterior. Si son necesarios requerimientos mayores de limpieza, se debe añadir un sistema de pre filtrado o de filtros de mayor eficiencia como son los electrónicos o similares.

   En la Tabla 16 se indica para algunos tipos de filtros, su porcentaje de eficiencia y el uso apropiado. En la Figura 5 se muestra el tipo de filtro adecuado para cada tamaño de partículas.

2. Difusores y rejillas: éstos deben localizarse dentro de la habitación o cuarto de tal manera que presenten su mayor eficiencia y rendimiento.

   Los difusores pueden ser multi direccionales de 1, 2, 3 y 4 vías, dependiendo de su ubicación y distribución del aire en el local.

   Las rejillas de inyección deben ser de doble deflexión y al igual que los de retorno deben estar provistas de regulador de volumen con control manual o automático, dependiendo del servicio que vaya a proporcionar.

3. Tuberías y accesorios.

   3.1 Tubos.- Los tubos que trabajen a presión con diámetros de 100 mm o menores deben ser de cobre rígido tipo M.

   Con diámetro mayor de 100 mm deben ser de acero al carbón con extremos lisos para soldar y un espesor de pared acorde a la presión y tipo de trabajo.

   3.2 Aislamiento.- En toda tubería que haya circulación de vapor, agua caliente o fría y la pérdida o ganancia de calor sea factor primordial, se debe colocar un aislamiento térmico a base de fibra de vidrio u otro material aislante con espesor mínimo de 13 mm.

   El aislamiento de las tuberías instaladas en lugares en donde puedan estar sujetas al deterioro, se puede recubrir el aislante con lámina de aluminio corrugado, flejado a cada 30 cm con cinchos de aluminio o de fierro galvanizado, u otro tipo de material que garantice la posición fija del aislante.

   3.3 Juntas de dilatación.- La dilatación de las tuberías se puede compensar con juegos de codos y con el uso de juntas de expansión de tipo deslizante.

CIUDAD DE MÉXICO

3.4 Válvulas.- Para presiones de trabajo de 0,98 MPa (10 kg_f/cm^2) o menores y según la función que desempeñen pueden ser:

Función	Tipo
Para seccionamiento	De compuerta
Para control de flujo	De ancho para diámetros hasta de 50 mm y de cuadro para diámetros superiores
Eliminación de aire	Estas válvulas se instalarán en la parte superior de todo el tramo vertical

4. Trampas de vapor.- Se deben instalar en todas las tuberías de retorno de condensados y equipos de vapor, con las dimensiones y características apropiadas.

5. Controles.- Todo sistema de aire acondicionado debe contar con un equipo de control tipo:

Mecánico: operación de válvulas.

Eléctrico: relevadores, arrancadores, termostatos

Electrónico: Detectores de humos o de gases tóxicos.

Neumáticos: manómetros, interruptores de flujo.

C.06. Espacios requeridos.- en todo proyecto de acondicionamiento de aire es de primordial importancia considerar las áreas necesarias para los equipos, ductos y accesorios que integran al sistema, así como los espacios libres requeridos alrededor de los equipos en función de sus dimensiones y condiciones particulares de instalación, dejando espacios para el fácil acceso a los elementos de operación y control y permitir el mantenimiento y limpieza de todas sus partes, sin necesidad de remover instalaciones permanentes.

El proyectista de acondicionamiento de aire debe tomar como base el proyecto arquitectónico del edificio, a efecto de diseñar su sistema en tal forma que funcione eficientemente y que sus elementos constitutivos se adapten a los elementos estructurales, evitando que provoquen interferencias con las diversas instalaciones del edificio; para tal fin se deben señalar los servicios de agua, vapor, desagües y energía eléctrica entre otros, que sean requeridos por el proyecto de acondicionamiento de aire y ventilación, para que mediante la coordinación adecuada con los proyectistas de estas instalaciones, se puedan tomar en cuenta las previsiones de tuberías, capacidades de equipos y alimentaciones eléctricas correspondientes.

CIUDAD DE MÉXICO

C.07. Control de presentación del proyecto.

a. Durante el desarrollo del proyecto, el representante del Gobierno del Distrito Federal puede ordenar modificaciones o cambios que considere pertinentes, resultado de las revisiones y juntas de coordinación. Dichos cambios deben ordenarse por escrito.

b. El proyecto de acondicionamiento de aire debe dibujarse sobre planos maduros del proyecto arquitectónico, señalando en plantas y cortes la distribución de difusores y extractores, dimensiones y tipos de rejillas, ductos, equipos y líneas hidráulicas que se requieran para su funcionamiento; el proyecto debe contener todas las especificaciones, notas y detalles que sean necesarios, así como el dimensionamiento completo de sus elementos que permitan la claridad y precisión para su ejecución en obra.

c. Los planos originales que el proyecto requiera para su complemento, deben dibujarse tal como se indica en el capítulo 2.03.01.001 “Presentación del proyecto” Libro 2 tomo I, de estas Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

d. Ajunto a los planos del proyecto, el contratista debe presentar una relación de equipos y elementos que formen parte del sistema, señalando con claridad las características y datos precisos que permitan su identificación. Asimismo, debe entregar la memoria de cálculo correspondiente, en la que se deben indicar los criterios y consideraciones que sirvieron de base para determinar la solución del proyecto.

e. El sistema se debe dibujar sin escala de manera clara y precisa, sin dar lugar a interpretaciones erróneas. Se deben incluir además los cortes y detalles que sean necesarios.

f. En los planos y en la memoria se debe describir el tipo de proyecto y características del equipo propuesto.

g. Simbología.- Para la presentación gráfica del proyecto se pueden usar los símbolos que se muestran en la Tabla 17.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16. Filtros.

Tipo	Eficiencia %	Uso y aplicación
Fibra de vidrio desechable	60	Ventilación en general
Fibra aspen renovable	60-80	Ventilación general.
Metálico lavable	60	Aire acondicionando y ventilación comercial e industrial
Metálico lavable con baño de aceite	65-80	Aire acondicionado y ventilación en general
Seco con montura o marco	84-95	Ventilación y aire acondicionado en general
Seco de alto rendimiento	99-97	Donde se requiere aire exento de polvo
Seco de alto rendimiento tipo bolsa	90-99	Para hospitales, laboratorios y cuartos de aire estéril.
Seco neumático	80-90	Recirculación de aire acondicionado
Electrónico	85-90	Calefacción y aire acondicionado
Electrostático	85-90	Sala de computadoras y donde se requiera aire exento de polvo.

CIUDAD DE MÉXICO

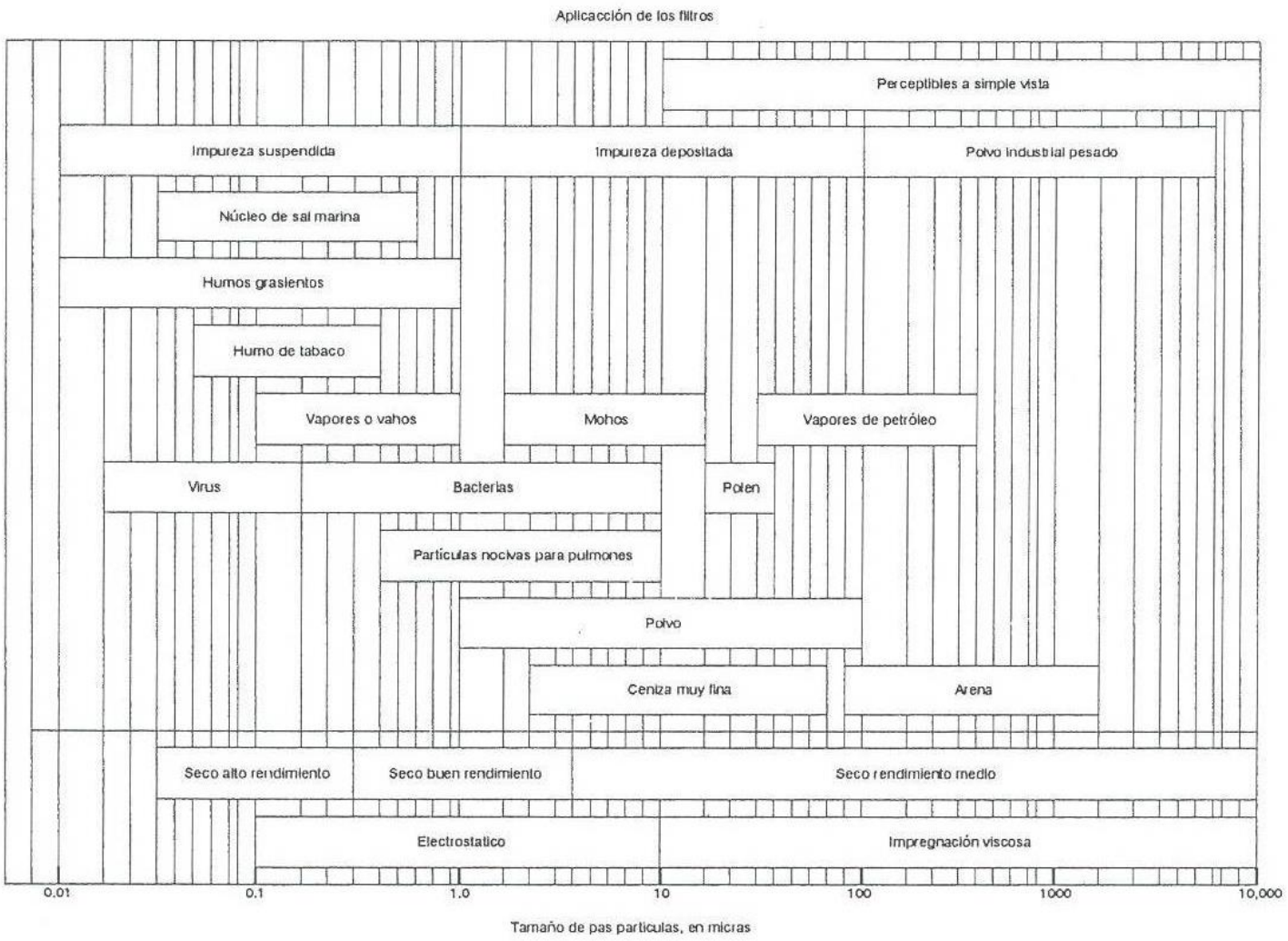


Figura 6 Aplicación de los filtros.

CIUDAD DE MÉXICO

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

D.01. Elaboración del proyecto ejecutivo del sistema de aire acondicionado con balance térmico para una edificación. El arancel incluye: los materiales necesarios para el dibujo, levantamiento de campo si fuera necesario, especificaciones, memorias de cálculo y descriptiva, planos, catálogo de conceptos con sus unidades de medida y cantidades de obra, manuales de operación, conservación y mantenimiento, los servicios profesionales de ingenieros, arquitectos y personal técnico especializado, así como operarios de computadoras, programadores y auxiliares que intervengan, equipos de cómputo, copiadoras, calculadoras, impresoras y demás equipos y herramientas necesarias para la elaboración correcta del proyecto, copiado de planos, maduros, impresión de memorias; los honorarios y salarios del personal que intervenga en el proyecto; así como los indirectos, las utilidades del contratista y los cargos contractuales que se estipulen. El proyectista debe entregar el proyecto en forma impresa y en medios magnéticos al representante del Gobierno del Distrito Federal.

La unidad de medida puede ser el metro cuadrado con dos decimales de aproximación, el plano o el proyecto.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la superficie en planta de la edificación que cubra el proyecto, contar el número de planos o el proyecto completo, según líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se debe estimar una vez entregados los planos o parte del proyecto según se tenga establecido en el programa y aceptados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CIUDAD DE MÉXICO

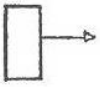
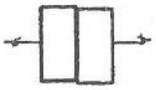
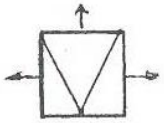
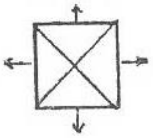
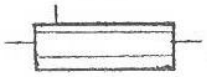
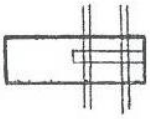
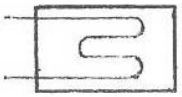
( ) Elaboración del proyecto ejecutivo del sistema de aire acondicionado con balance térmico para una edificación

( ) Proyecto de sistema de aire acondicionado $/m2

( ) Proyecto de sistema de aire acondicionado $/plano

( ) Proyecto de sistema de aire acondicionado $/proyecto

Tabla 17. Simbología

Descripción	Símbolo
Ducto	
Compresor reciprocante	
Difusor de 1 vía	
Difusor de 2 vías	
Difusor de 3 vías	
Difusor de 4 vías	
Compresor rotativo	
Condensador de agua	
Condensador de aire	
Evaporador de placa	
Evaporador serpentín	

Evaporador de aletas

Torre de enfriamiento

Válvula automática de expansión

Válvula manual de expansión

Válvula termostática de expansión

Termostato

Humidificador

Bulbo térmico

Válvula de flotador, lado alto

Válvula de flotador, lado bajo

Tubería

Agua helada — AH —

Agua helada retorno - - - - AHR - - -

Descarga refrigerante — DR —

Retorno descarga

Difusor y rejilla aire exterior

Sección de ducto

Difusor y rejillas

Anemostato difusor redondo

D.02. En otro tipo de sistemas de aire acondicionado como son frigoríficos, hornos o ventiladores especiales, se determinarán en cada caso particular, los criterios de medición y bases de pago.

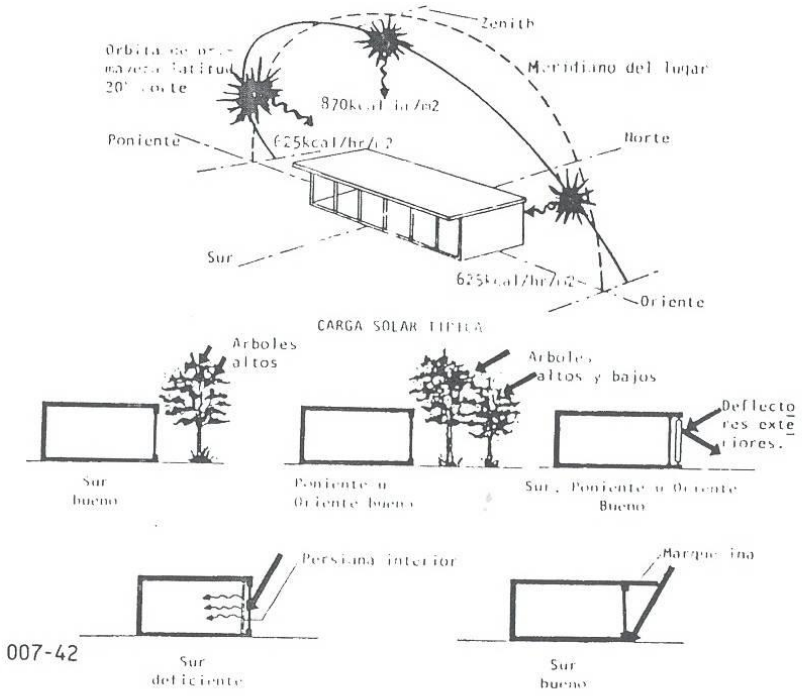


FIGURA 4

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	09	INSTALACIONES EN EDIFICIOS
CAPITULO	008	EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE TRANSPORTE

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es la selección y dimensionamiento de equipos, controles y dispositivos de seguridad para el transporte de personas y objetos dentro de una edificación, en sentido vertical, horizontal o inclinado, presentados en un conjunto de planos, gráficas y/o esquemas.

A.02. Los equipos electromecánicos de transporte se clasifican en:

a. Ascensor .- Mecanismo para transporte vertical que se mueve entre guías y equipado con cabina para pasajeros; es accionado por motor eléctrico y sirve para comunicar dos o más pisos de una edificación. Según su capacidad y uso pueden ser para:

1. Tráfico ligero (4ª 8 personas)
2. Tráfico normal (8 a 10 personas)
3. Tráfico intenso (más de 10 personas)
4. Especiales

b. Escalera eléctrica - Mecanismo de transporte inclinado constituido por peldaños apoyados en cadenas de arrastre accionadas por energía eléctrica.

c. Montacargas.- Mecanismo de transporte vertical equipado con una plataforma destinada al transporte de materiales, equipos, vehículos u otros utensilios, con las mismas características que los ascensores.

d. Acera móvil.- Mecanismo para transportar pasajeros de pie, los cuales pueden permanecer inmóviles o caminar sobre ella; su inclinación varía entre 0º y 15º, respecto al plano horizontal.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS.

B.01. Existen algunos conceptos que interviene o pueden intervenir en los proyectos de Equipos Electrodomésticos de Transporte que se tratan en toros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientas en los capítulos indicados y en la siguiente tabla de los cuales ya no se hará referencia en el texto de éste capítulo.

Concepto.	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		D. D. F.
Generalidades de obra civil	2.03.01.001	D. D. F.
Edificaciones	2.03.02.002	D. D. F.
Estructuras	2.03.09.003	D. D. F.
Instalaciones Eléctricas	2.03.09.003	D. D. F.
Sistemas contra incendios	2.03.09.005	D. D. F.

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. El proyectista deberá determinar la población total del edificio en función del número de ocupantes, el número de visitantes y su distribución por piso, así como el desplazamiento de éstas de piso a piso.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Para justificar la necesidad de un determinado equipo de transporte, se deberán analizar las diferentes características especiales que varían según el tipo de edificación, como son, entre otras: la distribución de diferentes actividades en cada planta, el número de pisos, el movimiento numérico de personas y objetos, el volumen de transportación por unidad de tiempo; dando como resultado velocidad, intervalo en su caso y capacidad del equipo.

C.03. La elaboración de proyectos de equipos electromecánicos de transporte, se deberá coordinar con los proyectos arquitectónicos, estructural y de instalaciones, así como con las empresas fabricantes, quienes proporcionarán el diseño, especificaciones e instructivos para cada equipo en particular.

C.04. Los equipos electromecánicos de transporte deben estar provistos de dispositivos de seguridad que permitan suspender su operación en casos de emergencia.

Para casos de suspensión del suministro de energía eléctrica, debe instalarse una planta de emergencia, que permita continuar el servicio, aunque sea en condiciones mínimas.

C.05. Se deberán prever los defectos de hundimientos diferenciales y la acción de sismos, así como incluir en el proyecto las protecciones contra incendios

C.06. Para seleccionar el equipo de transporte vertical, se deben analizar los siguientes aspectos:

a. Localización de los equipos dentro del proyecto arquitectónico.

b. Agrupamiento y operación.

c. Distribución del vestíbulo.

d. Acceso adecuado.

e. Forma y tamaño de las cabinas para el mejor confort de los pasajeros.

f. Medidas y posiciones de las puertas.

C.07. En los proyectos de sistemas electromecánicos de transportación, se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

a. Velocidad de régimen, es la relación de la distancia mínima recorrida por el equipo en sentido ascendente por unidad de tiempo, y con la carga de régimen.

b. Carga de régimen, es el peso máximo que puede transportar el equipo a la velocidad de régimen.

c. Intervalo, es el tiempo máximo que debe esperar un pasajero o el objeto a transportar desde que llega a demandar el servicio hasta abordar el transporte.

d. Zona de nivelación, es la distancia medida arriba o abajo de la pared del elevador, dentro de la cual opera el sistema de nivelación del carro.

CIUDAD DE MÉXICO

En la tabla 1 se proporcionan datos básicos para el cálculo aproximado del número de usuarios, según los diferentes tipos de edificación.

C.08. Para el diseño de los elevadores se seguirán básicamente los pasos consignados en el diagrama de la figura 1 y además lo siguiente:

a. El ancho del acceso al carro será de 700 mm como mínimo para una persona y de 800 mm para silla de ruedas, ambos para tráfico ligero. En elevadores de alta capacidad, se requieren 1100 mm para el paso simultáneo de dos personas en cualquier sentido de circulación.

b. El equipo motriz de un elevador se seleccionará tomando en cuenta fundamentalmente el sentido del tráfico, cantidad de personas a transportar y la altura del edificio.

c. Las dimensiones del cubo se calcularán de acuerdo al tamaño del elevador con las medidas mínimas requeridas y considerando las holguras necesarias, según las recomen daciones del fabricante.

d. El ancho de un cubo para varios carros, se determinará sumando a las medidas indicadas en el sub-inciso anterior, los espacios requeridos para las vigas intermedias y las guías con sus soportes.

C.09. Para proyectar las superficies de vestíbulos de embarque y desembarque y de pasillos que conduzcan a los elevadores, se deberán considerar los períodos de máximo uso y una área no menor de 0.40 m2 por persona.

C.10. Para proporcionar un servicio eficiente a los usuarios, se deberán minimizar los tiempos de los factores de:

a. Carga.

b. Transferencia.

c. Cerrado y apertura de puertas.

d. Viaje.

La suma de los tiempos citados, se calculará previa determinación del número probable de paradas en cada piso. En la tabla 2 se proporcionan velocidades de régimen para elevadores de diversas capacidades.

CIUDAD DE MÉXICO

C.11. Todos los elevadores deben contar con un indicador de posición en los diferentes niveles, el cual se colocará en los lugares donde no quede duda del elevador al cual pertenece; deberá encender anticipadamente a la llegada del carro y asegurar al pasajero que su llamada ha sido registrada.

C.12. Para facilitar el uso de elevadores automáticos, se deberán emplear controles, colores idénticos y símbolos en lugar de letreros para comunicar las instrucciones requeridas. A continuación se indican algunos tipos de controles, con recomendaciones para su elección y uso:

a. Control normal de botones. Su aplicación está limitada a elevadores ligeros.

b. Control direccional. Se aplica cuando existe tránsito entre los diferentes niveles de una edificación y en los sentidos de subida y bajada; se emplea en todos los elevadores de uso general y en los de tránsito intenso, ya sea uno solo o más en grupos, con sistema de supervisión adicional o sin él.

c. Control colectivo de bajada. Se emplea cuando no existe tránsito entre los diferentes pisos, como en edificios de departamentos, donde el carro transporta a los usuarios directamente de sus respectivos pisos a la planta de desembarque o viceversa.

C.13. Los elevadores equipados con sistema colectivo de control y puertas automáticas en los carros y en el cubo, deberán tener un indicador de posición del carro que se colocara arriba de la entrada del elevador, el cual deberá mostrar la dirección en que se mueve y la identificación del piso o nivel en que se encuentre y contará además con un botón de selección del piso.

C.14. En edificaciones donde un gran número de personas (250 ó más en un lapso de 5 minutos) estén en continuo movimiento entre diferentes niveles y que permanezcan poco tiempo en cada lugar, originando un volumen de tránsito aproximadamente uniforme, se recomienda instalar escaleras eléctricas. Estas presentan como ventajas respecto a los elevadores, la eliminación de tiempo de espera, aceleración y desaceleración, vestíbulos y así mismo, la reducción de interferencias entre pasajeros.

C.15. Para el diseño de escaleras y aceras eléctricas, se deberán considerar los datos que proporcione el fabricante; a modo de guía, se muestra la figura 2 y los datos básicos de la tabla 3.

C.16. Para resguardar las escaleras electromecánicas, en caso de producirse fuego en sus proximidades, se deberá proyectar un sistema apropiado de protección contra incendios.

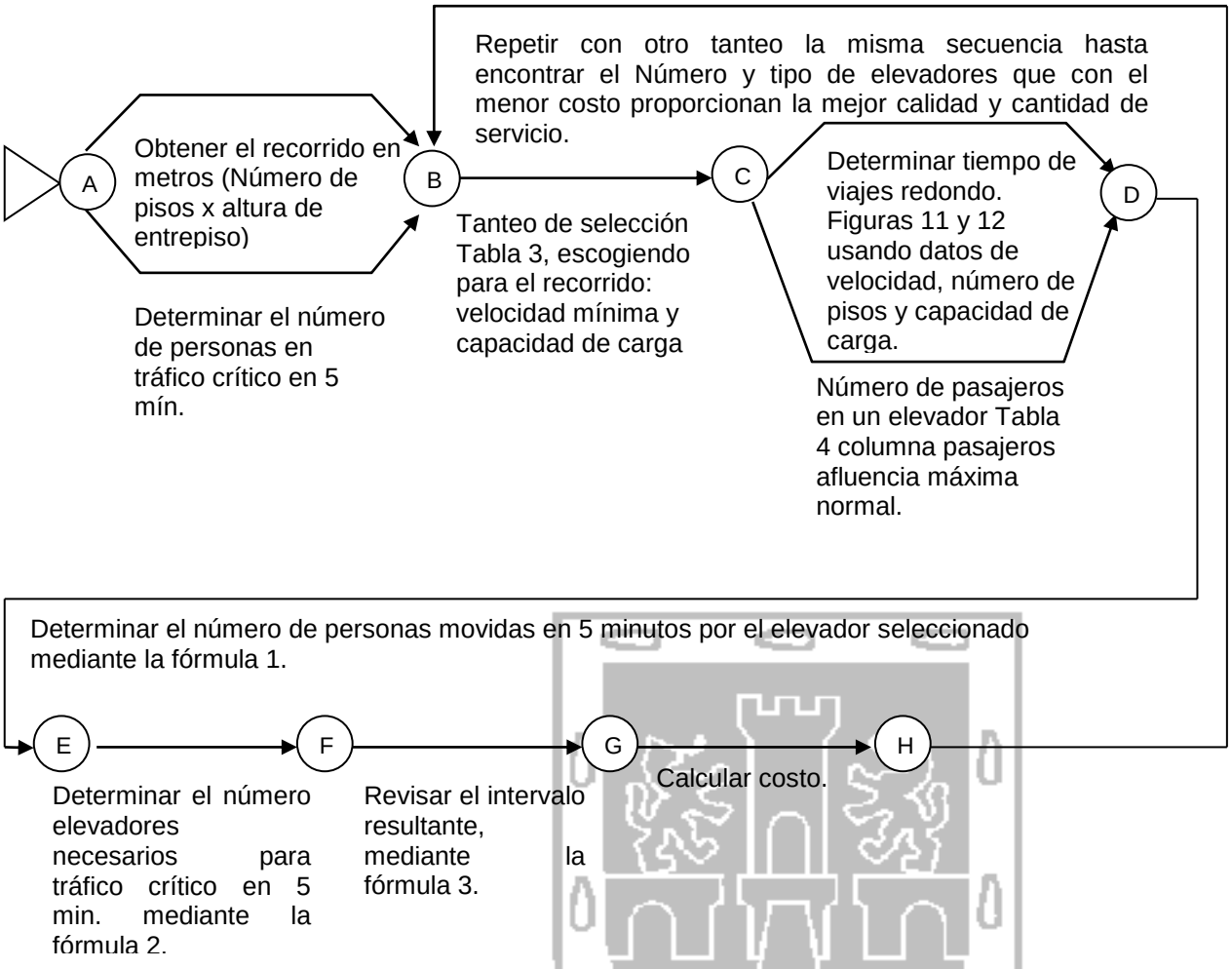
D. CONCEPTOS DE PROYECTO, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

CIUDAD DE MÉXICO

D.01. El proyecto de equipos de transportación mecánica comprenderá la selección y dimensionamiento de los mismos y de sus mecanismos de tracción, así como la coordinación con los encargados de los proyectos arquitectónicos de la edificación, estructurales y de las diferentes instalaciones; la elaboración de las memorias descriptiva y de cálculo, especificaciones, cantidades de obra y los planos requeridos, en planta, cortes y detalles, dibujados con nitidez; los manuales de operación y mantenimiento y la asesoría necesaria durante la colocación de los equipos de transportación.

D.02. El costo del proyecto deberá convenirse para cada caso, de acuerdo a las indicaciones del Departamento; pero podrá quedar comprendido en el precio del suministro de los equipos, de común acuerdo con el fabricante.

CIUDAD DE MÉXICO



Np = 60 seg. X 5 min. (Número de pasajeros por viaje) (1)

Tiempo viaje redondo en segundos

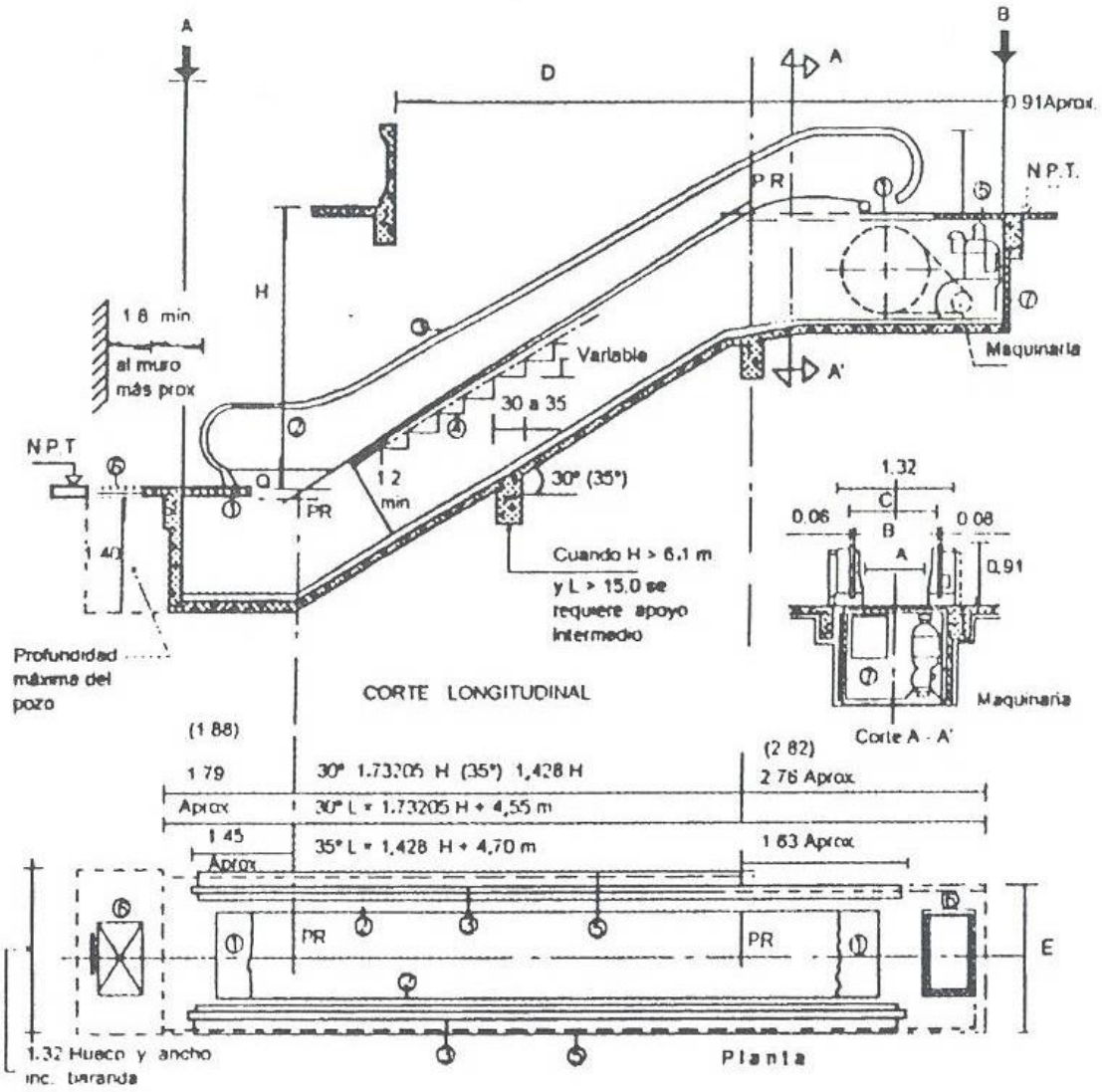
Nc = Número de personas en tráfico crítico. (2)

Número de personas movidas en un viaje por elevador seleccionado.

$$i = \frac{\text{Tiempo de viaje redondo}}{\text{Número de elevadores}} \quad (3)$$

CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA 1 Diagrama del proceso de selección.



Para la coordinación con el proyecto arquitectónico son los claros del hueco "L" y "E" los datos de mayor importancia

Para el diseño estructural las cargas a considerar son:

Ancho B, en m	Carga en A, en kg	Carga en B, en kg
0.84	3000 + 0.7 H	3500 + 0.7 H
1.24	4000 + 0.8 H	4500 + 0.6 H
		H en mm.

PR Punto de referencia

① Placa perne
② Paramento interior cóncavo
③ Pasamanos
④ Rodapié
⑤ Recubrimiento de barandilla
⑥ Registro
⑦ Rejilla de ventilación

FIGURA 2 ESCALERA ELECTRICA

Tabla 1. Datos básicos para el diseño de elevadores de pasajeros

Tipo de edificio	Número de habitantes	Capacidad de manejo en 5 minutos de la población total calculada en porciento.	Intervalo (espera máxima por segundos)	Observaciones
Departamentos	1.85 por recámara	7	90 a 120	En edificios de un solo elevador
Oficinas ocupadas por un solo arrendatario	1 cada 10m2 del área rentable	17	35 a 40	
Oficinas ocupadas por varios arrendatarios	1 cada 10m2 del área rentable	17	35 a 40	
Hoteles	1.50 por cuarto	10	50	Considerando además de la ubicación de bares, clubes nocturnos, salas de conferencias, etc. Los elevadores de servicio serán aproximadamente el 50 porciento del número de elevadores de pasajeros.
Hospitales	2.4 por cama de hospital	10	45	
Centros comerciales, bancos, etc.	1 por cada 2 m2 del área utilizable para la función básica del edificio	10 a 20	35 a 40	La mayor parte del tráfico se manejará por escaleras eléctricas.
Estacionamientos con rampa, sin servicio de choferes.	1.50 por espacio de estacionamiento.	10	50	Si está próximo en un almacén comercial: 2 personas.
Estacionamientos con elevadores de autos y servicio de choferes	1 elevador por cada 100 autos.			Deben instalarse elevadores de pasajeros.

Notas:

Estos porcentajes representan el tráfico promedio; para tráfico ligero, restar 15 por ciento del porcentaje señalado y para tráfico intenso, sumar 15 porciento.

Ejemplo: promedio = 7% - (15% de 7) = 5.95 %; intenso = 7% + (15% de 7) = 8.05%

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 2. Velocidades del régimen y recorridos de elevadores para pasajeros.

Tipo de edificio	Capacidades usuales en Kg.	Velocidad mínima para el recorrido correspondiente en m/seg.	Recorrido en m hasta
Oficinas y hoteles	840	1.00	30
	1,400	1.75	45
		2.50	51
	1,680	3.50	75
		4.00	105
	1,820	5.00	mayor de 105
Departamentos	560	0.50	21
	840	1.00	30
		1.75	45
	1,120	2.00	51
		2.50	75
		3.50	105
Hospitales	1,680	0.50	21
		1.00	30
		1.75	45
		2.00	51
	1,820	2.50	75
		3.50	105
Centros comerciales	1,400	1.00	21
		1.75	39
		2.00	51
	1,680	2.50	75
	2,380	3.50	105

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 3. Datos básicos para equipos de transporte mecánico (escaleras y aceras móviles)

Escaleras eléctricas (inclinación 30º) (1)										
Numero de carriles	Capacidad (2) persona/hora		Ancho en m				Velocidad m/seg.		Hueco en el techo en m	
	Normal	Máxima	Espaciamiento m2/persona	"A" Huella	"B" a 0.91 m de alto de la huella	"C" a centros de pasamanos	Normal	Máxima	"D" largo piso terminal	"E" ancho
1	3040	4050	0.200	0.61	0.84	0.92	0.45	0.64	6 a 7.6	1.32
2	6080	8100	0.208	1.02	1.24	1.32	0.45	0.64	6 a 7.6	1.83
Aceras móviles (3) (inclinación 0º a 15º)										
1	5000	6000	0.301	0.69	0.84	0.99	0.60	0.71	--	--
2	7200	10000	0.301	0.99	1.14	1.30	0.60	0.71	--	--

Notas:

(1) las escaleras eléctricas deben hacerse funcionar en dos sentidos: subiendo y bajando, con lo que se logra en horas así previstas, el transporte en un sentido de todas las instalaciones de un edificio, conveniente por ejemplo, en las horas de entrada y salida general.

(2) Los datos de capacidad están referidos a velocidades normales.

(3) En las aceras móviles, se obtiene mayor capacidad de transporte al evitarse la disminución en la velocidad de acceso, por la facilidad que presenta una superficie plana en la sincronización del paso al momento de abordarlas.

Todos los datos son aproximados y varían según el fabricante; deben confirmarse al seleccionar la marca y modelo.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	10	CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS
CAPITULO	001	ALBAÑILERÍA Y ACABADOS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Es la selección y dimensionamiento de elementos secundarios, tales como castillos, dalas y muros, que proporcionan solidez a las edificaciones y en el caso de muros divisorios, adaptar las edificaciones a las necesidades funcionales de las mismas, que están contenidas en el proyecto arquitectónico. Los elementos estructurales de concreto y/o mampostería (columnas, trabes, losas, muros de carga, zapatas de cimentación), se deben proyectar según lo indicado en el capítulo 2.03.08.002 “Estructuras”.

A.02. Proyecto de acabados es la selección y dimensionamiento de materiales de recubrimiento o terminado superficial de los elementos constructivos para lograr su apariencia y presentación final, que está contenido en el proyecto arquitectónico.

A.03. Las obras de albañilería que comprenden este capítulo se clasifican en:

a. Castillos y dalas, cuya función es reforzar y confinar muros divisorios.

b. Muros divisorios o de relleno, que sin tener alguna función estructural sirven para delimitar áreas o aislarlas térmica, acústica y visualmente o con fines decorativos.

1. En cuanto a su construcción pueden ser:
   - 1.1. Cerrados o ciegos.
   - 1.2. Mixtos.
   - 1.3. Celosías, construidas con piezas prefabricadas con espacios huecos o con piezas macizas, formando los huecos al ser colocadas éstas.

2. En cuanto a su acabado pueden ser:
   - 2.1. Con acabado aparente que no necesitan un terminado o recubrimiento adicional.
   - 2.2. Que requieren algún recubrimiento.

3. En cuanto al material de construcción se clasifican en:

   3.1. Ligeros: de madera, de plástico reforzado con fibra de vidrio, poliuretano, aluminio, yeso combinado con otros materiales, otros.

   3.2. Semipesados: tabique recocido, tabique hueco, tabicón y otros materiales similares.

   3.3. Pesados: block de concreto, mampostería de piedra y concreto hidráulico.

c. Techos.- Tipo de terminación de las cubiertas de concreto colado en obra o prefabricados y el diseño de piezas apropiadas para formar bóvedas con el acabado que se desee obtener.

A.04. Los acabados asimismo pueden clasificarse según el elemento al cual se aplican:

a. En muros (ver tablas 1, 4, 6 y 7).

   1. Interiores
   2. Exteriores

b. En pisos (ver tablas 5, 9 y10).

   1. Integrales, simultáneos a la hechura del piso.
   2. A base de piezas o recubrimientos.

c. En plafones (ver Tabla 1 y13).

   1. Aplicados directamente a las losas o cubiertas.
   2. Falsos plafones suspendidos de la losa o techo.

A.05. El presente capítulo tiene por objeto establecer las directrices en el proyecto arquitectónico de una edificación, para la correcta ejecución de los trabajos de albañilería y acabados.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

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

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Ley para las personas con discapacidad en el Distrito Federal.		G. D. F.
Reglamento de la Ley para las personas con discapacidad en el Distrito Federal.		G. D. F.
Manual Técnico de Accesibilidad.		G. D. F.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		G. D. F.
Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico.		G. D. F.
Presentación del proyecto.	2.03.01.001	G. D. F.
Estructuras	2.03.08.002	G. D. F.
Elementos separadores de ambiente a base de vidrio, cristal o materiales plásticos.	2.03.10.005	G. D. F.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

E.01. Los muros divisorios no deben formar parte de ningún elemento estructural de la edificación para evitar que interfieran con el funcionamiento mecánico previsto para la estructura.

Si el muro debe quedar en contacto con algún elemento estructural, entre ambos se debe diseñar una junta elástica que absorba los movimientos diferenciales.

E.02. Los muros divisorios deben contar con los elementos de amarre (castillos, dalas, contraventeos), necesarios para evitar deformaciones, agrietamientos, desplazamientos o desplomes.

E.03. Cuando la longitud del muro lo requiera, se deben prever las juntas de construcción necesarias, según el tipo de material y el espesor del muro.

E.04. Para especificar los acabados de muros, el proyectista debe tomar en cuenta, entre otros, los siguientes factores: tipo y usos de la edificación, localización propia de los muros pudiendo ser interiores o exteriores, en pasillos o en áreas aisladas así como el área que delimitan dichos muros y la cual puede requerir de limpieza especial o resaltar la amplitud del espacio.

E.05. Al especificar acabados en muros exteriores, el proyectista debe considerar el mantenimiento mínimo para el tipo más económico de acabado, así como su resistencia al ataque del intemperismo. Se deben aprovechar las características propias de los materiales de construcción de los muros para que, en caso de ser posible, no se aplique ningún recubrimiento y obtener de esta forma acabados aparentes.

E.06 En caso de recubrimientos de muros que a su vez deban servir de base para materiales de acabado como telas plásticas, pinturas y materiales laminados, entre otros, el proyectista debe tomar en cuenta el tipo de rugosidad o tersura de la superficie para recibir dichos acabados y por lo tanto debe indicar en los planos respectivos, (o bien mediante el empleo de tabulaciones), el tipo de terminación que se requiera en los recubrimientos de base. En la Tabla 1 se relacionan diversos tipos de repellados, aplanados y pastas que pueden utilizarse en recubrimientos de muros y techos.

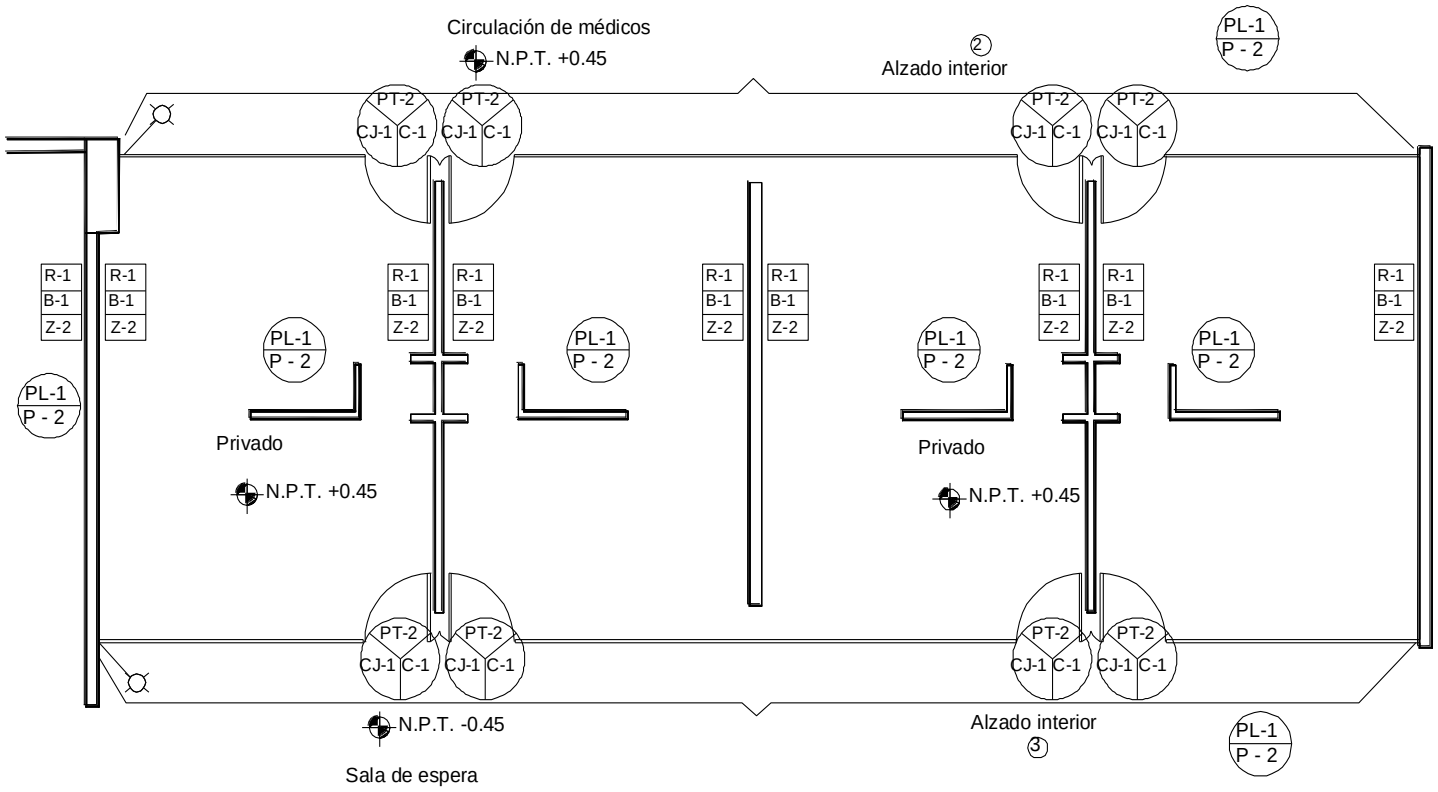
E.07. El tipo de acabado tanto en muros como en techos y pisos, debe señalarse en planos exclusivos para este fin, en los cuales se debe indicar de acuerdo con una simbología predeterminada y su relación correspondiente de terminados, el tipo, paños, áreas y terminación de la superficie en cuestión.

La forma de presentación de los planos puede observarse en el capítulo 2.03.01.001 “Presentación del proyecto” del Libro 2 tomo 1 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

TABLA 1. Recubrimientos en muros y techos.

Materiales	Acabados	Color	Características
Mezcla (cualquier tipo de mortero) para repellado	Tosco	Natural	Base para recibir aplanado y pastas.
Mezcla (cualquier tipo de mortero) para aplanado.	Fino, abierto, rayado, tirol estriado, rústico, con serrote.	Cualquier color.	Presenta características de impermeabilidad y buena apariencia tanto en interiores como en exteriores.
Pasta de cemento blanco, calhidra grano de mármol color mineral.	Picado, rugoso, rayado, tirol, tirol planchado, estriado, rústico.	Cualquier color	Recubrimiento fino de buena apariencia.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 a título ejemplificativo, se muestran plantas, fachadas, cortes y su simbología correspondiente y en las tablas 2 y 3 se indican las especificaciones que pueden establecerse para los tipos de acabados en los diferentes elementos de una edificación; la simbología empleada puede ser adoptada por los proyectistas, salvo otras instrucciones que exprese el representante del Gobierno del Distrito Federal.



Muros

R-1	Indica recubrimiento en muro
B-1	Indica el acabado de la banda
Z-1	Indica tipo de zoclo
	Indica cambio de mat. en muro

Pisos

P-1	Indica tipo de piso
	Indica cambio de mat. en piso
	Indica nivel de piso terminado

Plafones

PL-1	Indica el tipo de plafón
	Indica cambio de mat. en plafón
N.P.T N.P.T	Indica cambio de nivel en plafón

Puertas

PT-2 CJ-1 C-1	Indica tipo de puerta Indica tipo de contramarco Indica tipo de cerrajería

CIUDAD DE MÉXICO

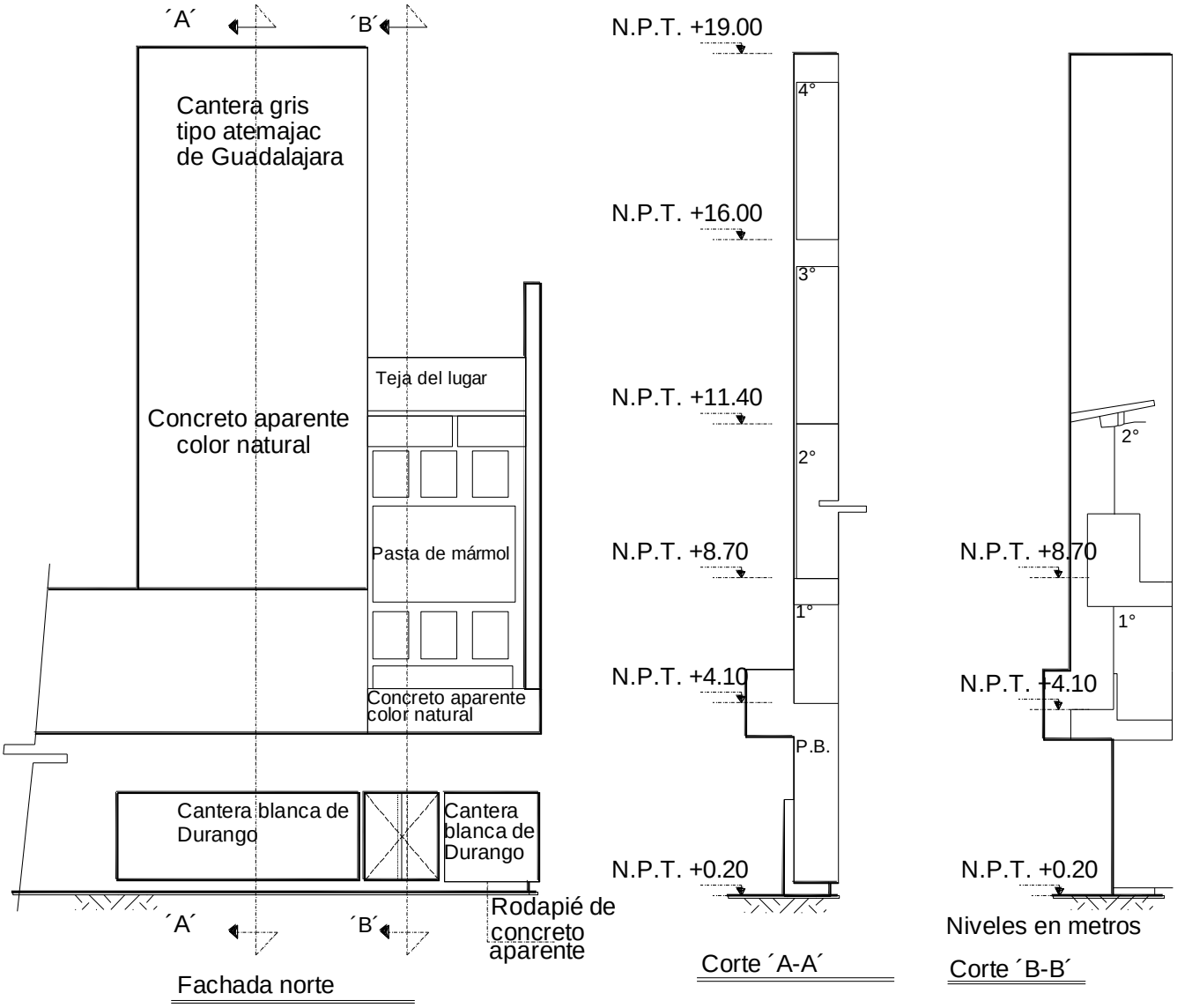


FIGURA 2. Ejemplo de especificaciones de acabados en fachadas

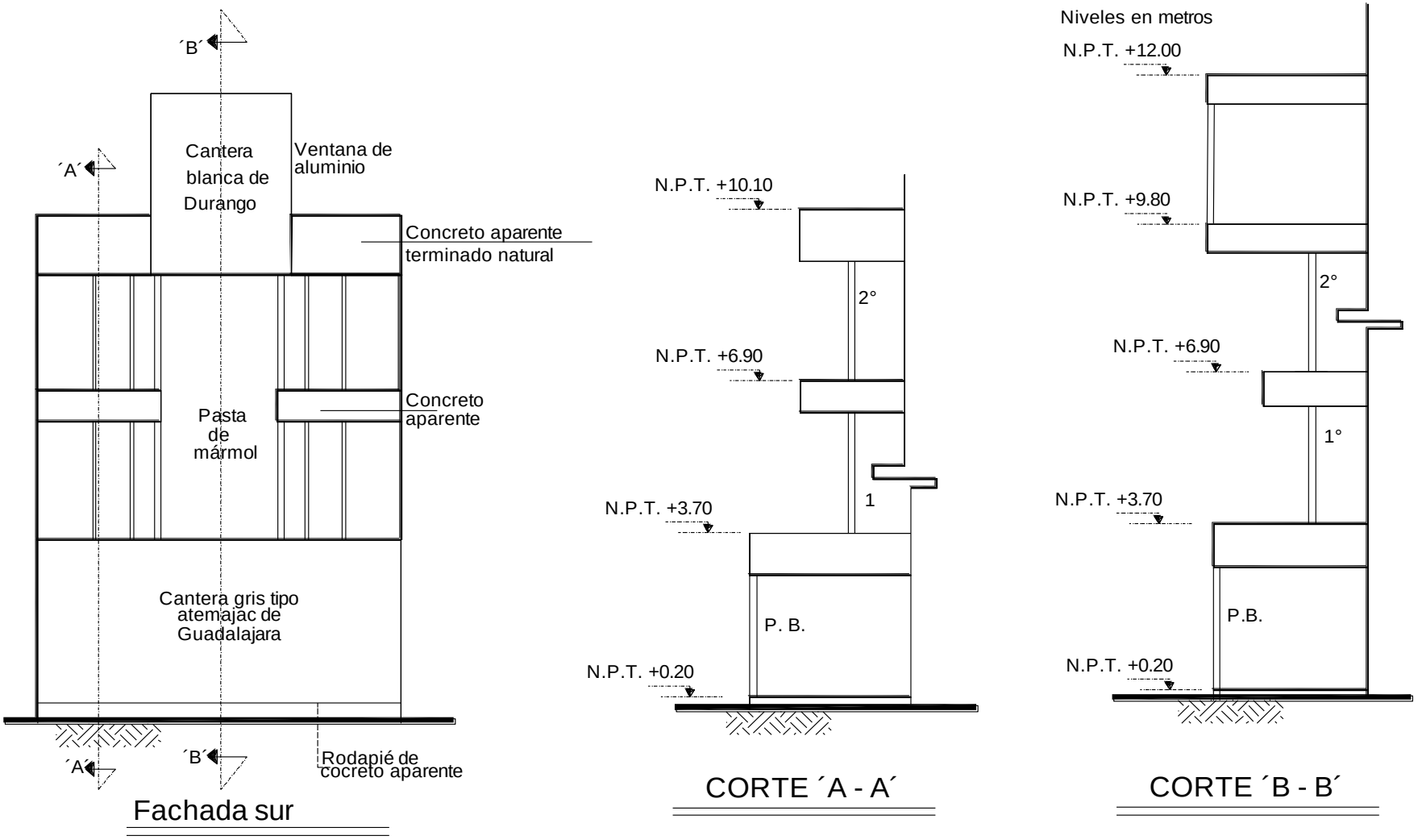


FIGURA 3. Ejemplo de ejemplo de especificaciones de acabados para fachadas

CIUDAD DE MÉXICO

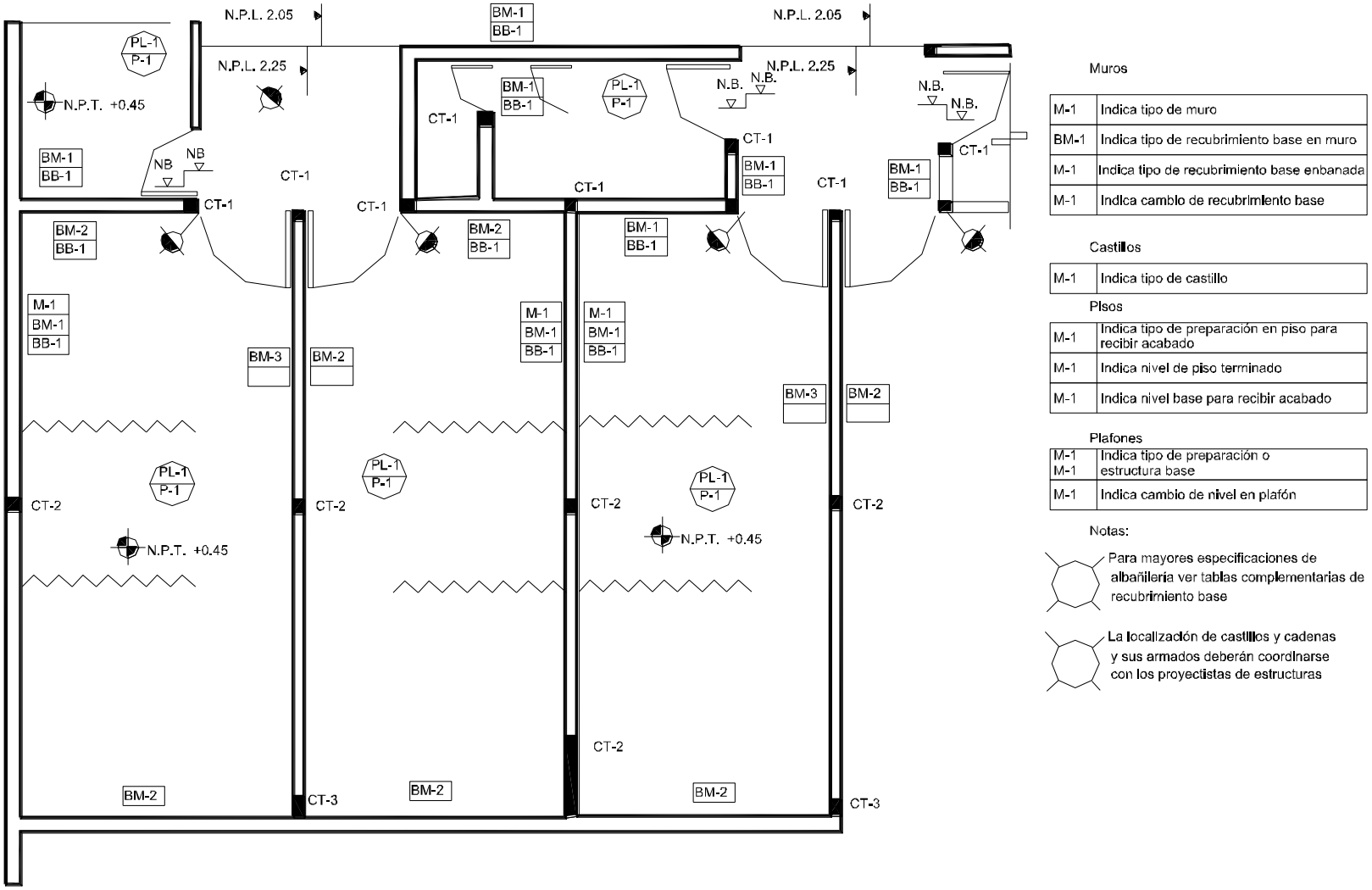


FIGURA 4. Ejemplo de especificaciones de albañilería

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Ejemplo de especificaciones de albañilería

Clave	Descripción	Dimensiones	Altura y espesor	Marca	Tipo	Observaciones
DM – 1	Repellado mezcla	- -	H =210 cm. Esp. = 1,5 cm.		Único	Proporción 1:3
DM – 2	Aplanado yeso	- -	H =210 cm. Esp. = 1,5 cm.		Único	Endurecido con cemento
DO – 1	Aplanado yeso	- -	H = 40 cm. Esp. = 1,5 cm.		Único	
M – 1	Block de cemento	20x20x40 cm	H = 210 cm. Esp. = 10 cm.		Liviano	
CT – 1	Concreto f´c= 100 kg/cm2	20x20 cm	H =210 cm.		Aparente	

Nota: Los muros no especificados deben ser de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor. El espesor de los muros se debe determinar con cortes complementarios.
Los castillos no especificados deben ser de 14 x 14 cm con 4 varillas del No. 3, con estribos a cada 25 cm.
La localización de castillos, cadenas y sus armados debe coordinarse con los proyectistas de estructuras.
Para la localización de cadenas deben consultarse los planos de cortes generales y cortes por fachada.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3. Ejemplo de especificaciones de acabados.

Clave	Descripción	Dimensiones	Altura espesor	Marca	Tipo	Color	Observaciones
M - 1	Cintilla	5,5x2,2 cm.	2,05 m			Champagne	
M - 2	Tapiz plástico		2,10 m			Añil	
B - 1	Tirol	- -	40 cm			Ostión	
B - 2	Pintura	- -	50 cm		Vinílica	Beige	3 manos
B - 3	Tapiz plástico	- -	40 cm			Ostión	
I -1	Aluminio	- -	7 cm		Anodizado	Natural	Se debe fijar con cuchillos cadminizados
I – 2	Vinilo	- -	7 cm		Mate	Café	Sobre base de cemento
	Loseta vinílica	30 x 30 cm	3 mm		No.	Beige	
	Tiroleado	- -	3 cm	- -	Con tirol	Blanco	

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4 Ejemplo de recubrimientos integrales y sintéticos de muros

Material base	Acabado	Colores	Características
Solución química tintas	Mate	Varios	Se aplica sobre concreto penetrado en los poros
Pasta viscosa pigmentada	Texturizado Lija	Blanco y varios	Pintura espesa impermea - ble que cubre poros superficiales, grietas y defectos menores.
Resinas aglutinantes (epóxicas, silicones y acrílicas) y materiales pétreos.	Lija Planchado Goteado Ashurado Rústico	Blancos y varios Mate Semibrillante	Se adhiere a cualquier superficie, apariencia vítrea . Es impermeable y oculta irregularidades de la superficie.
Resinas aglutinantes y granos de mármol	Agregado expuesto	Integrales Mate Brillante	Se adhiere a cualquier superficie, apariencia vítrea. Es impermeable y oculta irregularidades de la superficie.
Resinas aglutinantes y pigmentos de óxido de hierro	Confitillo Planchado Liso	Integrales Mate Brillante	Para decoración de muros interiores, se adhiere a cualquier superficie, muy resistente, tapa poros y grietas superficiales.
Cemento base vítreo, arena de sílice y aglutinantes	Liso Picado Rugoso	Lisos y apariencia mármol	Interiores y exteriores se aplica sobre cualquier superficie, impermeable resistente a la abrasión y a las manchas.
Resinas aglutinantes y grano de mármol grueso, con sellador acrílico.	Agregado expuesto	Varios, depen- diendo de los granos	Se aplica sobre cualquier superficie, impermeable.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08. En edificios como mercados, rastros, delegaciones, de seguridad social (clínicas, hospitales, centros asistenciales) y escolares (jardines de niños, primarias, secundarias), entre otras, el proyectista debe diseñar en aquellas zonas que lo requieran, muros que permitan un acabado integral, duradero por su naturaleza y de fácil limpieza por su textura; a título enunciativo y no limitativo, pueden especificarse muros a base de block de barro vidriado por una o dos caras, películas a base de resinas acrílicas o concretos aparentes en elementos estructurales.

E.09. En zonas húmedas de baños, cocinas o en áreas de trabajo que requieran de sanidad especial, se deben indicar recubrimientos en muros y pisos que permitan el empleo del agua y sustancias para su limpieza, pudiendo especificar para este fin, recubrimientos a base de azulejo o piezas vidriadas semejantes, películas ahuladas, vinílicas o de resinas aplicadas en forma integral, resistentes a la humedad. Ver Tabla 5.

E.10. La aplicación de pintura en muros y pisos, ya sean interiores o exteriores, es de uso común generalizado como acabado final; el proyectista debe especificar el tipo y características de las pinturas para los diferentes elementos y materiales sobre los cuales se apliquen, consultando para tal fin catálogos actualizados y recomendaciones de usos correspondientes.

E.11. Como elementos de apoyo para selección de acabados y posterior especificación en proyectos de edificaciones, en las tablas 4, 6 y 7 se muestran las características de recubrimientos diversos para muros, incluyendo las pinturas; asimismo se indican los elementos, materiales y lugares de aplicación, en la inteligencia de que los materiales enlistados y las recomendaciones para su utilización son ejemplificados, pudiendo ampliarse el número y con aplicaciones aun diversas, limitativas solamente por las características de cada producto y recomendaciones de los fabricantes en su caso.

E.12. Para realizar el proyecto de albañilería en pisos debe considerarse lo siguiente:

a. Señalar las cotas y niveles a que se sujetará, ya sean las terracerías o los propios pisos, así como las pendientes hacia lugares de desagüe.

b. En caso de requerir preparaciones particulares el terreno natural o el elemento sobre el cual se asiente el piso, en el proyecto se deben indicar los rellenos, grados de compactación, u otras disposiciones necesarias para asegurar la estabilidad del piso.

TABLA 5 Cerámica y barro en pisos

Materiales	Dimensiones		Observaciones
	Espesor en cm	De cara en cm	
Azulejo	0,5 ó 0,7	11 x 11	Consultar catálogos o muestras físicas para acabado y color.
Cintilla	0,8 1,5	5,5 x 22 6 x 22	Consultar catálogos o muestras físicas para acabado y color.
Piedrín tipo concreto o mármol	4, 6,5, ó 9 6,5 ó 9 15	4 x 20 4 x 40 15 x 40	Consultar catálogos o muestras físicas para acabado y color.
Baldosa	2,5	24 x 24 30 x 30 10,5 x 21	Consultar catálogos o muestras físicas para acabado y color.
Baldosín	6 1,5	40 x 40 40 x 60 10 x 20	Acabado escobillado, picado o liso
Ladrillo de barro	7 2	12 x 22 12 x 24	Color rojo
Teja de barro	7	21 x 38	Color rojo
Teja plana de asbesto	3,5	15 x 30 30 x 30 20 x 40 40 x 40	Color natural, ocre o verde

TABLA 6 Recubrimientos con pintura

Material básico	Características	Uso
Aceites	De linaza: Seca lentamente, excelente humedecedor crudo y cocido, consistente. De palo: Seca rápidamente mayor resistencia al agua y al clima. De pescado: Bajo costo, poca durabilidad, flexibilidad, resistencia poca al clima. De recino: En el estado natural no seca, se tiene que deshidratar. De soya: Tiene flexibilidad y no se pone amarillento, seca lentamente.	Exteriores Madera: triplay, metales cobre, hierro, acero y aluminio
Óleo - Resinoso	Compuesto de aceite.- se le agregan varias resinas, tiene las mismas características que el aceite solo, pero más duro en sus capas. Seca rápidamente, mayor brillo y más durable.	Exteriores Metales: hierro, acero cobre, no galvanizado Interiores Metales galvanizados, hierro y vidrio
Fenólicos	Resina modificada con aceite, resistente al agua. Son productos químicos que se suavizan con fuertes solventes, se decoloran con el tiempo y su capa se pone dura Difícil recubrimiento debido a su poca adherencia.	Exteriores madera.
Uretanos	Características similares a las resinas epóxicas, con aceite son más fuertes que los abrasivos. En su estado natural excelente flexibilidad, resistencia al agua y a los productos químicos. Se usa como barniz.	Interiores madera.
Vinilos	Seca rápidamente, se disuelve con solventes fuertes y se aplican preferentemente con atomizadores. Poco brillo, no le afecta ni el agua ni los productos químicos. Resistente al clima.	Interiores madera.
A base de alquitrán	Protege de la humedad al concreto, es áspero. Resistente a los productos de petróleo y al humo. Mezclado con resinas epóxicas es gran anticorrosivo. resistente a las sales marinas y a las aguas negras.	Puentes Acero y concreto Construcciones de concreto antihumectante, plantas de tratamiento de aguas negras.
Acrílico	Pierde su resistencia con los rayos del sol, desarrolla una capa electrostática que ocasiona acumulación del polvo. Fácil de lavar.	En superficies de concreto, yeso cemento y ladrillo. En exterior o Interior
A base de cemento	Hechas a base de cemento Pórtland y limo. Se utiliza como pintura blanca pero no puede pigmentar. Antihumectante.	Sobre concreto, ladrillo, piedra, estuco y yeso en exteriores e interiores. Se usa también sobre acero.
Lacas	Secan rápidamente. Con aceite mejoran la adhesión y flexibilidad. Con el sol o la humedad, su duración disminuye rápidamente.	Maderas.
Alquidos	Aceite para secados rápidos. Fácil de aplicar. Durabilidad en el color en exteriores.	Exteriores: Madera, triplay, metales cobre: hierro no galvanizado. acero, aluminio, albañilería, concreto y ladrillo. interiores: maderas, triplay, yeso y cemento. Albañilería pisos, paredes y techos. Metales: aluminio, hierro, lona y vidrio.
Asfaltos	Impermeable, poco resistente al sol, se raja. Fluye a temperaturas bajas Asfalto mezclado con aluminio, con otros tratamientos es recomendado para techos.	Exteriores: Metales en techos de aluminio Albañilería en techos de aluminio
Hule clorinado	Resistente a los ácidos y álcalis. Resistente al agua	Plantas químicas. plantas de tratamiento de agua, albercas, cervecerías.
Resinas epóxicas	Catalizadores muy resistentes a los productos químicos que forman una capa dura. Tienen una duración limitada en cuanto a manualidad dependiendo de su composición. Mismas que la anterior, pero a nivel inferior. Fácil de aplicar.	Exteriores: Madera, triplay, metales ,cobre no galvanizado. Albañilería, estucos, concreto, asbesto y ladrillo. Interiores: Madera, triplay, albañilería, yeso, techos y paredes vidrio.
Aluminio	Con silicón resiste altas temperaturas hasta 773 K (500°C), acabado duro, resistente y brillante.	Superficies de acero y hierro sujetas a altas calderas, etc.)

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 7 Acabados y recubrimientos diversos en muros

Materia	Espesor en mm.	Dimensiones en m.	Observaciones
Corcho para recubri-miento	Variable	0,305 x 0,305 0,457 x 0,457 0,953 x 0,497	En grano fino, medio o grueso, tonos claro, medio u oscuro.
Papel tapiz	Variable	Variables	Para colores y diseño consultar catálogos.
Revestimiento vinílico (papel plástico)	Variable	Variables	Para colores y diseño consultar catálogos.
Maderas laminadas (tapiz de madera)	Variable	Variables	Para diseño y tipos de madera consultar catálogos.
Laminados plásticos	1,6	0,915 x 2,13 0,760 x 2,44 0,915 x 3,05 1,22 x 3,66	Acabados semibrillante, brillante, mate, texturizado, diseños: maderas, dibujos colores lisos.
		0,76 x 1,52 0,91 x 3,05 1,22 x 3,66	Acabados brillantes, mate y texturizado, diseños, maderas, lisos y mármoles.
		0,76 x 1,52 0,91 x 1,83 1,22 x 3,66 0,91 x 2,44 1,22 x 3,05	Acabados brillantes, satín madera, diseños: Madera, dibujos, colores.

CIUDAD DE MÉXICO

c. Se deben tomar en cuenta los efectos de los cambios de temperatura, así como el trabajo del propio piso en relación con los distintos elementos estructurales de la edificación, para lo cual y en función de la extensión de cada área y de posibles movimientos estructurales, se deben proyectar las juntas de expansión o contracción y constructivas entre los diferentes cuerpos del edificio, a fin de conservar los niveles y estado físico de los pisos en estado óptimo.

d. Para pisos de concreto cuya función sea la de recibir carga o tránsito pesado, se debe hacer el diseño particular del piso o pavimento e indicar en el proyecto el tipo de refuerzo que debe llevar, ya sea a base de malla electrosoldada o de varilla de refuerzo.

e. Salvo que el representante del Gobierno del Distrito Federal ordene otra disposición, las plantillas y pisos de concreto considerados en los proyectos, no deben tener espesores ni resistencias menores a los señalados en la Tabla 8

TABLA 8 Espesores y resistencias de plantillas, firmes y pisos de concreto.

Elemento	Espesor mínimo en cm	Resistencia mínima MPa (kgf/cm^2)
Plantilla de concreto	6	f´c= 9,79 MPa (100) Tamaño máximo de agregado 20 mm
Firme de concreto	5	f´c= 14,69 (150) Tamaño máximo de agregado 20 mm
Pisos de concreto	8	f´c= 14,69 (150) Tamaño máximo de agregado 40 mm

E.13. El acabado o terminación final de los pisos puede lograrse de la manera siguiente (ver tablas 5, 9 y 10):

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 9 Terrazo, mosaico y piedra artificial en pisos

Material	Dimensiones		Observaciones
	Espesor en cm	De cara en cm	
Mosaico de granito	3	36 x 36 30 x 30 20 x 20	Para colores y dibujos consultar catálogo o muestras físicas.
Loseta de granito	3	10 x 20 10 x 30 15 x 30 20 x 20	En granulometría del 1 al 4, para colores consultar muestras físicas o catá--logos.
Zona de granito o de granzón	2	10 x 30	En granulometría del 1al 5
Mosaico de granzón	3	30 x 30	En granulometría del 1al 5
Vagueta de granito o de granzón	2	5 x 20	En granulometría del 1al 5
Mosaico de terrazo	3	30 x 30 33 x 50 40 x 40 50 x 50	En granulometría del 6 al 20 para colores consultar muestras físicas o catálogos .
Zoclo de terrazo	2	10 x 40	En granulometría del 6 al 20
Loseta imitación cantera	3	50 x 50	
Mosaico de pasta	2,5	10 x 20 10 x 30 15 x 30 20 x 20 30 x 30	Para colores y tipos consultar catálogo o muestras físicas.
Mosaico veneciano	0,4	2 x 2	Para colores consultar catálogos o muestras físicas.
Recinto negro de concreto	4 4 ó 6 6 6	20 x 20 20 x 40 40 x 40 40 x 60	Color negro
Huellas para jardín	7	Diámetro 20, 40 ó 60	Acabado con pasta de color.
Loseta de concreto	3	30 x 30	Color natural.
Piedra pirámide de	4	4 x 20	

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 10 Pétreos en pisos

Materiales	Dimensiones		Observaciones
	Espesor en cm	De cara en cm	
Cantera (natural)		35 x 50	Consultar catálogos o muestras físicas.
Mármol de parquet	1, 2, 3 ó 4	10 x 30	Consultar catálogos o muestras físicas.
Grano de mármol			En blanco o peñuela en diferentes diámetros.
Polvo de mármol			Blanco o peñuela
Piedra pirámide	4,6,5 ó 9 9 10	4 x 20 4 x 20 15 x 40	Colores: blanco, verde, crema, o rosa.
Recinto negro (natural)		20 x 20 20 x 30 20 x 40	Color negro
Recinto negro (martelinado)	4 4 6 6	20 x 20 20 x 40 40 x 40 40 x 60	Color negro
Adoquín de Querétaro	6	20 x 40	Colores negro y rosa
Tezontle	2 4 Ligero o arenilla	10 x 10 20 x 20	Laminado, colores: rojo y negro Para rellenos o jardín
Piedra laja	6	30 x 30	Color natural

a. Con un trabajo propio de albañilería, mediante la aplicación integral a la superficie base de diversos tratamientos tales como aditivos, endurecedores y recubrimientos, ya sean éstos películas, piezas o losetas de barro, cemento, granito y piedra, entre otros.

b. La aplicación de otros materiales que proporcionen imagen o decoración diferente a la que produce la albañilería, como pueden ser alfombras, pisos de duela o parquet, películas ahuladas, losetas vinílicas, etc. Ver Tabla 11.

c. En edificaciones o instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal, el acabado debe especificarse en el proyecto y de no estarlo, la superficie debe ser antiderrapante en pisos con pendiente y en áreas de canceles y de puertas de vidrio, el piso debe tener cambio de textura para identificación de ciegos y débiles visuales. Ver Figura 5.

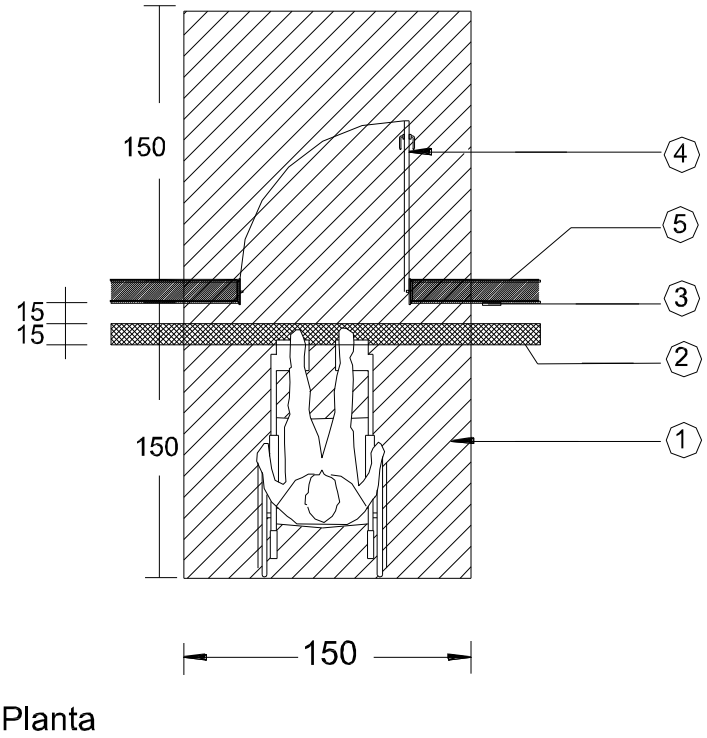


FIGURA 5. Acabado en pisos frente a puertas y canceles.

1. Cambio de textura en el piso.
2. Tira táctil o loseta con textura de 15 cm de ancho mínimo.
3. Placa metálica de salida de emergencia en braille
4. Puerta.
5. Cancel de cristal.

E.14. De acuerdo con las diferentes posibilidades antes citadas y otras propias que pueda presentar cada caso en particular, el proyecto debe indicar con precisión las áreas de los diferentes pisos que tendrá la edificación, ya sean éstos interiores o exteriores; el detalle de los remates o juntas entre cada tipo de piso y de una forma especial los niveles de los diferentes pisos referenciados a un banco de nivel o cota fija en cada planta.

E.15. En pisos sujetos a tránsito de peatones o para aquellos en que se requiera preservar contra desgaste y conservar el terminado de la superficie (pasillos, oficinas, salones de clases, etc.), el proyecto debe especificar la aplicación de aditivos endurecedores en forma integral al piso base que permitan obtener dichos resultados. En cualquier caso, las proposiciones y recomendaciones de uso deben sujetarse a lo indicado por los fabricantes.

En la Tabla 12, se indican los tratamientos integrales para los pisos y los usos para los cuales son apropiados, incluyendo acabados destinados para personas con capacidades diferentes, ciegos y débiles visuales.

E.16. Para losas de concreto elaborado en obra, el proyectista debe señalar el tipo de terminación o trabajos necesarios posteriores a la etapa del colado; en caso de acabados aparentes debe indicar el empleo de moldes adecuados para lograr dichos acabados. Para aquellas losas que deban recibir recubrimientos, se debe señalar el material y grado de pendiente que se desee, debiendo evitar el empleo de materiales que sean atacados por el intemperismo o humedad (como yeso) para las zonas exteriores. Ver Tabla 12.

TABLA 11 Recubrimientos plásticos

Materiales	Dimensiones		Tipo o acabado	Observaciones
	Espesor en mm	De cara en cm		
Pisos de linóleum vinílico, hecho en obra		20 de ancho	Liso	Lisos, moteados, cenefa.
Loseta vinílica asbestada.	16 30 32	30 x 30 30 x 60	Liso Gravado	Varios colores, lisos, grabados, maderas, travertino
Nariz P.V.C. para escalera.	16	7 x 13	Antiderra-pante	Negro, café, azul, gris, verde, chicle y beige.
Huellas para escalera.	16	30 x 20	Antiderra-pante	Varios colores.
Tira plana	16	15 x 20 30 x 20	Liso	Varios colores
Tira remate	30	Ancho 25	Achaflanado	Varios colores.
Tira decorativa.	16 20	10 x 60 20 x60 30 x 60	Liso	Negro, blanco, azul, rojo, y verde.
Zoclo.	12	Ancho 7 y 10	Liso	Negro, café, gris, chicle, beige, etc.

TABLA 12 Tratamientos químicos para acabados de concreto

Tipos	Características	Usos	Color
Endurecedor líquido a base de resinas con cemento pigmentado	Aumenta resistencia, reduce la penetración de líquidos, grasas y evita levantamientos	Interior y exterior, escuelas, talleres, industrias.	Varios
Antiderrapante a base de agregados abra-sivos no metálicos y no oxidables, de aluminio	Acabado antiderrapante, inmune a la humedad, sales, álcalis y ácidos.	Interior y exterior, banquetas, escaleras, rampas, estaciones de espera y transporte.	Natural
Endurecedor a base de agregados naturales, pigmentados e inorgánicos.	Aumenta la resistencia al desgaste y proporciona color.	Interiores y exteriores, iglesias, escuelas, comercios.	Natural Terracota Gris claro Café oscuro Negro Ocre Amarillo Blanco
Diseminador de elec-tricidad a base de agregados metálicos	Disemina electricidad estática, resiste producción de chispas, incombustible.	Interior y exterior, para lugares donde se trabaja con productos peligrosos, explosivos, fábricas de papel y textiles, imprentas.	Natural

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 12 Tratamientos químicos para acabados de concreto

Tipos	Características	Usos	Color
Endurecedor a base de agregados metá - licos y dispersor de cemento.	Incorpora las partículas metá- licas en el concreto, aumenta resistencia al desgaste e im- pactos, absorción de grasa y conductividad.	Interior y exterior, tráfico intenso de carros con llantas de hule y metálica, en industrias, talleres, almacenes, andenes.	Natural Rojo Verde Negro Amarillo
Endurecedor a base de agregados metá - licos con cemento para concreto de alta resistencia.	Presenta blindaje de hierro, aumentando resistencia al desgaste e impactos, soporta aceite, grasas y productos químicos.	Interior y exterior, tráfico intenso de carros con llantas de hule y metálica, en industrias, talleres, almacenes, andenes.	Natural Rojo Terracota Gris claro Café oscuro Negro Blanco
Endurecedor a base de agregados metá - licos no oxidables sin cemento	Endurece la superficie, aumenta la resistencia al desgaste y abrasión, evita levantamiento de polvo y corrosión.	Interior y exterior, industrias.	Incoloro

CONTINÚA

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 12 Tratamientos químicos para acabados de concreto

Tipos	Características	Usos	Color
Endurecedor a base de agregados minerales oxidables con cemento y pigmentos puros.	Aumenta la resistencia al desgaste, evitando corrosión, abrasión y levantamiento de polvo.	Interior y exterior, resi dencias, industrias, estacionamientos.	Natural Gris oscuro Negro Rojo óxido Amarillo Verde
Endurecedor químico a base de fluosilicatos y agentes	Sella los poros del concreto, endurece la superficie, evita penetración de líquidos resistente a la abrasión.	Fábricas, laboratorios, andenes, mercados	Incoloro
Sellador a base de ceras y pigmentos.	Sella la superficie, resalta colores.	Todo tipo de edificios	Transpare nte Rojo
Sellador a base de resinas sintéticas	Sella y protege contra levanta- mientos de polvo y absorción de aceites.	Todo tipo de edificios	Transpare nte
Recubrimiento a base de resina epóxicas con pigmentos de alta resistencia y pintura.	Aumenta la resistencia por desgaste y abrasión, evita desprendimiento de polvo	Fábricas, laboratorios, andenes, mercados, escuelas.	Varios
Recubrimiento a base de resinas epóxicas, barniz.	Aumenta la resistencia por desgaste y abrasión, evita desprendimiento de polvo	Fábricas, laboratorios, andenes, mercados, escuelas.	Transpare nte
Recubrimiento de poliuretano.	Resistencia a la abrasión y corrosión.	Interiores y exteriores.	Varios

CONCLUYE

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 13 Placas para plafones

Materiales	Dimensiones		Tipo o acabado	Observaciones
	Espesor en mm	De cara en mm		
Fibra de madera de eucalipto	12 12 12,7	122 x 244 122 x 305 483 x 248 304 x 304	Liso poroso Liso Semiperforado Grabado Fisurado Entablerado	Natural Marfil Blanco Blanco
Yeso	30	305 x 305 61 x 61	Liso Perforado Diferentes diseños	Blanco natural Para recibir pintura
Poliestireno expandible	32	100 x 200	Perforado Diseños especiales	Blanco
Fibra de vidrio suspensión oculta	19	61 x 61	Fisurado Tirol	Blanco película de cloruro de polivinilo color paja moteada.
Fibra de vidrio suspensión visible	16 25	61 x 61 61 x 122 122 x 122 122 x 244	Charola	Varios
Lana mineral	20	305 x 305 305 x 66 61 x 61	Fisurado Mármol Rugoso Fino	Blanco

CIUDAD DE MÉXICO

E.17. Para cubiertas de concreto a base de elementos prefabricados se debe indicar, en caso de requerirlo así, el tipo y proporción del material de junteo de cada elemento; o bien operaciones como colocación de materiales para fijación de recubrimientos y rebabeos, entre otros.

E.18. En techos a base de elementos o piezas formando bóveda, el proyecto debe incluir los detalles de espesores, claros, peraltes de bóveda, materiales para la formación de éstas y el acabado interior que se desee obtener.

F. ALCANCES O TÉRMINOS DE REFERENCIA, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

F.01. El pago de los proyectos de acabados generalmente queda comprendido en el importe del proyecto arquitectónico, salvo casos especiales en los que el representante del Gobierno del Distrito Federal indique otra forma de pago.

En este último caso, la unidad de medida es el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, medidas según línea de proyecto arquitectónico.

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	10	ACABADOS EN EDIFICIOS
CAPITULO	002	HERRERÍA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el conjunto de cálculos y planos que definen los elementos metálicos a utilizar en puertas, ventanas, cercas, escaleras, barandales, etc., de una edificación.

A.02. De acuerdo al material empleado, dichos elementos pueden ser de:

a. Acero laminado, negro o galvanizado.

1. Estructural
2. Tubular
3. Malla de alambre
4. Tubos

b. Aluminio natural o anodizado:

1. Tipo de bolsa
2. Estructural
3. Secciones abiertas
4. Secciones especiales

A.03. A título enunciativo, entre los elementos que pueden ser proyectados conforme a este capítulo están:

a. Puertas
b. Ventanas
c. Cercas
d. Celosías
e. Persianas
f. Escaleras
g. Rejillas
h. Barandales
i. Cortinas metálicas

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en los proyectos de Herrería, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados y en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		D. D. F.
Generalidades de obra civil.	2.03.01.001	D. D. F.
Cerrajería	2.03.10.004	D. D. F.
Elementos separadores de ambiente a base de vidrios, cristales o materiales plásticos.	2.03.10.005	D. D. F.
Acero estructural.	4.01.01.015	D. D. F.
Mallas de alambre para cercas.	4.01.01.016	D. D. F.
Perfiles de aluminio	4.01.02.027	D. D. F.

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. Para proyectar la herrería en las edificaciones se deberá considerar la funcionalidad, la estabilidad constructiva y el aspecto estético, de manera que sea congruente con el carácter y destino de la construcción.

C.02. En el diseño de los elementos se procurará uniformizar y modular las piezas, para minimizar el desperdicio de materiales; cuando se requiera el uso del vidrio, se considerará lo referente en el capítulo correspondiente.

C.03. Cuando deban utilizarse dos o más metales diferentes en un mismo elemento, se evitará el contacto directo entre ellos, para prevenir fenómenos de electrólisis. Las juntas entre los metales se protegerán con materiales aislantes que impidan la acción galvánica.

C.04. Los sistemas de fijación como anclas, taquetes, etc., deberán proyectarse de manera que garanticen la seguridad y la estabilidad de las piezas.

C.05. Para el diseño de los elementos de herrería se considerarán, en su caso, las dimensiones mínimas que establece el Reglamento para las construcciones en el D.F., en lo que respecta a las áreas de ventilación, iluminación, circulación y accesos, particularmente para casos de emergencia.

C.06. Cuando se proyecten puertas y ventanas metálicas se dará preferencia al aluminio, especialmente cuando vayan a estar expuestas a la intemperie o en lugares húmedos.

C.07. Al diseñar los elementos de herrería se considerarán los efectos de dilatación y contracción del material metálico utilizado.

C.08. En los planos arquitectónicos se deberán mostrar los diferentes elementos de herrería; y cada uno de estos deberá tener un número clave de identificación en los planos de herrería correspondiente.

C.09. En los planos de los elementos de herrería, se deberán señalar calibres y dimensiones de láminas y perfiles, mecanismos de las piezas móviles, juntas, herrajes, sistemas de fijación e implementos anexos como vaguetas, junquillos, polivinílos fijos, pijas, remaches, etc.

Se incluirán además los dibujos de cortes y detalles que se estimen necesarios para permitir la interpretación correcta del proyecto.

C.10. En los planos y croquis de herrajes móviles se representarán y dimensionarán las bisagras, cremalleras, manijas, pasadores, elevadores de ventilas o cualquier otro dispositivo que se vaya a utilizar.

C.11. Para el diseño de puertas se seguirán los siguientes lineamientos:

a. Las puertas tipo tambor se utilizarán de preferencia en lugares abiertos al público y las puertas entableradas en sitios de uso restringido al público, como cuartos de máquinas, talleres, subestaciones, etc.

b. Cuando las condiciones de la edificación que se proyecta, exijan aminorar la intensidad del sonido, las puertas serán de tambor rellenas con materiales a base de fibra de madera prensada a máquina ó espuma de plástico tipo poliuretano o poliestireno, con espesor mínimo de 2.5 mm.

c. En general, el espesor mínimo de las puertas tipo tambor deberá ser de 32 mm.

   Los espesores de las puertas con material aislante, no serán menores a 32 mm ni mayores de 44 mm.

   Los perfiles de aluminio utilizados en las puertas tendrán una sección superior a 3 mm x 35 mm.

   En las figuras 1 a 6 se muestran las dimensiones mínimas y óptimas para puertas de herrería de acero y en la figura 7 se indican algunos tipos de puertas de herrería de aluminio.

C.12. Según el proyecto, las hojas de las ventanas podrán ser: de abatir, corredizas, de guillotina, de resbalón, o persianas.

En general se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

a. Las piezas móviles de las ventanas deberán ser de un tamaño razonable para operarlas fácilmente.

b. En el caso de ventanería de acero, se recomienda utilizar preferentemente ventanas del tipo tubular y las estructurales solamente en lugares que no estén abiertos al público y que reciban poco uso.

   1. Los perfiles de acero estructural para ventanas de lugares importantes no serán menores de 19 x 3 mm y en sitios secundarios, de 13 x 13 mm.

      Para hojas móviles superiores a 1.20 m, se deberán usar perfiles de mayor calibre.

2. Para ventanas fabricadas con secciones tubulares se usarán perfiles hechos con lámina calibre 18. Las piezas fijas intermedias podrán fabricarse con perfiles de lámina calibre 20. En la figura 8 se señalan algunas alternativas de diseño de este tipo de ventanería.

c. Las ventanas de herrería de aluminio se proyectarán combinando adecuadamente los diferentes perfiles y herrajes que existan en el mercado para este tipo de elementos.

d. Las persianas pueden ser fijas o móviles; las primeras se usarán para locales que requieran ventilación continua. Las persianas móviles podrán ser accionadas con engranes cónicos o de palanca con argolla.

Según la posición de las hojas, las persianas serán verticales u horizontales. En la figura 9 se muestran algunos ejemplos de persianas de aluminio. Las hojas de las persianas se pueden diseñar de madera, vidrio, acrílico, etc.

1. Las dimensiones comerciales de los marcos de aluminio para persianas varían desde 30, 40, 50 cm., y de ésta a cada 5 cm hasta 105 cm. de ancho y desde 40 cm, cada 9 cm hasta 306 cm máximo de altura.

2. Los anchos de las hojas de vidrio para las persianas son de 6.0 y 10 cm y el espesor de 4 y 6 mm.

C.13. Las dimensiones que se recomiendan para postes de cercas de alambrados son los siguientes:

Poste tipo	Calibre alambre de la malla	Diámetro exterior de los postes en mm.	
		Altura	
		1.50 m	2.00 m
Ligero	12	42	48
Estándar	10	48	60
Reforzado	6 - 8	48	60

b. El empotramiento de los postes en la base de concreto deberá ser igual a la cuarta parte de la altura libre y con un mínimo de 30 cm.

c. El diámetro exterior mínimo de los postes para las puertas será de 73 mm.

d. Sobre las mallas podrá especificarse alambre de púas, el cual deberá ser galvanizado y estar sustentado en bayonetas de acero colocadas en los postes.

e. Cuando el alambrado se use en exteriores, el proyecto deberá indicar que el material deberá ser galvanizado o bien estar recubierto con resinas plásticas.

f. En las figuras 10 y 11 se señalan los elementos que intervienen en cercas de alambrado, con sus dimensiones usuales.

C.14. Los sistemas de elevación de cortinas metálicas podrán ser de tipo manual, cadena o nivelada u operados electromecánicamente.

C.15. Las cortinas metálicas pueden ser de Lámina rolada en frío y lámina galvanizada, o tipo tubular, fabricada con tubería negra de 17 mm de diámetro fijada con eslabones de aluminio moldeado. Este último tipo se usará en lugares que requieran ventilación.

En la figura 12 se indican algunos tipos de cortinas metálicas y medidas usuales de las mismas.

C.16. Las rejillas en pisos se diseñarán tomando en cuenta lo siguiente:

a. La cargas que soporten, los claros entre apoyos y las flechas que produzcan. En la figura 13 se indican las dimensiones de rejillas de acero en función de la carga y el espaciamiento de las barras.

b. En lugares donde se presenten acumulación de agua, aceite, grasas y otros materiales que puedan causar resbalones, se proyectarán rejillas antiderrapantes.

c. En ambientes corrosivos se deberán proyectar rejillas de material galvanizado, de aluminio o de acero inoxidable.

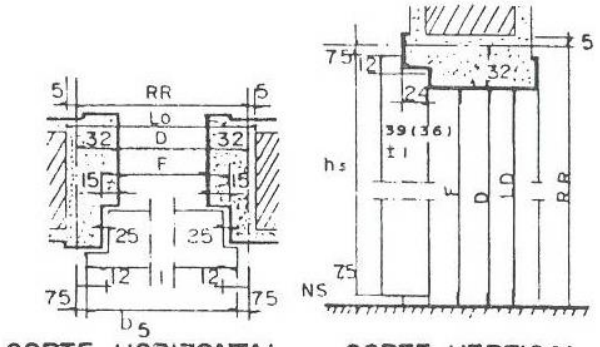
C.17. Las escaleras marinas cuya altura exceda de tres metros deberán llevar jaula de protección.

Si se debe impedir el ascenso a personal no autorizado, el primer escalón se colocará a 2.50 m del piso terminado. En la figura 14 se muestra este tipo de escaleras.

D. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

D.01. El pago de los proyectos de herrería generalmente queda comprendido en el importe del proyecto arquitectónico, salvo casos especiales en los que el Departamento indicará la forma de pago.

En el caso de que el trabajo se pague por separado, la unidad de medición será el metro cuadrado de elemento definido en particular.



D = Medida de la luz de paso

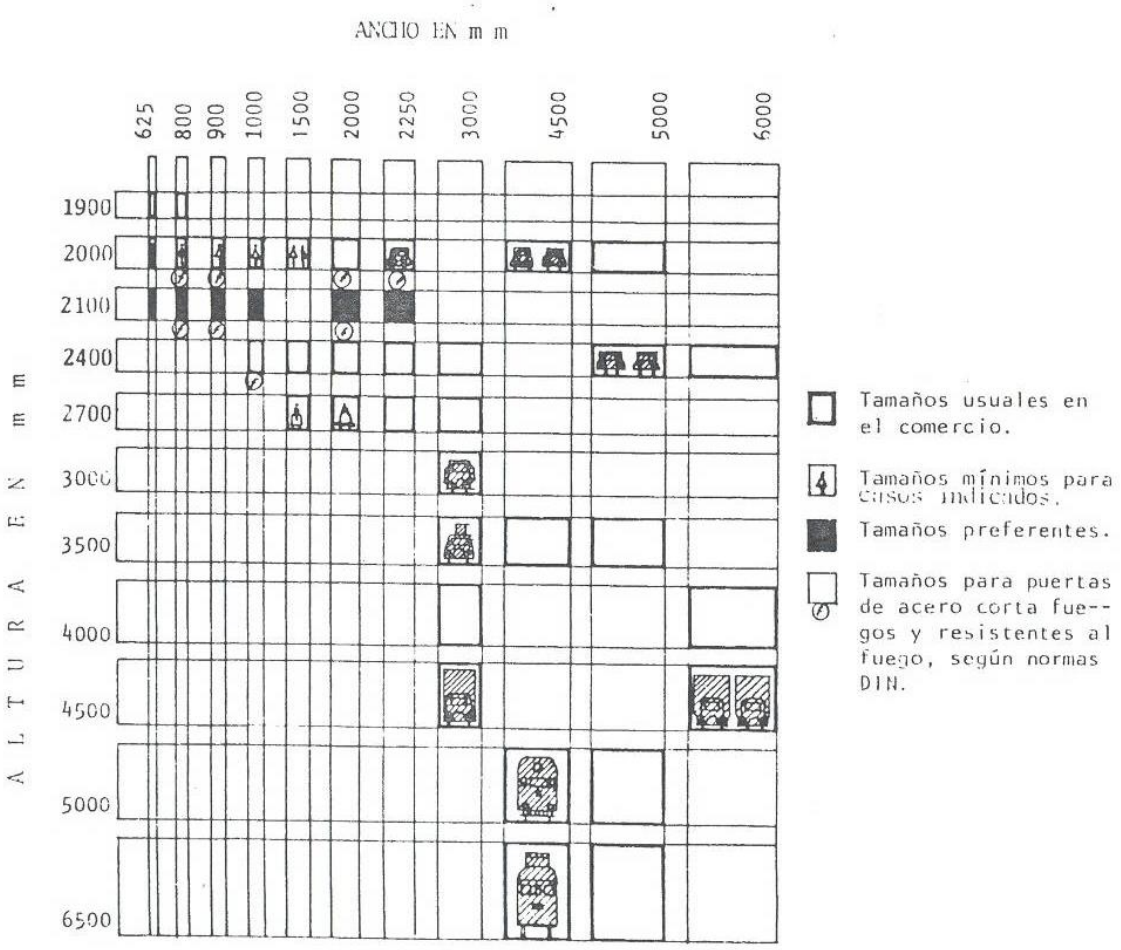
F = Medida del anclaje

LD = Abertura luz

RR = Medida directriz bruta

R R	VANOS PARA PUERTAS (en mm)
ANCHO	700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 1800, 2100, 2400
ALTO	2100, 2400, 2700, 3000

FIGURA 1



Dimensiones de puertas para diferentes usos.

FIGURA 2

CIUDAD DE MEXICO

TIPOS DE PUERTAS

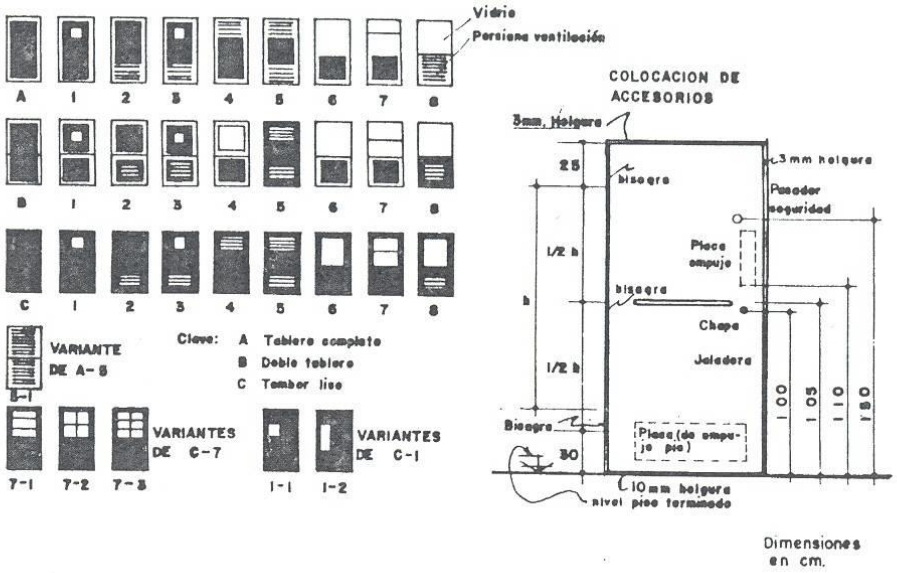


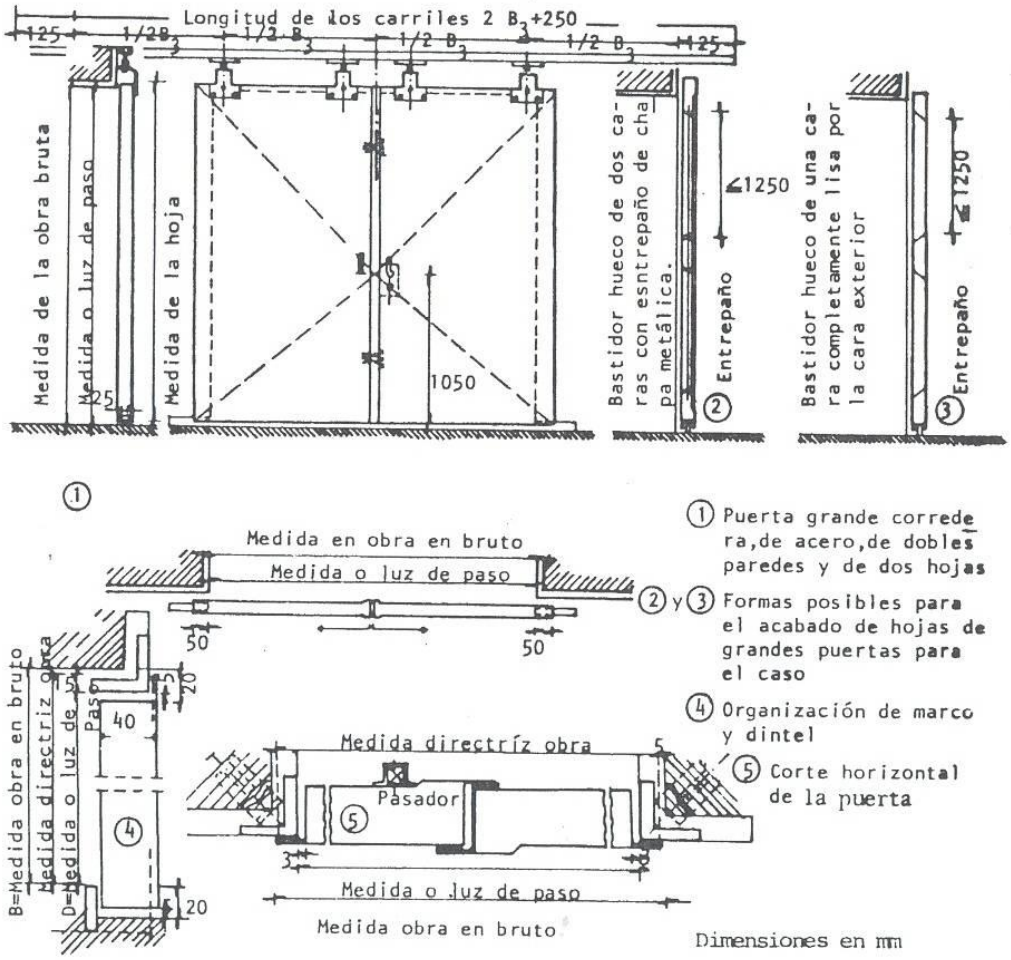
TABLA DE PUERTAS DE ACERO														
PUERTA Nº	TIPO	DIMENSIONES DE HOJA			LOCALIZACION	CHAMBRANA	ESPECIFICACIONES DE CERRAJERIA Y HERRAJES						ACABADO	OBSERVACIONES
		ANCHO	ALTO	GRUESO		TIPO	BISAGRA TIPO	CIERRA PUERTA TIPO	CHAPA TIPO	BARRA EMPUJE TIPO	PLACA EMPUJE TIPO	PASADOR TIPO		

FIGURA 3

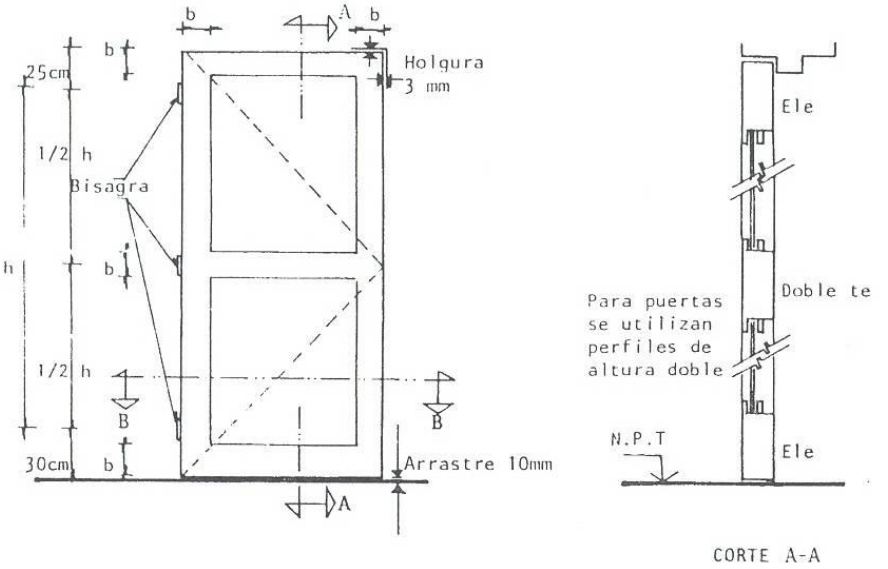
PUERTA TAMBOR DE ACERO

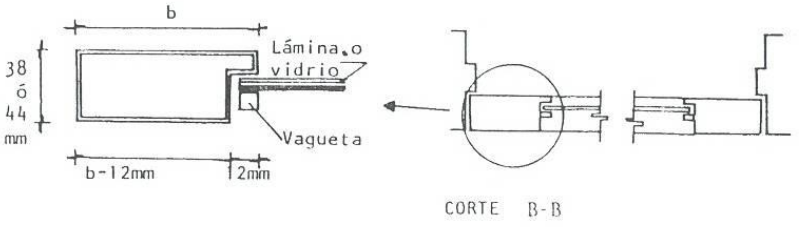
TIPO CORREDIZA

FIGURA 4



PUERTA TIPO ENTABLERADA DE ACERO TUBULAR

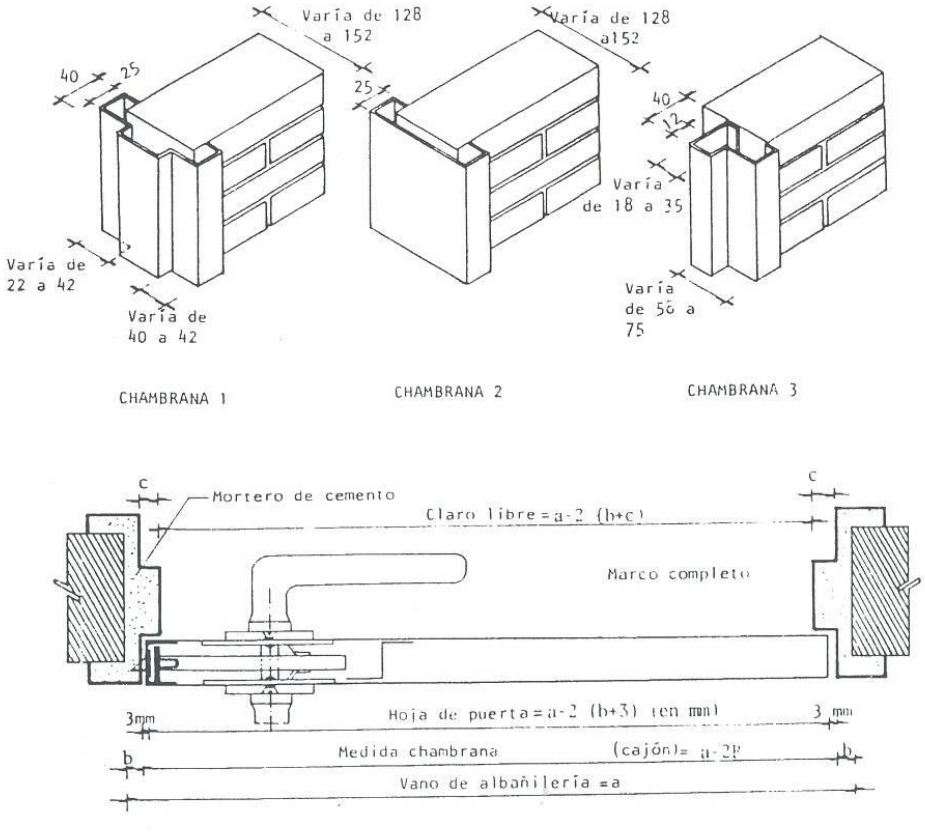




F I G U R A 5

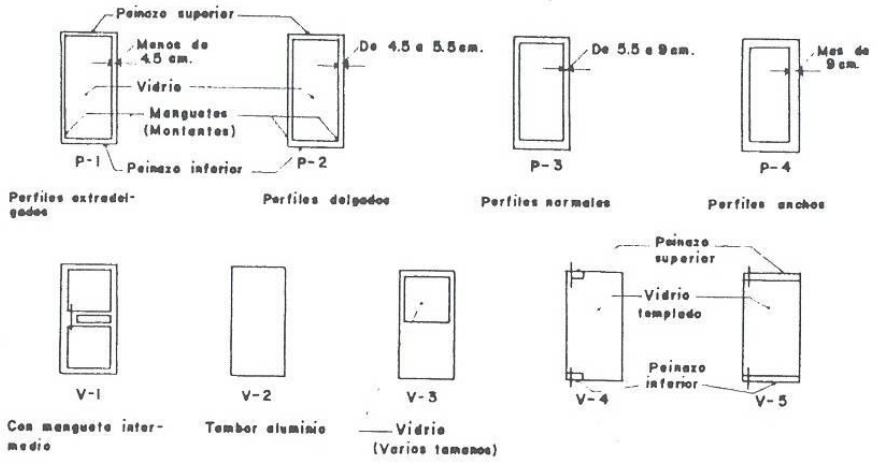
TIPOS DE CHAMBRANA

FIGURA 6



NOTA: Todas las medidas se indican en mm.

TIPOS DE PUERTAS DE ALUMINIO



(V) PUERTAS VARIANTES DE P-1, P-2, P-3, P-4.

TABLA DE PUERTAS Y CANCELES DE ALUMINIO														
PUERTA m^2	TIPO	DIMENSION DE HOJA			LOCALIZACION	CHAMBRANA	ESPECIFICACIONES DE CERRAJERIA Y HERRAJES						ACABADO	OBSERVACIONES
		ANCHO	ALTO	GRUESO		TIPO	BISAGRA TIPO	CIERRA PUERTA TIPO	CHAPA TIPO	BARRA EMPUJE TIPO	PLACA EMPUJE TIPO	PASADOR TIPO		

FIGURA 7

002-15

VENTANA DE PERFILES DE ACERO TUBULAR

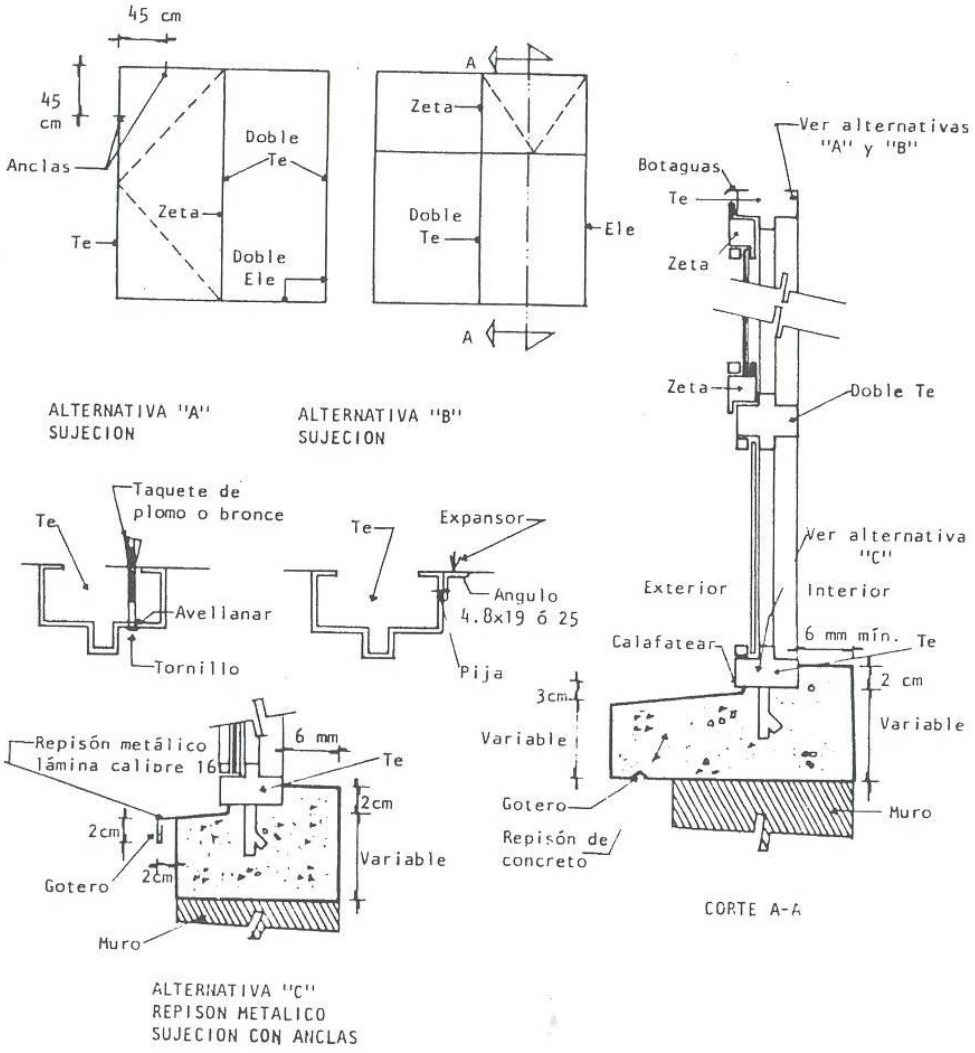


FIGURA 8

002-16

PERSIANAS DE ALUMINIO

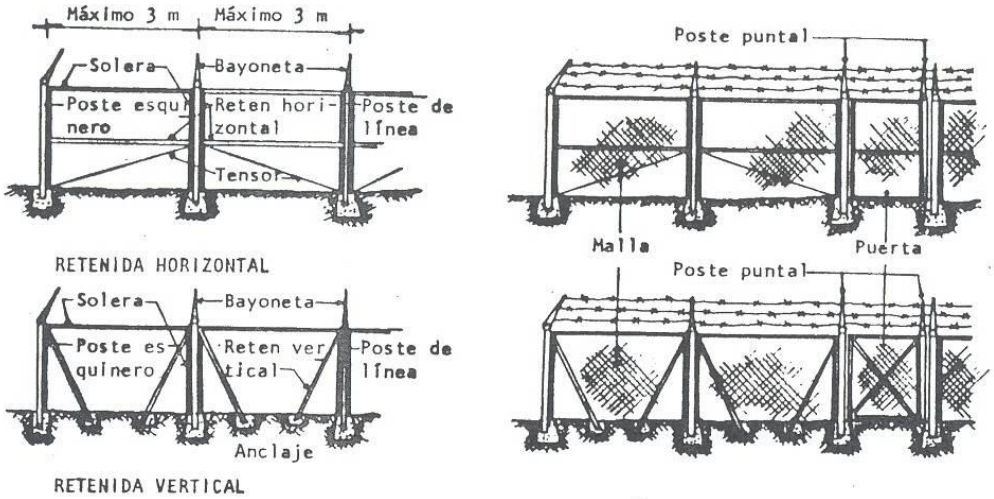
PERSIANA MOVIL

PERSIANA FIJA

FIGURA 9

POSTES Y ALAMBRADOS

(ALTURA 2.00-2.40)



DIMENSIONES USUALES EN CERCAS DE ALAMBRADO

ELEMENTOS	ALTURA 2.00 m	ALTURA 2.40 m
Malla	51 mm (2" x 2")	51 mm (2" x 2")
Calibre Alambre	Núm. 10	Núm. 10
Postes de Línea	48 mm D.E.	60 mm D.E.
Postes Puntales	60 mm D.E.	73 mm D.E.
Postes Esquineros	60 mm D.E.	73 mm D.E.
Retenidas Horizontales	42 mm D.E.	42 mm D.E.
Barra Superior	42 mm D.E.	42 mm D.E.

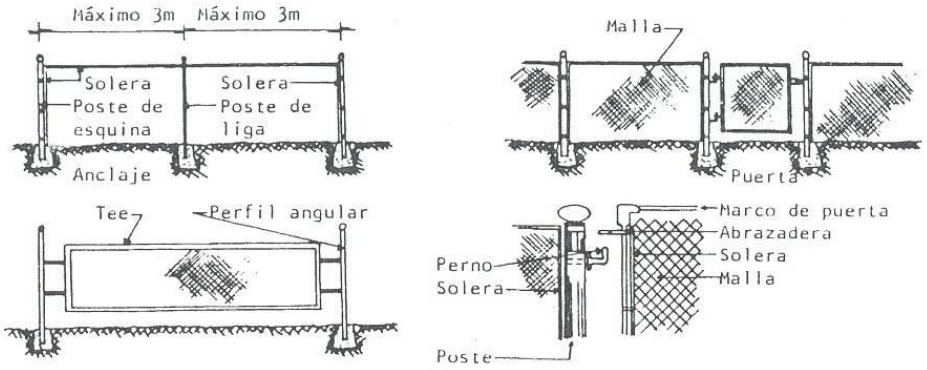
D. E. = Diámetro Exterior

FIGURA 10

002-18

POSTES Y ALAMBRADOS

(ALTURA 1.00-1.50)



EN PANELES DE FIERRO ESTRUCTURAL

DETALLE BISAGRA EN PUERTA

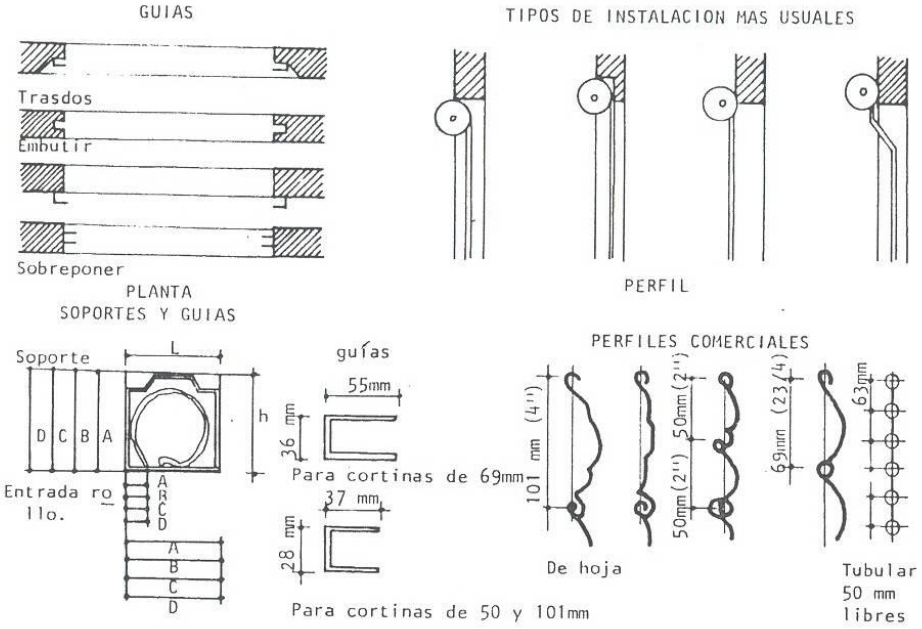
DIMENSIONES USUALES EN CERCAS DE ALAMBRADO

ELEMENTOS	ALTURA 2.00 m	ALTURA 2.40m
Malla	51 mm (2" x 2")	51 mm (2" x 2")
Calibre Alambre	Núm. 12	Núm. 10
Postes de Línea	42 mm D.E.	48 mm D.E.
Postes Puntales	60 mm D.E.	73 mm D.E.
Postes Esquineros	60 mm D.E.	73 mm D.E.
Retenidas Horizontales	33 mm D.E.	42 mm D.E.
Barra Superior	33 mm D.E.	42 mm D.E

D.E. = Diámetro Exterior

FIGURA 11

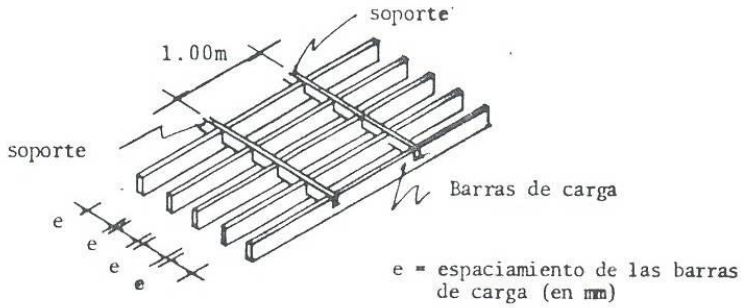
TIPOS DE CORTINAS METALICAS



ESPACIO QUE OCUPAN LOS ROLLOS

MODELO 50 y 101mm (2" y 4") ALTURA EN m	SOPORTE	MODELO 69mm (2 3/4") ALTURA EN m	SOPORTE	SOPORTE TIPO	"L" en mm	"h" en mm	ENTRADA ROLLO TIPO	DIMENSION en mm
Hasta 4.00	A	Hasta 5.00	B	A	315	355	A	20
4.20 -6.00	B	5.00 -6.00	C	B	365	435	B	40
6.00 -7.50	C	6.00 -7.50	D	C	410	490	C	60
				D	570	683	D	115

F I G U R A 12



REJILLA DE ACERO EN PISOS

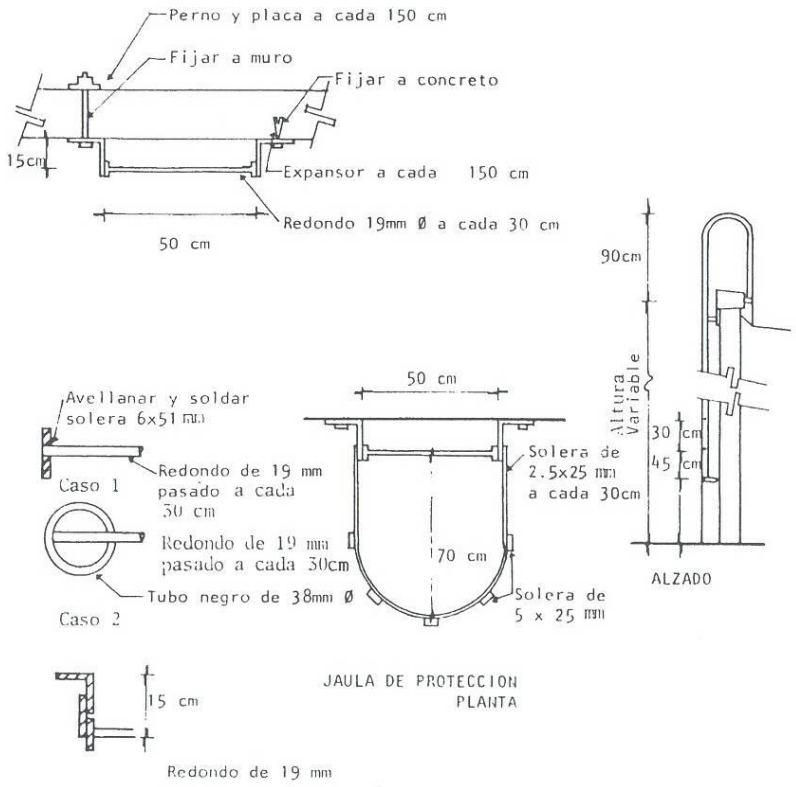
CAPACIDAD APROXIMADA DE CARGA UNIFORME (KG/M2)

e (en mm)		TAMAÑO DE LAS BARRAS DE CARGA (en mm) SOPORTADAS A CADA METRO								
	19 x 3	19 x 5	25 x 3	32 x 3	32 x 5	38 x 3	38 x 5	44 x 5	50 x 3	63 x 5
36	550	840	1000	1550	2300	2200	3300	4600	6000	9000
30	650	980	1100	1800	2750	2600	3900	5300	7000	10000
24	800	1200	1450	2250	3400	3200	4800	6600	8600	13500
21	950	1400	1650	2600	4100	3700	5600	7700	10000	15500

Notas:
- En caso de cargas concentradas, tomar la mitad de la capacidad aquí anotada.
- Se debe revisar el diseño, ya que la flecha podría ser excesiva.
- Estos datos sirven para formar el criterio del diseñador. Para el diseño definitivo consultar al fabricante.

F I G U R A 1 3

002-21


Perno y placa a cada 150 cm
Fijar a muro
Fijar a concreto
15cm
Expansor a cada 150 cm
Redondo 19mm Ø a cada 30 cm
50 cm
90cm
Altura Variable
30 cm
45 cm
ALZADO
50 cm
Avellanar y soldar solera 6x51 mm
Redondo de 19 mm pasado a cada 30 cm
Caso 1
Redondo de 19 mm pasado a cada 30cm
Tubo negro de 38mm Ø
Caso 2
Solera de 2.5x25 mm a cada 30cm
70 cm
Solera de 5 x 25 mm
JAULA DE PROTECCION
PLANTA
15 cm
Redondo de 19 mm
CLIP DE SUJECION para Caso 1
Planta

F I G U R A 14

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	10	ACABADOS EN EDIFICIOS
CAPITULO	003	CARPINTERÍA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el conjunto de cálculos y planos que definen los elementos formados con madera para utilizarse en una edificación.

A.02. Tales elementos pueden clasificarse en:

a. Puertas

b. Ventanas

c. Lambrines

d. Pisos

e. Canceles

f. Plafones

g. Armarios y muebles

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en proyectos de Carpintería, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados y en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.		D. D. F.
Generalidades de Obra Civil (Presentación Del proyecto)	2.03.01.001.	D. D. F
Cerrajería	2.03.10.004	D. D. F
Elementos separadores de ambiente a base de vidrios, cristales o materiales plásticos.	2.03.10.005	D. D. F
Madera para acabados, en tiras.	4.01.01.021	D. D. F
Madera para acabados en hojas.	4.01.01.022	D. D. F
Hojas de madera prensada.	4.01.01.023	D. D. F

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN.

C.01. El proyectista deberá diseñar los elementos a manera de utilizar las medidas comerciales de la materia prima evitando causar desperdicios.

C.02. La decisión para el uso y selección de madera en una edificación deberá estar respaldada por el análisis costo – beneficio que el proyectista presente, en el que se incluirán: resistencia, color, durabilidad, etc., el Departamento con base al estudio autorizará su uso; para tal fin se muestra la Tabla 1.

C.03. Según el tipo de madera será el uso a que se destine, de acuerdo a sus propiedades y características particulares; a

CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 1. Cuadro analítico para la selección de madera.

Especies	Usos principales		Costo relativo	Apariencia			Medidas máximas practicas en m.			Estabilidad Dimensional *	Observaciones
	Exterior	Interior		Color	Veta	Grano	Espesor (pulg)	Ancho (pulg)	Largo (pulg)		
Pino		Marcos, estampados soportes.	100.00	Amarillo cremoso	Fuerte	Cerrado	0.07 (2 ¾)	0.29 (1 1/2)	4.88 (16)	7.8 (6/64)	Gran rango de aplicación de uso general.
Caoba	Molduras, marcos, puertas, chapeos	Lambrines, gabinetes, puertas, muebles	250.00	Café Dorado Vivo	Mediano	Abierto	0.07 (2 ¾)	0.29 (1 1/2)	4.88 (16)	14.32 (1 1/64)	Características excelentes para uso arquitectónico (no estructurales)
Nogal		Ebanistería, lambrines, especiales.	600.00	Café oscuro	Mediano y fuerte	Cerrado	0.175 (6 7/8)	0.144 (41/2)	2.44 (8)	13.02 (10/64)	Madera, dura alto costo, tamaño limitados, escasa, gran variedad de vetas.

* Representa la variación máxima en medidas cuando el contenido de humedad se reduce de 10 a 5 por ciento expresado en mm/m y números en paréntesis pulgada/pie.

NOTA: Para hacer la conveniente selección de maderas, el llenado de los datos de la tabla anterior plantea la necesidad del estudio de sus caracterìsticas sobresalientes. La clave de la sección es la columna usos principales, ya que analizando cuidadosamente este concepto y relacionándolo con el costo relativo, las alternativas posibles se estrecharán considerablemente. De este punto se debe considerar la apariencia, comparando los aspectos de color, veta y grano. Las medidas máximas practicadas establecen los límites (el costo expresado está relacionado con estas dimensiones) para diseño sin desperdicio. La estabilidad dimensional plantea mayor o menor necesidad de proteger la madera a cambios de humedad. La columna de observaciones refuerza las conclusiones para elegir o rechazar una especie de madera.

CIUDAD DE MÉXICO

A continuación se señalan algunas clases de madera con uso recomendado:

a. Pochote.- Su empleo principal será para artículos livianos y fáciles de trabajar, como canceles, plafones y muebles; la presentación de esta madera es en forma de triplay.

b. Cedro.- Su empleo es sumamente variado; se recomienda usar para artículos livianos y fáciles de trabajar, como puertas, canceles, plafones, lambrines, muebles, armarios, pasamanos y molduras. Su presentación es amplia; tablón, vigas, duelas, triplay, aglomerados, lambrín, machihembrado y chapa.

c. Guanacaste o parota.- Se usará en puertas, plafones y lambrines y se presenta como tablón, viga, duela y lambrín machihembrado.

d. Mulato o chaca.- Se emplea en plafones, muebles y patrones por su excepcional estabilidad dimensional. Su presentación es en forma de triplay.

e. Pino.- Se utiliza en muebles, puertas, canceles, pisos, lambrines, plafones, armarios, pasamanos, molduras y sobre todo en bastidores ocultos. Se presenta como tablón, viga, triplay, parquet y adoquín.

f. Bajón o ayacahuite.- Se empleará para puertas, lambrines y muebles. Se presenta como tablón, duela, aglomerado y tablón duela.

g. Primavera.- Para lambrines, muebles, pasamanos y molduras. Se presenta como triplay y chapa.

h. Barí.- Se podrá proyectar su uso en muebles, pasamanos, y molduras y mangos de herramienta. Su presentación es en tablón, viga, duela, parquet, adoquín y lambrín machihembrado.

i. Caoba.- Se recomienda proyectar su utilización para puertas, canceles, plafones, lambrines, muebles, armarios, pasamanos y molduras. Se presenta como tablón, viga, duela, triplay, chapa, aglomerado, lambrín machihembrado y tablón duela.

j. Tepesúchil y monte claro.- Se utiliza en puertas, canceles, pisos, lambrines, muebles y armarios. Se presenta como duela, triplay, parquet, adoquín, lambrín machihembrado, tablón duela y durmiente.

k. Mechiche o belche.- Para pisos y lambrines. Se presenta como tablón, viga, duela, parquet, adoquín, lambrín machihembrado.

1. Mojú.- Para pisos; su presentación es duela y chapa.

m. Pukte.- Para pisos y muebles. Se presenta como tablón, viga, duela y lambrín machihembrado.

n. Aglomerada o reconstruida.- La que se obtiene prensando en caliente una masa de viruta y fibras de madera mezclada con pegamento; por su reducida resistencia se recomienda para decoración, cancelería, muebles y como aislante térmico y acústico. Se presenta en hojas.

C.04. Los elementos de fijación serán diseñados de manera que garanticen la seguridad y la estabilidad de las piezas.

C.05. En el diseño de los elementos se deberán considerar las variaciones de volumen por dilatación y contracción y las deformaciones que puedan presentarse por alabeos y torsión.

C.06. El proyectista de carpintería deberá tomar en cuenta y trabajar en coordinación con los proyectos arquitectónicos y de instalaciones eléctricas, hidráulicas, de aire acondicionado, etc.

C.07. El proyecto deberá contener los planos necesarios con plantas, alzados, cortes y detalles que permitan una correcta interpretación de los elementos proyectados.

C.08. Para el diseño de los elementos de carpintería se considerarán en su caso, las dimensiones mínimas establecidas en el Reglamento para las Construcciones del D.F. en lo referente a las áreas de iluminación, ventilación, circulación y accesos.

C.09. Se deberá indicar en el proyecto la protección que se dará a la madera para evitar sea dañada por agentes exteriores tales como la polilla o la humedad, así como los aislantes o retardantes del fuego que garanticen los tiempos mínimos de resistencia al fuego que establece el Reglamento para las Construcciones del D.F.

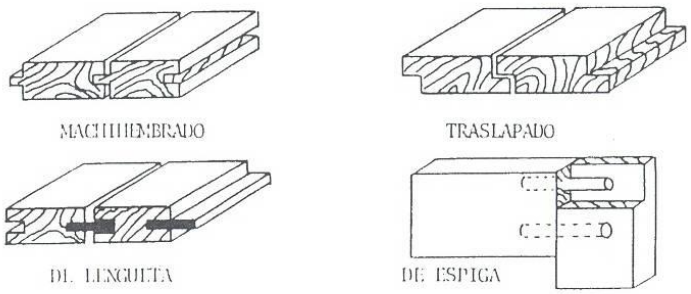
C.10. Las juntas, empalmes y ensambles deberán diseñarse de manera que eviten que el agua se introduzca en ellos.

El proyectista seleccionará el tipo de empalme para el correcto acoplamiento de las piezas de madera, considerando los esfuerzos a que estará sometido el elemento.

A continuación se indican algunos tipos de acoplamiento, que pueden utilizarse de acuerdo a sus características:

a. Acoplamientos por yuxtaposición (ver fig. 1). Se emplearán para formar grandes superficies.

b. Acoplamientos y ensambles (ver figuras 2 y 3). Para su selección, se deberá considerar el espesor de las piezas por unir, a fin de evitar que la sección se debilite por algún rebaje o ranura que se requiera en su ejecución.



EMPLEOS DE ACOPLAMIENTOS

F I G U R A 1

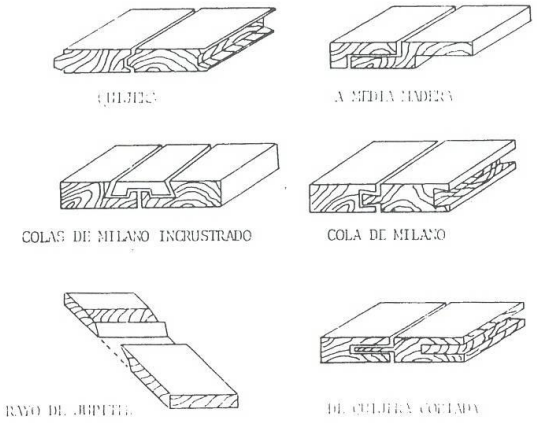
C.11. El pegamento que se proponga para unir las piezas deberá garantizar una adherencia completa durante la vida útil del elemento que se diseñe.

Las resinas de fenol se emplearán para triplay en exteriores y las resinas de urea para triplay en muebles. Para madera a la Intemperie se usarán pegamentos a base de resinol y fenol; para madera en interiores y muebles, pegamentos de resinas de polivinilo.

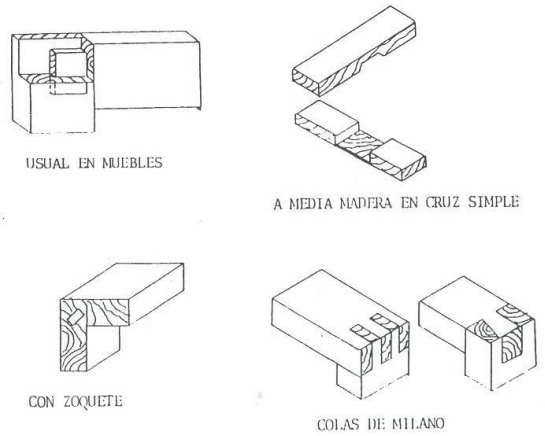
C.12. Las puertas de madera pueden ser hojas abatibles, deslizantes o plegables, según se ilustra en la FIGURA 4. para su diseño se ocuparán los siguientes lineamientos:

a. La superficie de la puerta no deberá exceder de 10 m2, excepto indicación expresa del Departamento.

b. Las puertas deberán tener una holgura uniforme de 3 mm del marco con respecto a los lados del dintel; y de 10 mm, con respecto al piso terminado y el umbral.



EJEMPLOS DE ENSAMBLES
F I G U R A 2

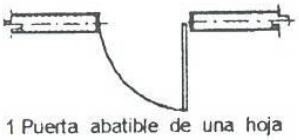


EJEMPLOS DE ENSAMBLES
F I G U R A 3

003-08

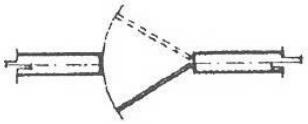
XICO

Abatimientos



1 Puerta abatible de una hoja

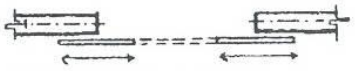
2 Puerta abatible de dos hojas



3 Puerta doble acción una hoja

4 Puerta doble acción dos hojas

5 Puerta corrediza una hoja

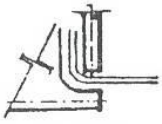


6 Puerta corrediza dos hojas

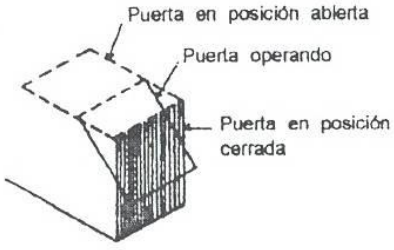
7 Puerta corrediza oculta

8 Puerta plegable

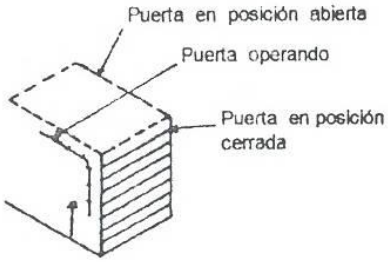
9 Puerta telescopica



10 Puerta plegable en redondo



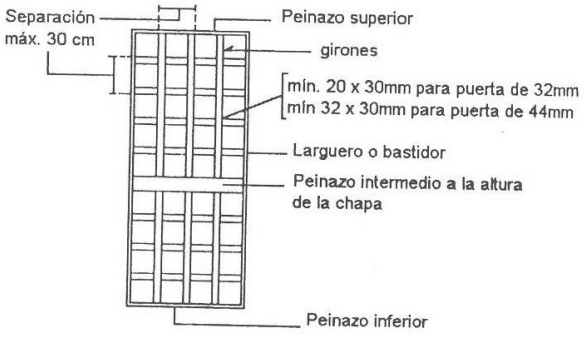
11 Puerta basculante apoyo lateral



12 Puerta deslizante en forma vertical

Figura 4

En los cuatro cantos de la puerta, se colocarán tiras de madera sólida (boquillas) de 15 mm de la misma calidad del triplay, para ocultar la unión del triplay con el bastidor. Ver Figura 5.



Bastidor tipo para puertas de tambor

Figura 5

2. En las puertas tipo sólido, formadas a base de duelas o entablerados, se usarán solamente madera estufada con un contenido de humedad del 6 ± 2%.

   Las secciones que conforman la puerta se unirán de acuerdo a lo indicado en el inciso C.09.

d. Cuando se requieran puertas aislantes del sonido, deberán proyectarse del tipo de tambor con los espacios interiores del bastidor rellenos con algún material de alto índice de aislamiento acústico, los tres cantos y el arrastre serán sellados, con materiales de idénticas características acústicas que el relleno.

e. En las puertas de madera que utilicen áreas de vidrio, se deberán diseñar sistemas o elementos que sujeten con seguridad y firmeza el vidrio a la puerta y se indicarán en los planos respectivos.

f. Cuando las puertas deben ser recubiertas con materiales laminados, estos serán colocados sobre una base de triplay de pino; los cantos serán también recubiertos con tiras del mismo material.

g. El cajón y las chambranas podrán ser de madera o metálicos. Si se utiliza madera, la batiente se formará mediante rebajada del cajón y no se colocará sobrepuesta. Ver Figura 6.

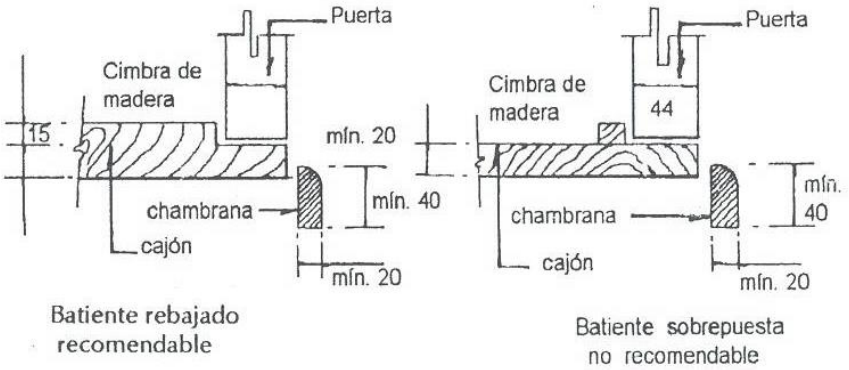


Figura 6

(todas las acotaciones en mm)

003-11

h. Los tipos de puertas de madera serán los mismos que fueron señalados en la figura 7 del capítulo de proyectos de herrería.

C.13. Para el diseño de canceles de madera se seguirán en lo conducente, los mismos lineamientos indicados para puertas de madera. Los elementos de sujeción del cancel a pisos, muros y plafones se diseñarán de manera que permita el desmontaje del cancel sin que éste sufra deterioro y sea posible recolocarlo con el mínimo desperdicio de material.

C.14. Los lambrines de madera se apoyarán en un bastidor fijado directamente al muro, con elementos que garanticen la estabilidad del lambrín, los cuales quedarán ocultos por medio de faldones, clavacotes u otros elementos que cumplan con dicho fin.

Los elementos que forman el bastidor estarán separados a una distancia tal que evite el alabeo del recubrimiento.

Cuando se utilice duela, deberá ser machihembrada para dar unión y continuidad al lambrín.

C.15. Los pisos de madera pueden ser colocados directamente al firme de concreto o apoyados en vigas y/o polines. En general se seguirán los lineamientos siguientes:

a. Si el piso de madera se coloca directamente sobre el de concreto y éste a la vez tiene contacto con el terreno natural, lo cual puede ocasionar una posible humedad, se deberán diseñar las protecciones adecuadas para evitar que la humedad afecte a la madera. Estos sistemas no deberán cambiar las condiciones óptimas de la superficie para garantizar que las condiciones de trabajo y función de los adhesivos utilizados sean los adecuados.

b. Cuando se proyecten pisos que se apoyen sobre polines en los niveles bajos y que puedan absorber humedad del terreno natural, con objeto de evitar que ésta afecte a la madera, se deberán diseñar sistemas de ventilación cruzada abajo del nivel de los pisos, de tal forma que el aire pueda circular.

   Los pisos de madera sobre polines se deberán diseñar de manera que dichas piezas estén apoyadas en toda su longitud, a distancias entre apoyos no mayores de 1.50m. La distancia de centro a centro entre cada polín no será mayor de 40 cm.

c. Si el diseño requiere de una cama de madera previa para recibir el piso de madera, ésta deberá colocarse de modo que las juntas de la madera de la cama queden a 45° de las juntas de la madera del piso.

d. En todos los casos se incluirá el diseño de juntas de dilatación que le permitan movimiento a la madera; preferentemente se harán en el perímetro de los locales o en lugares no visibles.

e. En todos los casos que se utilice duela, ésta se deberá diseñar con machimbre.

C.16. Para el diseño de plafones se tomará en cuenta lo siguiente:

a. Se proyectarán sistemas de fijación y colgantes que den firmeza y estabilidad al plafón.

   Cuando el plafón sea registrable se proyectarán los andaderos o pasos de gato y los elementos de nivelación.

b. Con el objeto de tomar en cuenta las salidas, ductos, equipos, etc., en el diseño del bastidor y demás elementos del plafón, el proyecto deberá ejecutarse en coordinación con los proyectistas de instalaciones.

c. En las intersecciones con canceles y puertas, el bastidor deberá estar proyectado a fin de garantizar la estabilidad de la cancelería y movimientos en el abatimiento de las puertas.

d. El proyecto contendrá los planos de detalle necesarios para indicar la colocación del bastidor, sobre el cual se fijará la madera de acabado, el despiece, refuerzo, intersecciones con cancelería y puertas, remates en muros perimetrales, ventanas o cajillos, en caso necesario.

C.17. Para diseñar el mobiliario de madera que forme parte de una edificación tal como armarios, estantería, mostradores, libreros, etc., el proyectista deberá conocer las funciones y usos a que será destinado el mueble, con el objeto de elaborar el diseño apropiado.

Se presentarán planos de detalle, en planta, alzado y cortes y las soluciones dadas para ensambles, elementos de sujeción y para el movimiento de puertas, cajones y plafones deslizables, etc.

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

D.01. Debido a la gran variedad de elementos que constituyen la carpintería, los aranceles se fijarán de acuerdo a las particularidades que revista cada proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	10	ACABADOS EN EDIFICIOS
CAPITULÓ	004	CERRAJERÍA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es la selección de los mecanismos y dispositivos que se instalan para asegurar, fijar, cerrar y abrir los elementos móviles que regulan circulaciones y pasos de luz y de aire en las edificaciones.

A.02. Entre los elementos que constituyen la cerrajería se incluyen:

a. Chapas

b. Bisagras

c. Cierrapuertas

d. Herrajes complementarios

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en proyectos de Cerrajería y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados y en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Generalidades de obra civil (Presentación del Proyecto)	2.03.01.001	D.D.F.
Herrería	2.03.10.002	D.D.F.
Carpintería	2.03.10.003	D.D.F.
Cerraduras para puertas	4.01.02.038	D.D.F.

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. Los mecanismos deberán ser tan sencillos como sea posible, seguros y confiables.

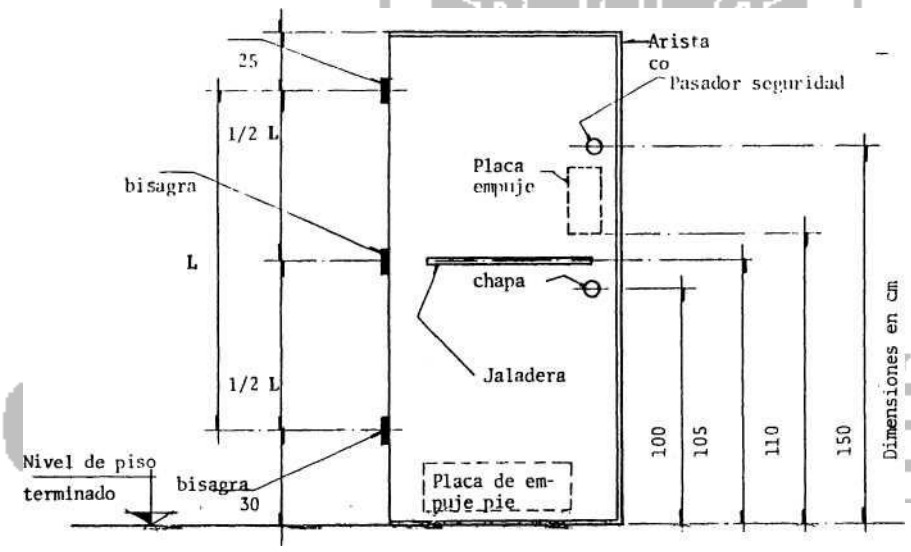
C.02. Los componentes de la cerrajería deberán asegurar al usuario una correcta operación.

a. La cerrajería de elementos de uso constante, tales como chapas, bisagras, etc., deberán garantizar en buen estado un mínimo de cien mil operaciones.

b. Cuando se requiera seguridad, las chapas deben estar constituidas por elementos resistentes, y sólo podrán ser maniobradas por quienes dispongan de la llave o conozcan la clave de la combinación, en su caso.

C.03. Las cerraduras y herrajes deberán tener apariencia acorde con el proyecto arquitectónico.

C.04. La colocación y alturas a las que se deberán colocar las cerraduras y los herrajes se establecen en la figura 1.



C.05. Cuando se utilicen puertas automáticas en tugares de mucho tránsito, deberán estar equipadas con un tapete adecuado para su operación con mecanismos eléctricos.

El peso máximo por hoja será de 70 kg.

C.06, De acuerdo con el uso que se requiera, podrán colocarse las cerraduras que a continuación se detallan:

a. Chapas de sobreponer

1. Con llave interior – exterior y jaladora interior, para: zaguanes, bodegas y almacenes, ver Fig. 2.

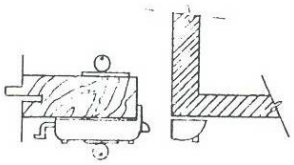


FIGURA 2

2. Con barra de acero, llave interior – exterior y jaladora interior, para: puertas metálicas, bodegas, laboratorios y locales de seguridad, ver Fig. 3.

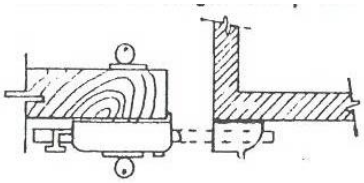


FIGURA 3

3. De mordaza con llave exterior o interior, para: comercios, fábricas y bodegas, ver Fig. 4

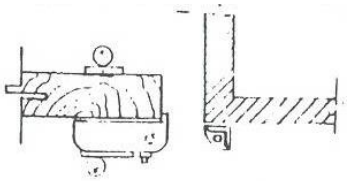


FIGURA 4

4. Con llave exterior y botón seguro interior, para almacén, armarios, casilleros y cocheras, ver Fig. 5

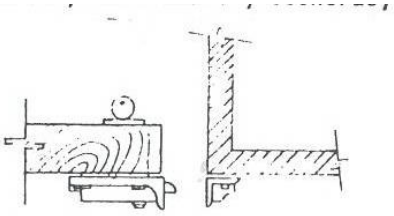
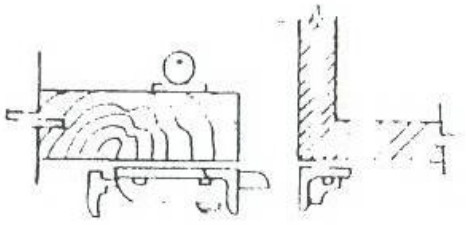


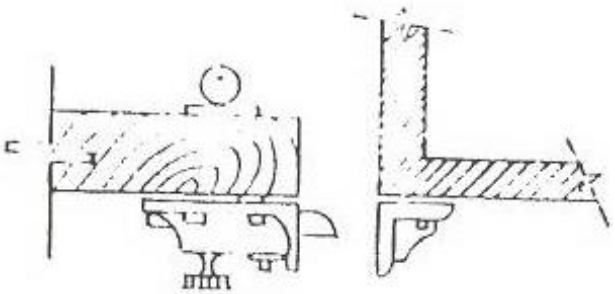
FIGURA 5

5. Con jaladora interior y llave exterior, para, zaguanes, cocheras y patios de servicio, ver Fig. 6



F I G U R A 6

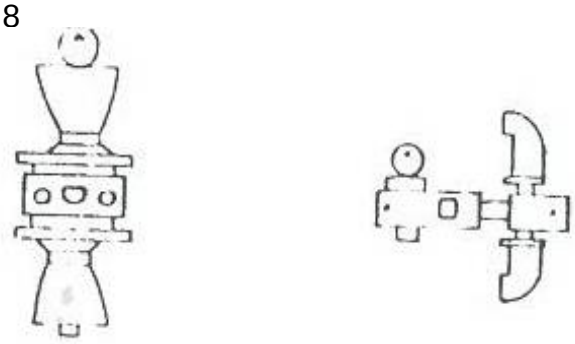
6. Con llave exterior y botón interior, para, cocheras, armarios, azoteas y patios, ver Fig. 7.



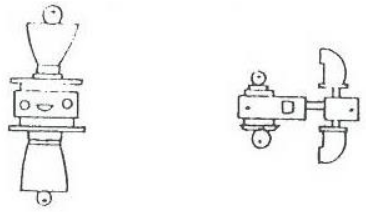
F I G U R A 7

b. Chapas de embutir:

1. Con llave exterior y botón interior, para oficinas, recámaras y vestíbulos, ver Fig. 8

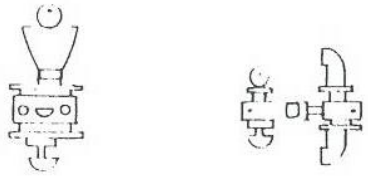


2. Con llave exterior e interior, para intercomunicación privada de oficinas, Ver Fig. 9.



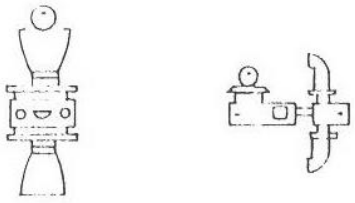
F I G U R A 9

3. Con llave exterior y mariposa interior, para armarios, ver Fig. 10.



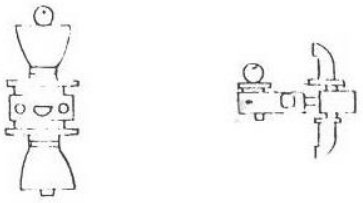
F I G U R A 10

4. Con llave exterior e interior libre, para: sal0nes de clase, alacenas y bodegas, ver Fig. 11.



F I G U R A 11

5. Con botón y llave exterior, para: baños y tocadores, ver Fig. 12



F I G U R A 12

6. Con exterior e interior libres; para: puestas de paso, ver Fig. 13.

FIGURA 13

7. Con exterior fijo e interior libre, para: salidas de emergencia, terrazas y balcones, ver Fig. 14.

FIGURA 14

8. Con exterior libre e interior de botón, para: recámaras, ver Fig. 15

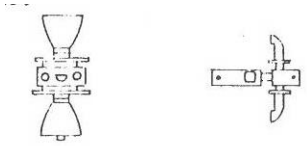


FIGURA 15

9. Con llave exterior y mariposa interior, para: bodegas, almacenes, cocheras y puertas de entrada, ver Fig. 16

FIGURA 16

10. Con llave exterior e interior, par: bodegas, almacenes, cocheras y puertas de entrada, ver Fig. 17.

FIGURA 17

11. Con llave exterior e interior ciego, para: alacenas, casilleros y armarios, ver Fig. 18.

FIGURA 18

12. Cerraduras para cristal, se usará en: puertas de cristal o vidrio de muebles, aparadores, etc., ve Fig. 19.

fig. 19.

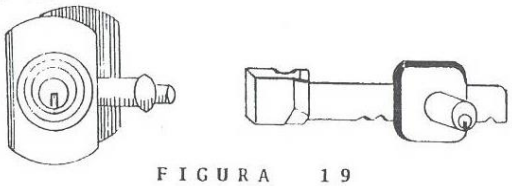


FIGURA 19

C.07. Las bisagras que se utilicen en las puertas, ventanas y muebles serán seleccionadas según se indica a continuación.

a. Tipo libro con perno removible, para: puertas y ventanas de madera y metálicas, ver Fig. 20.

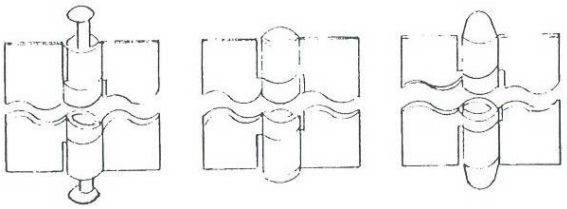


FIGURA 20

b. Tipo hojas, para: muebles y canceles de madera o metálica, ver Fig.. 21.

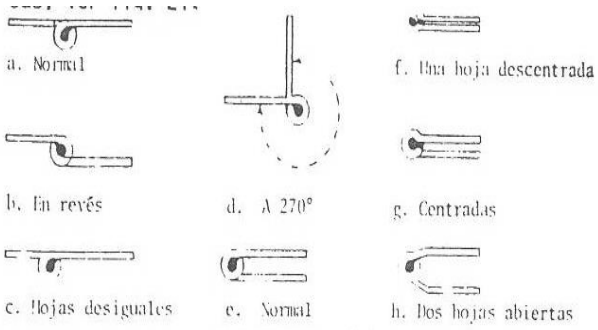


FIGURA 21

c. Tipo cartucho, de sobreponer, para ventanas y puertas de madera o metálicas, ver Fig. 22.

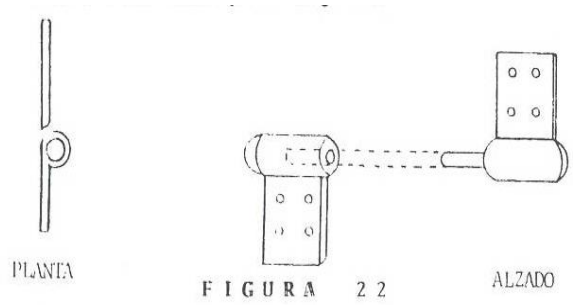
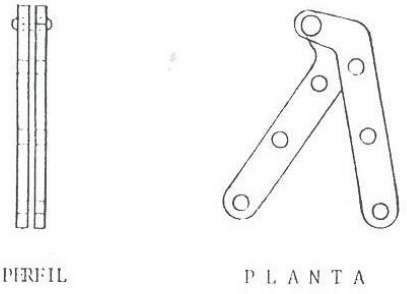


FIGURA 22

d. Tipo pivote, para puertas y ventanas de madera o metálicas, de hojas ligeras únicamente, ver Fig. 23.



004-09

FIGURA 23

e. De proyección o diseños especiales, para muebles y canceles, ver Fig. 24.

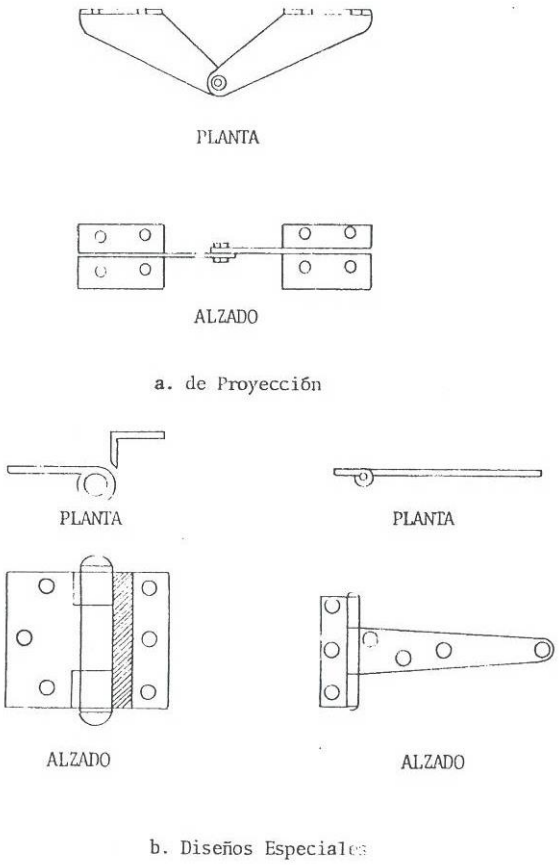


FIGURA 24

004-11

C.08. Los mecanismos cierrapuertas que se utilicen serán de los siguientes tipos:

a. Cierrapuertas manuales.

1. De la cremallera o de pesador, para puertas y ventanas de madera, ver, Fig. 25.

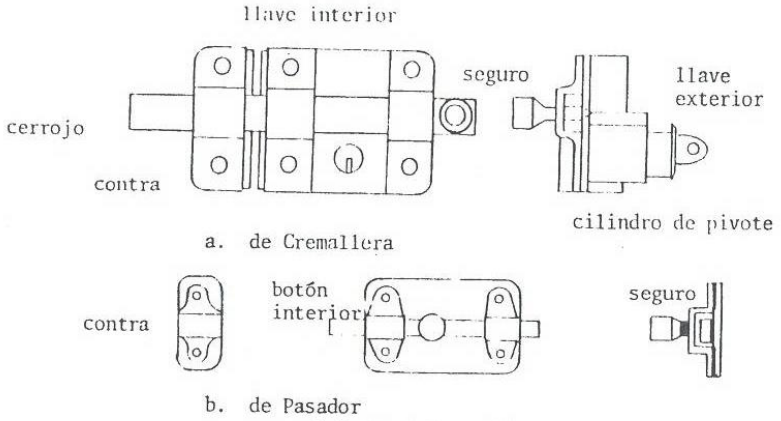


FIGURA 25

2. De resbalón, para muebles y canceles de madera o metálicos. Pueden ser de resorte fijos o de balín y resorte, ver Fig. 26.

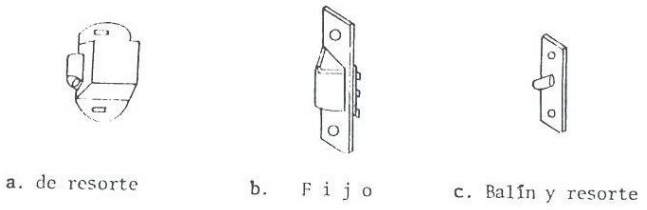


FIGURA 26

004-12

b. Cierrapuertas automáticas.

1. De resorte en piso o puerta, para puertas de madera o metálicas de doble acción, ver Fig. 27.

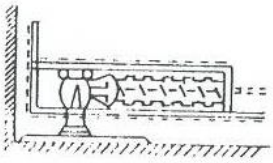


FIGURA 27

2. De pivote en marco y piso, para puertas de madera o metálicas de doble acción en interiores o exteriores, ver Fig. 28.

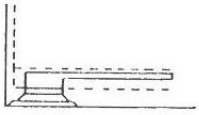


FIGURA 28

3. Hidráulicas con resorte y sin resorte, para puertas de abatir, sean de madera o metálicas, en vestíbulos con tránsito, ver Fig. 29.

con tránsito, ver fig. 29.

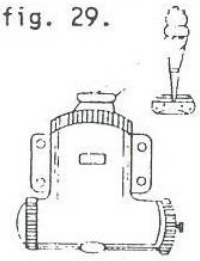


FIGURA 29

ipos de herrajes deberán proyectarse para que reali

C.09. Los tipos de herrajes deberán proyectase para que realicen debidamente sus funciones de seguridad, protección, fajamiento y apoyo; entre los diversos tipos de herrajes se tienen los siguientes:

a. Manijas, para asegurar puertas y ventanas de madera o metálicas, ver Fig. 30.

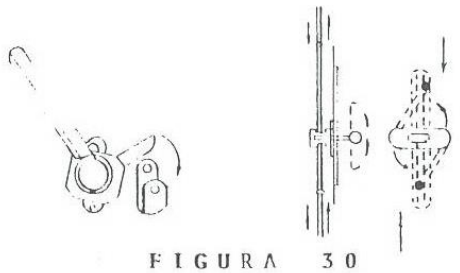


FIGURA 30

b. Barras de emergencia, para salidas de emergencias de lugares públicos de espectáculo, ver Fig. 31.

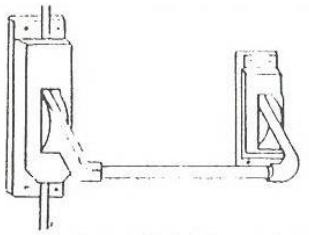
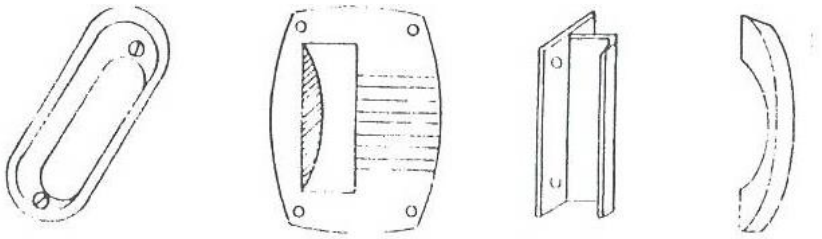


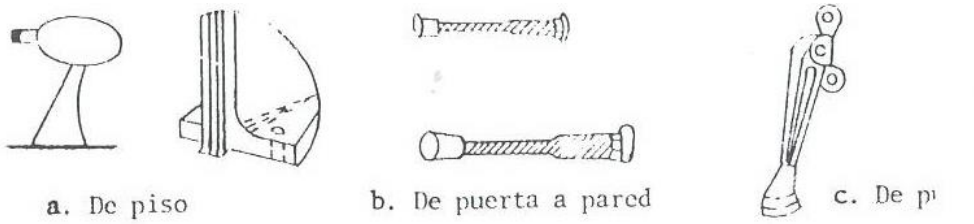
FIGURA 31

c. Jaladoras: para facilitar la operación de puertas y ventanas de madera o metálicas, ver Fig. 32.



JALADERAS FIGURA 3

d. Topes: para proteger los muros y remates donde se abaten puertas de madera o metálica para adherirse al piso, puerta o muros, ver Fig. 33.



T O P E S 004-13

e. Correderas: mecanismos que facilitan el deslizamiento de puertas y ventanas corredizas, ver Fig. 34.

C O R R E D E R A S
F I G U R A 34

C.10. Los elementos componentes de la cerrajería como parte integrante del proyecto de una obra, deberán indicarse de la siguiente forma:

a. Chapas y cerraduras.- Mediante el empleo de tablas se señalarán sus características, localización y operación; dichas tablas deben incluirse en los planos que detallan las puertas y ventanas del proyecto.

b. Bisagras y herrajes.- Se indicarán directamente sobre los planos de proyecto de puertas, ventanas, canceles, o mobiliario.

D. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.

D.01. El pago de la ingeniería de detalle (cerrajería) generalmente queda comprendido en el importe del proyecto arquitectónico, salvo casos especiales en los que el Departamento indique otra forma de pago.

En este último caso, la unidad de medición será la pieza y se medirá en términos de las superficies, del proyecto arquitectónico.

Para efectos de pago se contarán los elementos diseñados. $/pza.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	2	SERVICIOS TÉCNICOS
PARTE	03	PROYECTOS EJECUTIVOS
SECCIÓN	10	ACABADOS EN EDIFICIOS
CAPITULO	005	ELEMENTOS SEPARADORES DE AMBIENTE, A BASE DE VIDRIOS, CRISTALES O MATERIALES DE PLÁSTICO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es la selección y dimensionamiento de piezas de vidrio, cristal y/o productos plásticos y de los dispositivos de fijación apropiados para ser colocados en marcos, bastidores o soportes especiales, como elementos separadores de ambiente y/o decorativos que permitan el paso de la luz.

A.02. Estos elementos se clasifican como se indica a continuación:

a. En cuanto a sus propiedades ópticas en:

1. Transparentes

2. Translúcidos

2.1 Con superficie impresa

2.2 Con superficie esmerilada

2.3 Con superficie lisa.

3. Opacos

3.1 Con superficie impresa (espejos)

3.2 Con superficie no reflejante

b. Según los materiales empleados en su fabricación:

1. Vidrios:

1.1. Inastillables

1.2. Templados

1.3. Alambrado

1.4. Estructura acanalada

2. Cristal:

2.1. Inastillable

2.2. Atérmicos

2.3. Reflejantes

2.4. Templado

2.5. Antirrobo

2.3. Blindado anti-bala

3. Plásticos acrílicos

4. Plásticos de policarbonatos

5. Plásticos reforzados con fibra de vidrio

c. De acuerdo a su aplicación en las edificaciones:

1. Ventanas

2. Canceles

3. Puertas

4. Tragaluces

5. Domos

6. Barandales

7. Mostradores

8. Elementos decorativos

9. Mamparas

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en los proyectos de Elementos Transparentes o Traslúcidos Separadores de Ambiente, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Elaboración, Criterios de Medición y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados y en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal	2.03.01.001	D. D. F.
Generalidades de obra civil (Presentación del Proyecto)	2.03.10.001	D. D. F.
Albañilería y acabados	2.03.10.002	D. D. F.
Herrería	2.03.10.002	D. D. F.
Cerrajería	2.03.10.004	D. D. F.
Vidrios	4.01.02.035	D. D. F.

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. El proyectista deberá tomar en cuenta las dimensiones comerciales al diseñar los elementos, con el objeto de evitar en lo posible los desperdicios de material.

C.02. El proyecto deberá ejecutarse en coordinación con los responsables de los proyectos arquitectónicos, de herrería, de carpintería y en su caso, de aire acondicionado, especialmente cuando se trate de cristales atérmicos.

Asimismo se deberá considerar la capacidad de transmisión de luz del material para cumplir con los requisitos de iluminación mínima establecidos en el Reglamento de Construcciones para el D.F.

C.03. El dimensionamiento de la superficie y espesor del elemento estará en función del uso a que se destine, las longitudes entre apoyos, la presión del viento y las propiedades mecánicas del material.

Como guía auxiliar para el proyectista, en las figuras 1, 2 y 3 se presentan gráficas para determinar el espesor en función de las dimensiones y la presión del viento para vidrio o cristal y plástico acrílico, respectivamente.

C.04. El número y tipo de dispositivos de sujeción estarán en función de las dimensiones del elemento. Se deberán considerar las holguras mínimas para absorber las dilataciones debidas a esfuerzos térmicos o a desplazamientos estructurales.

C.05. Para evitar filtraciones de aire, humedad o sonido, se diseñará el empaque y el producto sellador apropiados y compatibles con el material del elemento separador de ambiente.

Deberá evitarse el contacto directo entre elementos y los apoyos y sistemas de sujeción metálicos. En la figura 4 se muestran algunos ejemplos de empacado y sellado.

C.06. En los sitios donde existan condiciones de alto riesgo para los cristales, como sería en escuelas, edificios públicos, centros hospitalarios y en general aquellos donde se presenten concentraciones de público, se proyectarán cristales templados o placas de materiales plásticos como: acrílico o policarbonato, resistentes al impacto.

C.07. Las puertas, biombos, canceles y barandales se diseñarán con cristal templado o de materiales plásticos, de manera que proporcionen un máximo de seguridad. En la figura 5 se muestran algunas combinaciones básicas de puertas y canceles.

C.08. Cuando sea necesario proteger una edificación o parte de ella contra golpes o impacto de bala sin menoscabo de visibilidad y/o iluminación, se emplearán cristales o materiales plásticos de seguridad.

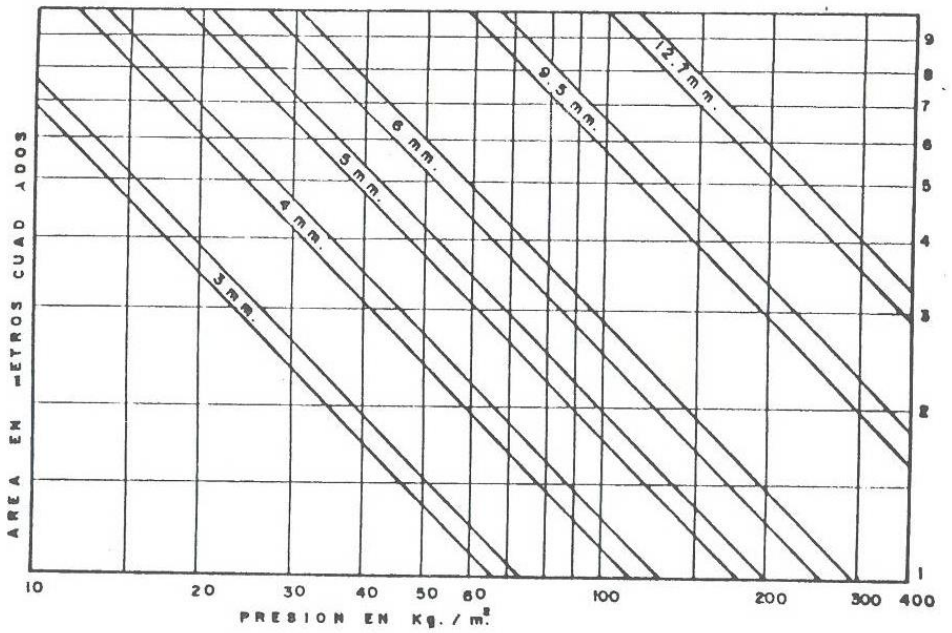
C.09. En aquellos sitios que por su destino deba evitar la transparencia, sin disminuir la iluminación, como sería en cuartos de baño o canceles, se colocarán vidrios, cristales o materiales plásticos translúcidos.

C.10. Los cristales atérmicos serán colocados de manera que eviten tener contacto directo con los perfiles metálicos o con materiales de baja captación de color, para evitar fracturas de origen térmico.

C.11. Cuando se coloquen cortinas o persianas en la ventana, se dejará un espacio mínimo libre de 5 cm entre éstas y la superficie del cristal para permitir el flujo de aire.

Asimismo las salidas de calefacción se proyectarán de manera que no dirijan el aire caliente hacia el cristal,

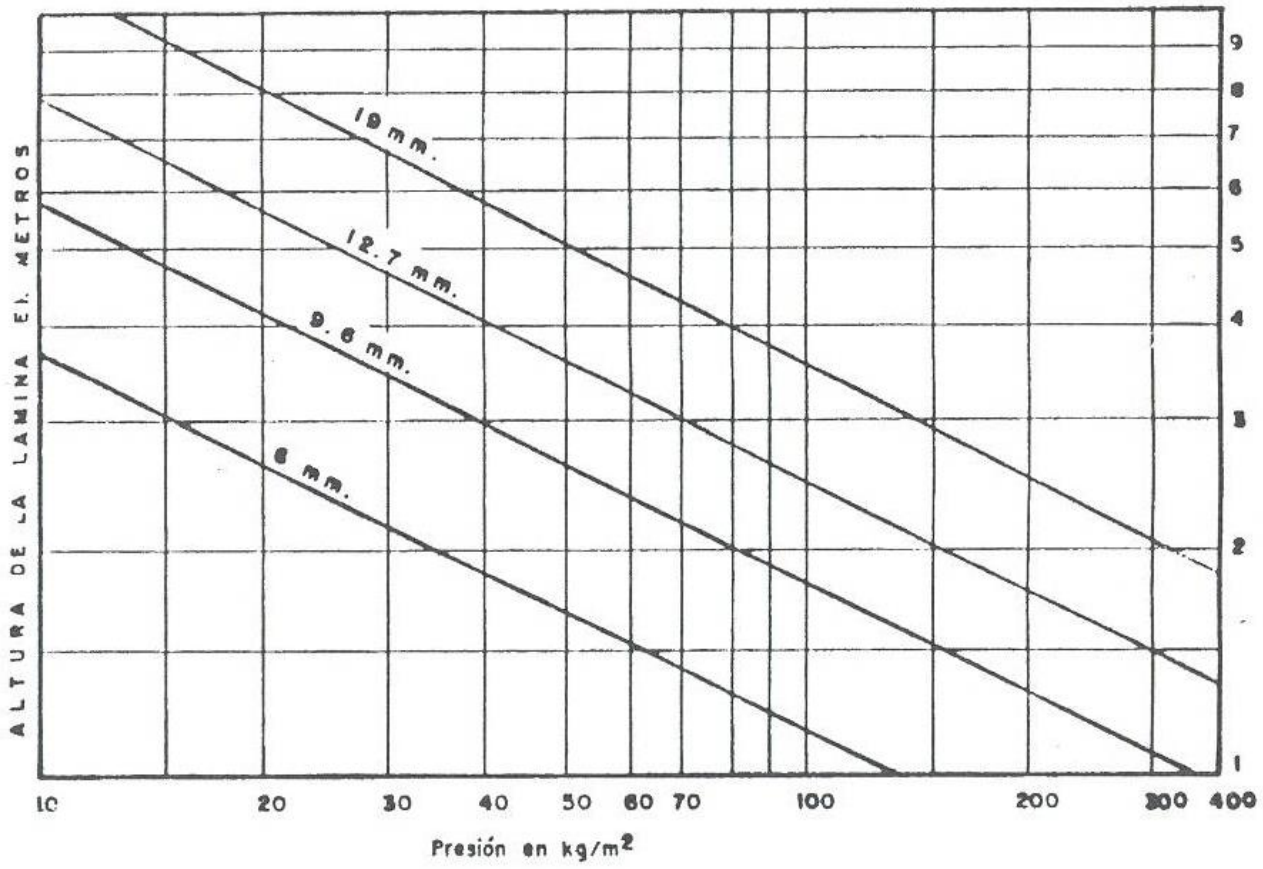
ESPESOR DE CRISTALES EN FUNCION DE LA ALTURA Y LA PRESION DEL VIENTO QUE ACTUA EN PERIODOS MAYORES DE DOS SEGUNDOS



NOTA:
ESTA GRAFICA ES VALIDA PARA CRISTALES PERIMETRALMENTE APOYADOS. CON UNA RELACION DE CLARO LARGO A CLARO CORTO NO MAYOR QUE DOS.

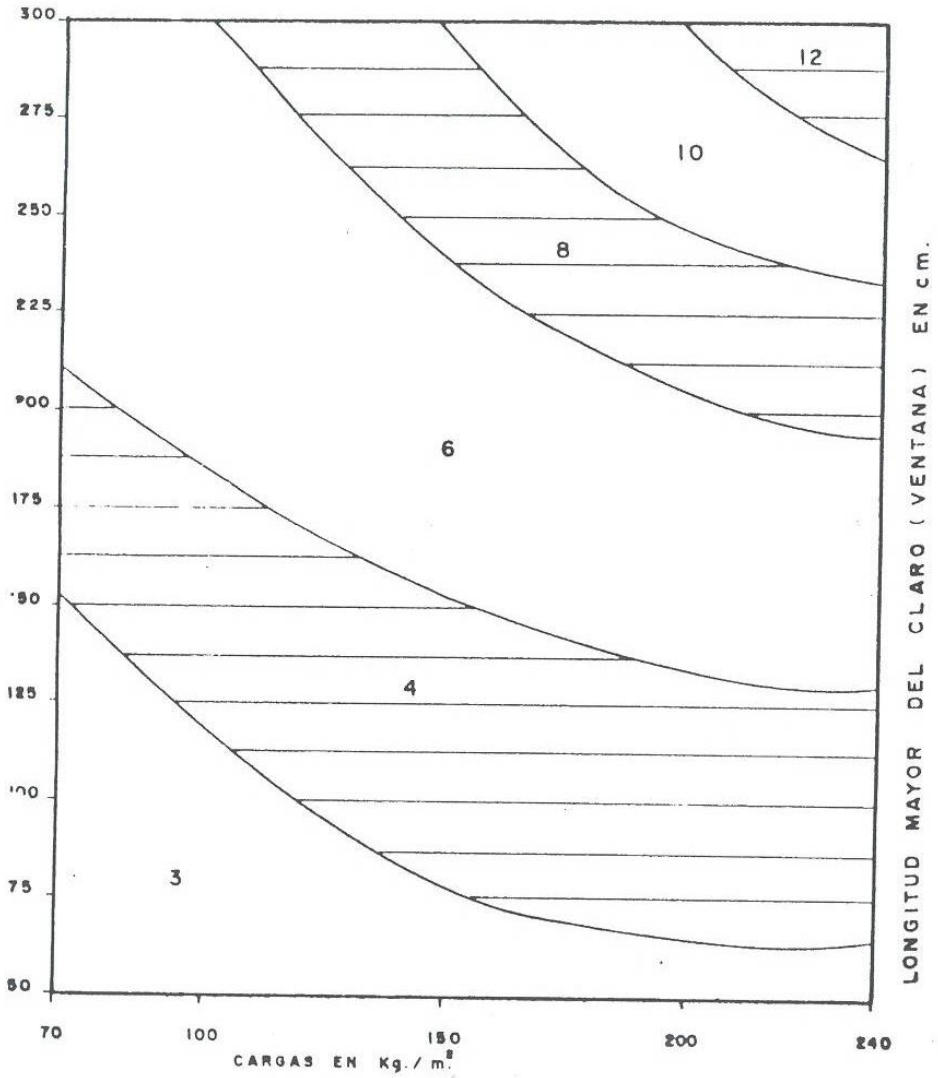
FIGURA I

ESPESOR DE CRISTALES EN FUNCION DE LA ALTURA Y LA PRESION DEL VIENTO QUE ACTUA EN PERIODOS MAYORES DE DOS SEGUNDOS



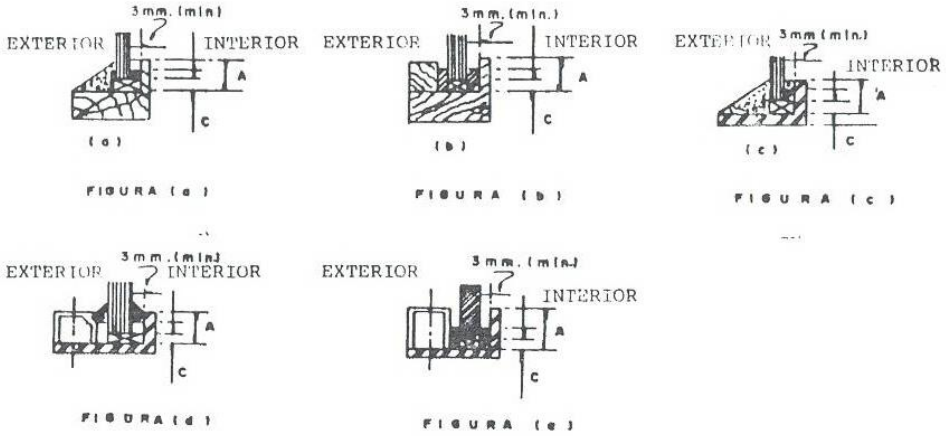
NOTA:
ESTA GRAFICA ES VALIDA PARA CRISTALES SIMPLEMENTE SOPORTADOS EN DOS DE SUS LADOS OPUESTOS.

FIGURA 2



ESPESOR RECOMENDADO (mm.) PARA PLACAS DE ACRILICO EN FUNCION DE LA PRESION DEL VIENTO Y EL LARGO DE LA VENTANA

FIGURA 3

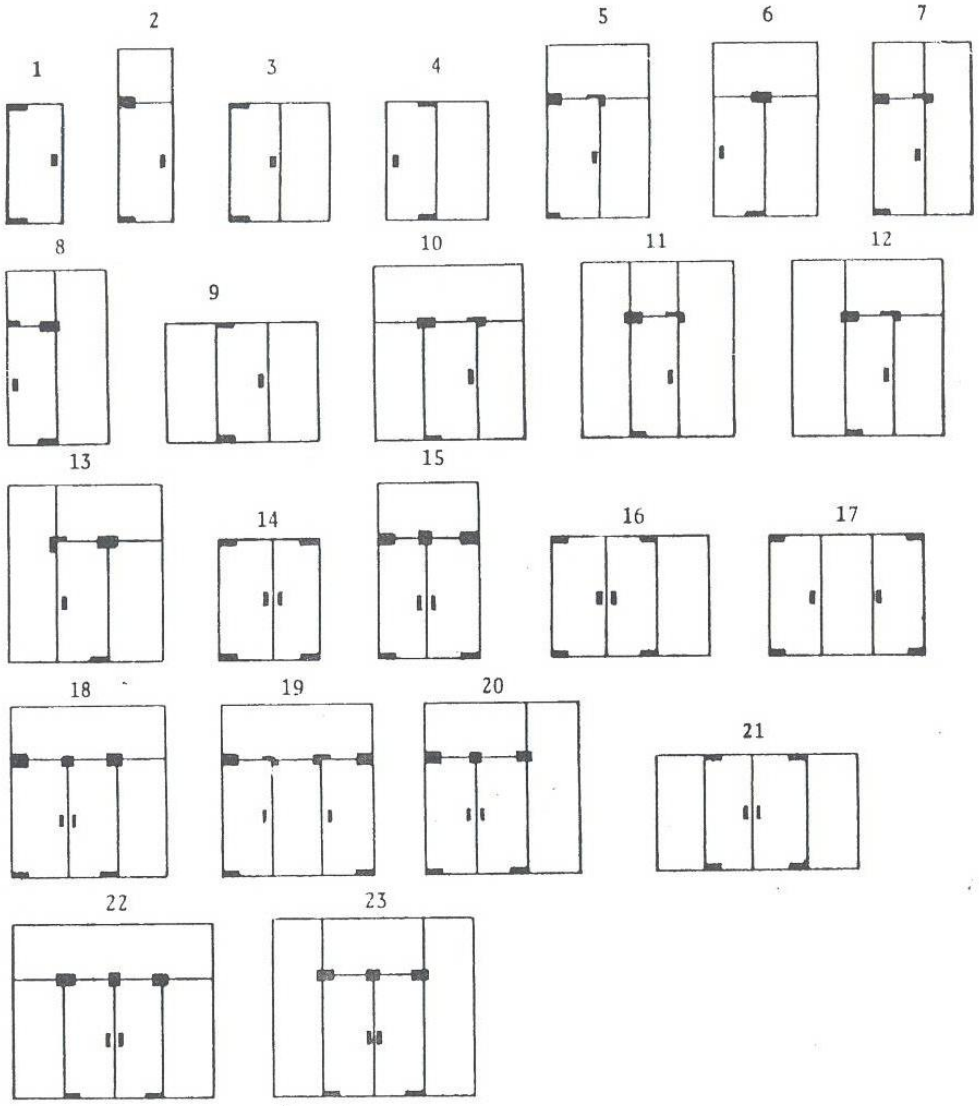


S E L L A D O D E V I D R I O

Sella do de vidrio

Espesor (mm)	Área (m2)	Dimensión máxima	Profundidad del perfil mínima “A” (mm)	Espesor de la calza “C” (mm)
2	0.45	1.00	10	No requiere
2	1.30	1.25	11	2 a 5
3	0.45	1.00	10	No requiere
3	2.30	2.00	11	2 a 5
5	2.30	3.00	13	2 a 6
5	6.50	3.00	16	2 a 10
6	2.30	3.00	13	2 a 6
6	6.50	3.00	11	2 a 10
	Cristal	Flotando	(Claro o pigmentado)	
3	2.30	3.25	13	2 a 6
3	6.20	3.25	16	2 a 10
6	9.30	3.00	13	5 a 6
6	13.00	3.95	16	6 a 10
6	19.20	5.80	19	5 a 13
9.5	24.00	7.25	19	6 a 13
9.5	24.00	7.25	22	6 a 16
12	24.00	7.25	22	6 a 16
19	24.00	7.25	22	6 a 16
25	7.10	3.75	22	6 a 16
25	7.10	3.75	25	6 a 20

CIUDAD DE MÉXICO



Combinaciones básicas para puertas y cancoles de cristal templado.

FIGURA 5

con objeto de prevenir altas diferencias de temperaturas entre interiores y exteriores y así evitar riesgos de fracturas (ver figura 6).

C.12. Las piezas mayores de 0.5 m2 o de espesor entre 3 y 12 mm, deberán colocarse sobre calzas de neopreno, con dureza de 85º ± 5º SHORE A. Para espesores superiores a 12 mm, las calzas serán de madera dura.

Se distribuirán en los cuartos del claro o, si esto no es posible, podrán espaciarse a cada 15 cm o a un octavo del ancho del cristal, medido desde el canto vertical de la pieza hacia el centro de la misma, y deberán quedar equidistantes de la línea central de elemento. En la figura 4 se muestran algunos ejemplos comunes de espesores de calzas.

C.13. Si el cristal templado y/o el material plástico son utilizados como elementos arquitectónicos para cubrir grandes superficies, se podrán diseñar cortinas suspendidas de la estructura por medio de elementos de fijación que permitan absorber las deformaciones debidas a cargas gravitacionales, fuerzas accidentales o dilataciones térmicas.

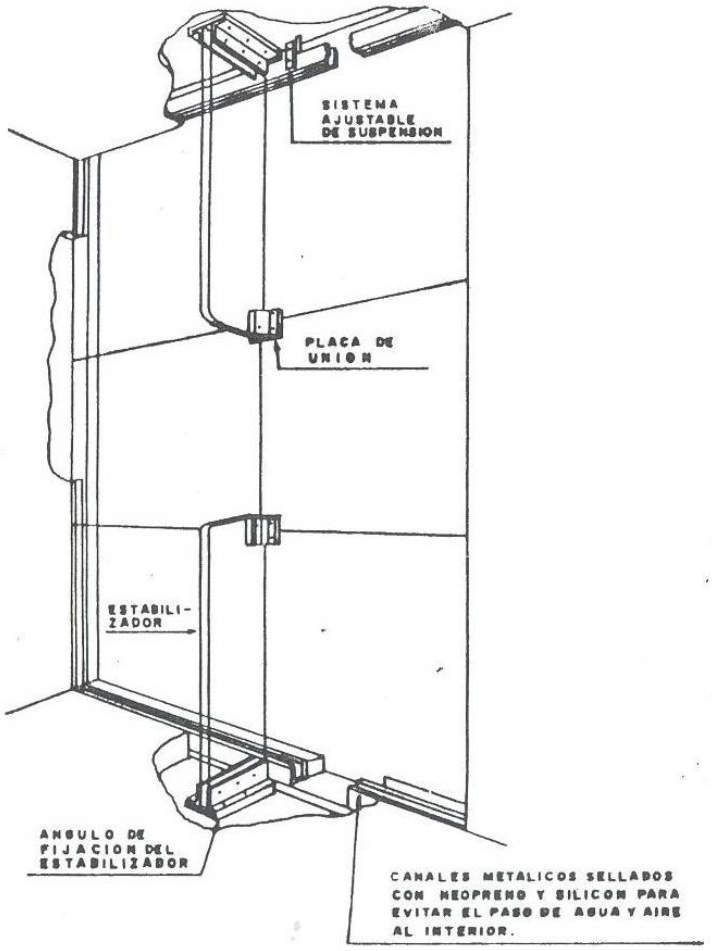
Cualquier junta de unión deberá sellarse para evitar la entrada de agua y aire interior. Para absorber las cargas del viento que tienden a desplazar las placas de cristal perpendiculares a su plano es necesaria la colocación de estabilizadoras (ver fig. 7)

C.14. La iluminación cenital podrá diseñarse mediante tragaluces y/o domos. El proyecto indicará los elementos de fijación y sellado, y considerará los desplazamientos por dilatación térmica y los originados por fuerzas exteriores.

El diseño estará coordinado con el proyectista de estructuras, para que éste seleccione adecuadamente los elementos estructurales sobre los cuales se montarán los tragaluces o domos.

C.15. Cuando se coloquen espejos, deberán considerarse en el proyecto, los dispositivos apropiados para proteger la capa de azogue de los efectos de la humedad y la corrosión.

CIUDAD DE MÉXICO



DISEÑO TIPICO DE SUSPENSION

FIGURA 7

C.16. En todo proyecto de emplomados se deberán señalar con claridad y precisión, la forma, dimensiones y color de cada fracción así como las características de las juntas de plomo y de los travesaños metálicos de refuerzo.

C.17. Los elementos translúcidos o transparentes que formen parte de las piezas de herrería y/o carpintería de una edificación, deberán señalarse en los planos respectivos, con sus dimensiones, los dispositivos de fijación, empaque y sellado para lo cual se utilizarán nomenclaturas y simbologías precisas y comprensibles.

Todo proyecto deberá incluir las memorias descriptivas y de cálculo.

D. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

D.01. El costo del proyecto de los elementos separadores de ambiente, transparentes y translúcidos, de una edificación generalmente queda incluido en el costo de los proyectos arquitectónicos.

En casos especiales dicho costo se determinará en forma separada, tomando en consideración las características de la obra, la complejidad del proyecto y la variedad y cantidad de tales elementos que formen parte de la edificación. La unidad de medición será el metro cuadrado de superficie de los elementos proyectados.

CIUDAD DE MÉXICO