Vivir Mejor

Gobierno Federal

Código de Edificación de Vivienda

Segunda Edición

CONAVI

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

PRESENTACIÓN

PARTE 1 — 1

ADMINISTRATIVA

1	**ADMINISTRACION**	**1**
101	Título, alcance y propósito	1
102	Aplicabilidad	1
103	Oficina de control y administración de la edificación	1
104	Obligaciones y atribuciones del funcionario responsable del control y administración de la edificación (FRAE)	2
105	Autorizaciones	6
106	Documentos de la construcción	9
107	Estructuras y usos temporales	10
108	Pago de derechos	10
109	Inspecciones	10
110	Certificado de ocupación: requisito indispensable para ocupar la vivienda	12
111	Servicios	13
112	Comité de revisiones	13
113	Incumplimiento del CEV	14
114	Orden de suspensión de obra	14
115	Entrega de la vivienda	14
2	**GLOSARIO DE TÉRMINOS**	**17**
3	**TIPOLOGÍA DE VIVIENDA**	**55**
301	Clasificación de la vivienda	55

PARTE 2 — 2

ASPECTOS URBANOS

4	**DESARROLLO URBANO, CONJUNTOS HABITACIONALES, ESTRUCTURA URBANA, LOTIFICACIÓN Y DONACIONES**	**57**
401	Consideraciones generales	57
402	Condicionantes para desarrollos habitacionales	57

403 Desarrollos habitacionales 59
404 Estructura urbana áreas y densidad 60
405 Donaciones 61
406 Señalamiento vial, mobiliario urbano y vegetación 61

5 EQUIPAMIENTO URBANO 63

501 Lineamientos generales 63

6 INGENIERÌA URBANA 65

601 Consideraciones generales 65
602 Agua potable 65
603 Alcantarillado sanitario y pluvial 68
604 Plantas de tratamiento y fosas sépticas 71
605 Aguas pluviales 72
606 Gas combustible doméstico 72
607 Electrificación y alumbrado público 75
608 Telefonía 76

7 VIALIDADES Y ESTACIONAMIENTOS 83

701 Vialidades 83
702 Señalización 85
703 Estacionamientos 86

PARTE 3 — 3

DISEÑO DEL EDIFICIO

8 DISEÑO DEL EDIFICIO 89

801 Emplazamiento 89
802 Patios de iluminación y ventilación natural 90
803 Espacios para cocheras 90
804 Perfil de fachada 90
805 Definición de espacios 91
806 Iluminación y ventilación 91
807 Funcionalidad de los espacios 92
808 Área mínima de espacios 93
809 Altura mínima de espacios 95
810 Alto y ancho mínimo de vanos 96
811 Dimensión de escaleras 96
812 Dimensión de espacios de uso común 97
813 Higiene 98
814 Superficies útiles en baños 98
815 Superficie útil en cocinas 98
816 Superficie útil en lavanderías o patios-lavandería 98
817 Seguridad y protecciones 98
818 Almacenaje temporal de basura 99
819 Buzones 99
820 Interfonos 100
821 Riego de áreas verdes 100
822 Dirección 100
823 Accesibilidad 100
824 Edificación resistente a inundaciones 100
825 Elevadores 102

9 ACCESIBILIDAD EN LA VIVIENDA 105

901 Accesibilidad 105
902 Criterios de diseño para espacios exteriores 106
903 Mobiliario urbano 111
904 Condiciones de accesibilidad en el interior de la vivienda 114
905 Criterios de diseño para espacios interiores de la vivienda 123
906 Instalaciones 134
907 Criterios de viviendas accesibles y adaptables 137

10 PREVENCIÓN DE INCENDIOS 141

1001 Consideraciones generales 141
1002 Rangos de resistencia al fuego 141
1003 Construcción contra incendio 142
1004 Recubrimientos para muros falsos, perforaciones, accesorios decorativos 142
1005 Señalización 143

PARTE 4 — 4

ASPECTOS ESTRUCTURALES

11 DISEÑO DE CIMENTACIONES 145

1101 Consideraciones generales 145
1102 Investigación del subsuelo 145
1103 Verificación de la seguridad de la cimentaciones 147
1104 Diseño estructural de la cimentación 157

1105	Análisis y diseño de excavaciones	157
1106	Muros de contención	159
1107	Observación del comportamiento de la cimentación	161
1108	Cimentaciones sobre rellenos controlados	161
1109	Memoria de diseño	161
12	**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES PARA VIVIENDA**	**163**
1201	Consideraciones generales	163
1202	Acciones de diseño	163
1203	Criterios de diseño estructural	164
1204	Estados límite de servicio	165
1205	Acciones permanentes	165
1206	Cargas variables	166
	Apéndice. Pruebas de carga	168
13	**DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**	**171**
1301	Consideraciones generales	171
1302	Estados límite de fallas	175
1303	Estados límite de servicio	181
1304	Diseño por durabilidad	182
1305	Requisitos complementarios	187
1306	Disposiciones complementarias para elementos estructurales comunes	191
1307	Concreto prefabricado	200
1308	Concreto ligero	201
1309	Concreto simple	201
	Notación	202
14	**DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA**	**207**
1401	Consideraciones generales	207
1402	Diseño de estructuras de mampostería	208
1403	Especificaciones generales de análisis y diseño	211
1404	Muros diafragma	220
1405	Mampostería confinada	221
1406	Mampostería reforzada interiormente	226
1407	Mampostería parcialmente reforzada	230
1408	Mampostería de piedras naturales	232
15	**DISEÑO POR SISMO**	**235**
1501	Consideraciones generales	235
1502	Análisis y diseño	235
1503	Clasificación del tipo de suelo	237
16	**DISEÑO POR VIENTO**	**239**
1601	Consideraciones generales	239
1602	Criterios de diseño	239
1603	Determinación de las presiones para diseño	239
1604	Diseño de elementos de recubrimiento	244
1605	Desplazamientos permisibles	245
17	**DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y DE MADERA***	**247**
18	**DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS E HIBRIDAS***	**249**

PARTE 5 — **5**

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

19	**TRABAJOS PRELIMINARES**	**251**
1901	Consideraciones generales	251
1902	Obras de protección	251
1903	Trabajos preliminares	252
1904	Mediciones y trazos	252
1905	Seguridad y sanidad en la obra	252
20	**MATERIALES**	**255**
2001	Consideraciones generales	255
2002	Cementantes	255
2003	Agregados pétreos	255
2004	Agua de mezclado	255
2005	Aditivos	255
2006	Acero	256
2007	Piezas de mampostería	256
2008	Piedras	257

21	**CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES**	**259**
2101	Procedimiento constructivo	259
2102	Excavaciones	262
22	**CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA**	**265**
2201	Construcción	265
2202	Morteros	265
2203	Procedimientos de construcción	267
2204	Inspección de obra	271
2205	Control de obra	272
23	**CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**	**275**
2301	Cimbra	275
2302	Acero	275
2303	Concrero	276
24	**INSTALACIONES**	**283**
2401	Construcciones de gas, hidráulicas y sanitarias	283
2402	Instalaciones eléctricas	284
2403	Instalaciones especiales	284
25	**CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METÁLICASY DE MADERA***	**287**
26	**CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS E HIBRIDAS***	**289**
26 A	**ACABADOS EXTERIORES E INTERIORES**	**291**
2601A	Consideraciones generales	291
2602A	Recubrimientos en muros interiores	291
2603A	Recubrimientos en muros exteriores	292
2604A	Pisos y pavimentos	292
2605A	Muros divisorios	294
2606A	Techos	295
2607A	Azotea	296
2608A	Herrería	297
2609A	Carpintería	298

PARTE 6 — **6**

SUSTENTABILIDAD

27	**SUSTENTABILIDAD**	**301**
2701	Consideraciones generales	301
2702	Aplicabilidad	301
2703	Selección del sitio	301
2704	Diseño y desarrollo del sitio	301
2705	Materiales de construcción	303
2706	Energía	303
2707	Energía renovable	316
2708	Eficiencia en el uso del agua	319
2709	Agua residual	320
2710	Manejo adecuado de residuos sólidos	321
2111	Áreas verdes	323
	Anexos	328
	Normatividad	335

PARTE 7 — **7**

INSTALACIONES MECÁNICAS

28	**ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES MECÁNICAS**	**337**
2801	Consideraciones generales	337
2802	Sistemas mecánicos existentes	337
29	**REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA MECÁNICO**	**339**
2901	Consideraciones generales	339
2902	Aprobaciones	339
2903	Placas en los equipos	339
2904	Tipos de combustibles	339
2905	Acceso a los aparatos	340
2906	Espacios libres entre elementos constructivos de materiales combustibles	340
2907	Instalaciones de los aparatos	341
2908	Instalación de sistemas mecánicos	341

30	**EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO**	**343**
3001	Consideraciones generales	343
3002	Calefactores centrales	343
3003	Equipos con bomba de calor	343
3004	Equipos de enfriamiento	343
3005	Convectores de zoclo	343
3006	Sistemas de calefacción radiante	344
3007	Calefactores de ducto	344
3008	Calefactores de piso con ventilación	344
3009	Calefactores de muro con ventilación	345
3010	Calefactores de cuarto con ventilación	346
3011	Equipos de enfriamiento por refrigeración	346
3012	Equipos de enfriamiento por absorción	347
3013	Equipos de enfriamiento por evaporación	347
3014	Hogar tipo estufa	347
3015	Calefactores de mampostería	347
31	**SISTEMAS DE EXTRACCIÓN**	**349**
3101	Extracción en secadores de ropa	349
3102	Campanas de extracción superior	349
3103	Ductos de extracción	349
3104	Ventilación mecánica	349
32	**SISTEMAS DE DUCTOS**	**351**
3201	Construcción de ductos	351
3202	Aire de retorno	353
33	**AIRE PARA COMBUSTIÓN**	**355**
3301	Consideraciones generales	355
3302	Aire del interior de los edificios	355
3303	Aire del exterior	356
34	**CHIMENEAS Y RESPIRADEROS**	**359**
3401	Consideraciones generales	359
3402	Componentes de los respiraderos	360
3403	Conectores de chimeneas y respiraderos	360
3404	Respiraderos	362
3405	Chimeneas de mampostería y prefabricados	363
35	**SISTEMAS SOLARES**	**365**
3501	Sistemas de energía solar	365
36	**GAS LP**	**367**
3601	Consideraciones generales	367
3602	Recipientes para contener gas lp	367
3603	Líneas de llenado para tanques estacionarios	369
3604	Tuberías para conducir gas lp	370
3605	Tipos de tuberías para conducción de gas lp	371
3606	Cálculo de las tuberías	372
3607	Válvulas de cierre de gas	373
3608	Reguladores de presión	374
3609	Medidores de gas	374
3610	Instalación de aparatos gasodomésticos	375
3611	Inspección, pruebas y purga	375
37	**GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)**	**379**
3701	Consideraciones generales	379
3702	Tuberías para gas natural	379
3703	Tipo de tuberías para gas natural	381
3704	Cálculo de las tuberías	382
3705	Válvulas de cierre de gas	383
3706	Reguladores de presión en instalaciones	383
3707	Medidores de gas	383
3708	Instalación de aparatos de consumo	384
3709	Inspección, pruebas y purga	385

PARTE 8 — 8

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

38 ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS 387

3801 Consideraciones generales 387
3802 Sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias existentes 387
3803 Inspección y ensayos 387

39 REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES HIDÁULICAS Y SANITARIAS 389

3901 Consideraciones generales 389
3902 Suministro de agua individual y disposición de aguas residuales 389
3903 Protección del edificio y de las tuberías 390
3904 Excavación de zanjas y relleno 390
3905 Soporte de tuberías 390
3906 Impermeabilización de aberturas 391
3907 Mano de obra 391
3908 Identificación y certificación de los materiales 392

40 MUEBLES SANITARIOS E INSTALACIONES FIJAS 393

4001 Muebles, llaves y accesorios de muebles 393
4002 Salidas de conexión 393
4003 Instalación 393
4004 Regaderas, charolas receptoras y accesorios 394
4005 Lavabos 394
4006 Inodoros 394
4007 Tinas 394
4008 Fregaderos 395
4009 Trituradores de residuos de comida 395
4010 Lavaderos 395
4011 Tarjas 395
4012 Máquinas lavavajillas 395
4013 Máquinas lavadoras de ropa 396
4014 Coladeras de piso 396
4015 Tinas de hidromasaje 396
4016 Bidets 396
4017 Accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios 396
4018 Canceles de regaderas 397
4019 Calentadores de agua 397

41 ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA 399

4101 Consideraciones generales 399
4102 Exigencias de dotación de servicios 399
4103 Dotación mínima 401
4104 Muebles, accesorios y aparatos 402
4105 Alimentaciones 402
4106 Tuberías ocultas 403
4107 Reforzamiento en tubería 404
4108 Dimensión de tuberías 404
4109 Red de agua caliente 405
4110 Materiales, juntas y conexiones 406
4111 Accesorios 407
4112 Cisterna 408
4113 Calentadores de agua 408
4114 Prevención de riesgos 409

42 DRENAJE SANITARIO 411

4201 Drenaje sanitario 411
4202 Características de la instalación 411
4203 Cálculo del sistema de drenaje 414
4204 Drenajes pluviales 417

43 Ventilación 421

4301 Sistemas de ventilación 421
4302 Diseño 421
4303 Sistema de desague y ventilación combinados 424

PARTE 9 — 9
INSTALACIONES ELECTRICAS

44	**REQUERIMIENTOS GENERALES**	**429**
4401	Consideraciones generales	429
45	**REQUERIMIENTOS DE LOS CIRCUITOS Y DE LA FUENTE**	**435**
4501	Identificación de las terminales	435
4502	Acometidas	436
4503	Requisitos del circuito derivado del conductor de alimentación	438
46	**MÉTODO DE CABLEADO**	**439**
4601	Cableado	439
47	**DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA**	**443**
4701	Salidas	443
4702	Instalación de bombas	445
4703	Alimentadores	445
48	**SISTEMAS DE TELEFONIA**	**449**
4801	Telefonía	449

PARTE 10 — 10
ANEXOS - CEV

1	**REFERENCIAS A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES**	**451**
2	**SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES**	**464**
3	**BITACORA DE OBRA**	**495**

*** CAPÍTULOS QUE SE DESARROLLARÁN EN LA SIGUIENTE EDICIÓN**

INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2007 la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), publicó el Código de Edificación de Vivienda (CEV), en atención a la Ley de Vivienda expedida el 27 de junio del 2006, que establece que la ***Comisión con base en el modelo normativo que formule, promueva que las autoridades competentes, expidan, apliquen y mantengan en vigor y permanentemente actualizadas, disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de procesos de edificación y/o reglamentos de construcción.***

Los ordenamientos jurídicos que regulan la edificación de la vivienda desde el punto de vista técnico, son los Reglamentos de Construcción, elaborados por los gobiernos locales (estados y municipios) en donde participan principalmente los colegios de profesionales. En algunas localidades que no cuentan con un reglamento propio o que no abarcan los temas necesarios que regulen la construcción y ofrecen seguridad y calidad, adoptan otro reglamento de construcción, lo cual no siempre es adecuado a las condiciones específicas del lugar donde se adopta.

La existencia de una normatividad inadecuada, no actualizada, diversa o en su caso la falta de ella, tiene impactos negativos sobre la seguridad y calidad de las edificaciones, la provisión de infraestructura básica y servicios, especialmente en la vivienda construida para personas de bajos ingresos.

Un sistema de códigos modelo permite homologar y establecer estándares que facilitan establecer y medir la calidad y seguridad de las construcciones, así como un permanente sistema de actualización y funcionamiento, que permite tener una correcta aplicación y vigilancia de su cumplimiento. El Código de Edificación de Vivienda se publicó en este contexto y basándose en la experiencia de otros países con el objetivo de promover criterios y lineamientos generales para la edificación de vivienda en todo el país, respetando la autonomía estatal y municipal.

OBJETIVOS DEL CEV

La CONAVI, organismo descentralizado del gobierno federal, cuyo mandato principal es diseñar y coordinar la Política Nacional de Vivienda, desarrolló el CEV el cual tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación de vivienda, incorporando la reglamentación para el desarrollo de una construcción segura, confiable, habitable y sustentable en un contexto urbano ordenado y equilibrado, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de las viviendas y unidades habitacionales y la adecuada protección de los intereses de los usuarios. De manera específica se busca lograr que:

- Las autoridades locales cuenten con una herramienta para normar y hacer más eficiente los procesos de edificación.

- Contar con un instrumento homologado a nivel nacional que permita tener una actualización permanente y considerando los avances tecnológicos.

- Establecer y promover la calidad y la seguridad física de las construcciones a través de la utilización de productos y servicios normalizados y certificados.

- Contar con estándares de productos, para promover una mayor competitividad en el mercado.

- Promover la edificación de vivienda sustentable, estableciendo criterios mínimos, con la finalidad de reducir los impactos negativos en el medio ambiente.

- Promover la participación de todos los agentes involucrados en la edificación, en el límite de cada una de sus responsabilidades.

- Promover la profesionalización de los servicios implícitos en la edificación.

La continua actualización de este Código mediante ciclos de revisión establecidos asegura su utilidad, garantizando un buen funcionamiento en su aplicación, redundando en beneficios para todos los sectores involucrados. Asimismo, la construcción no solo estará desarrollándose con calidad sino integrada a un contexto urbano ordenado y equilibrado, con alto nivel de participación profesional y considerando figuras de prevención y atención a los diferentes

desastres provocados por fenómenos naturales, así como criterios mínimos de sustentabilidad.

ALCANCES Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Artículo 115 Constitucional confiere diversas atribuciones a las autoridades locales, tanto estatales como municipales. La dotación de los servicios, la infraestructura urbana y algunos equipamientos públicos son responsabilidad de los municipios. Además, son los responsables de administrar la zonificación y planes de desarrollo municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; autorizar y publicar los reglamentos de construcción, otorgar licencias y permisos para construcciones; y participar en la administración de la reserva ecológica.

El CEV es un modelo normativo de carácter técnico-administrativo, aplicable a todo el territorio nacional que pueda adaptarse a las diferentes características locales, respetando la autonomía de las autoridades locales y en el marco de sus atribuciones les permita contar con un instrumento actualizable para hacer más eficientes y de mayor calidad los procesos de edificación.

DESARROLLO Y ACTUALIZACIÓN DEL CEV

En la primera etapa de elaboración del CEV se publicó un documento denominado Hacia un Código de Edificación, en donde se presenta un diagnóstico general de la situación normativa en materia de edificación a nivel nacional, asimismo, se describen las experiencias internacionales que marcan las tendencias de instrumentos novedosos como son el Sistema de Códigos.

En el desarrollo del CEV se analizaron más de 100 reglamentos de construcción locales en donde efectivamente existe una gran diversidad en los conceptos de aplicación, definiciones y parámetros normativos. Como parte del proceso, se realizaron innumerables reuniones con la representación de todos los sectores y con base en el resultado de las opiniones recogidas, y el estudio de un modelo de Códigos, en el que se encontraron objetivos e intereses comunes, como es el que se aplica en Estados Unidos de Norteamérica, se conformó un guión para el contenido del Código y se integraron grupos de trabajo.

En estos trabajos, también participa el International Code Council (ICC) organismo sin fines de lucro, que se encarga de la elaboración y mantenimiento del Sistema de Códigos en Estados Unidos, que desde el 2000 publicó la primera edición de los Códigos Internacionales o I-Codes que son un conjunto de 14 códigos y son adoptados en los 50 estados del país de forma voluntaria por los gobiernos estatales, y locales (municipios y condados). En los Estados Unidos de Norteamérica se utiliza el concepto de código de edificación o "Building Code" al conjunto de leyes que regulan la construcción y que incluyen todos sus componentes auxiliares en todos los aspectos de la edificación.

La actual Segunda Edición partió de realizar una revisión y actualización de todos los capítulos de la Primera Edición y de la elaboración de nuevos capítulos, para permitir la utilización de nuevos materiales y procesos constructivos, a través de la participación amplia y consensada de diversos especialistas de los organismos y dependencias de los sectores público (en sus tres ámbitos), privado y social, relacionados con la actividad.

CONTENIDO TEMÁTICO DEL CEV

El contenido del CEV, estructurado en 10 Partes incluidos los Anexos, establece que las viviendas y unidades habitacionales deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse con base en los siguientes parámetros:

Parámetros administrativos

El proceso de edificación, además de satisfacer los requerimientos necesarios sobre la funcionalidad, requiere la habitabilidad y la seguridad física de las viviendas, por lo que se necesita una estructura que permita garantizar el cumplimiento y aplicación de la normatividad definida en cada concepto, e incluir los niveles de participación y responsabilidad.

En este sentido, se establecen los mecanismos administrativos inherentes en el proceso de edificación tales como los permisos y licencias necesarios; las inspecciones; la oficina de control y administración de la edificación (OCAE), encargada de regular, supervisar y administrar el proceso de edificación; el certificado de ocupación del inmueble o equivalente; entre otros.

Parámetros urbanos y de diseño del edificio

Es importante que las consideraciones técnicas para la edificación de vivienda consideren los parámetros urbanos necesarios para promover el desarrollo de comunidades funcionales, habitables y por lo

tanto sustentables. En este sentido, se incorporan temas tales como: desarrollo urbano, conjuntos habitacionales, estructura urbana, lotificaciones y donaciones; equipamiento e ingeniería urbana; vialidades y estacionamientos. Adicionalmente, se realizan recomendaciones sobre el diseño del edificio, accesibilidad en la vivienda y prevención de incendios.

Parámetros técnicos para la edificación

a) Relativos a la funcionalidad: Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en la edificación, que permitan un uso satisfactorio de las viviendas y unidades habitacionales.

b) Relativos a la seguridad: Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en las viviendas y unidades habitacionales, o partes de las mismas, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

c) Relativos a la habitabilidad y sustentabilidad: Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estabilidad en el ambiente interior de las viviendas y unidades habitacionales y que éstas no deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, con el diseño y desarrollo del sitio, diseños sustentables de las envolventes, instalación de sistemas y equipos energéticamente eficientes, aprovechamiento de energías renovables, iluminación eficiente, uso eficiente del agua, adecuada gestión de toda clase de residuos, etc.

PROCESO DE ADAPTACIÓN-ADOPCIÓN DEL CEV

El CEV es un modelo normativo que puede ser adaptado por las autoridades locales. La adaptación es el proceso técnico-administrativo mediante el cual el CEV se pone en armonía con las necesidades y características locales, el cual tiene como objetivo definir en grupos de trabajo temático las partes del CEV que aplican y cuáles no, en relación a las características especiales del estado y/o el municipio (ubicación geográfica; rezones técnicas, económicas, sociales o culturales; etc.).

Por su parte, la adopción del CEV es el proceso jurídico-administrativo que realiza la autoridad local (estatal y/o municipal), mediante el cual el CEV se convierte en Ley o Reglamento, es publicado en atención a los ordenamientos locales y se convierte en obligatorio.

PRESENTACIÓN

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA (CEV) SEGUNDA EDICIÓN

En la última década, la vivienda en México ha desarrollado diversas fortalezas que han hecho de este sector una de las actividades más importantes de la economía nacional. Estas fortalezas, se refieren al sólido marco institucional que ha generado una integración y complementariedad de los intermediarios financieros, una oferta crediticia importante y diversificada; una estricta regulación crediticia; una industria moderna, organizada y pujante, donde participan más de 3,000 desarrolladores, y organizaciones de productores sociales que construyen vivienda; una demanda garantizada de un millón de viviendas por rezago habitacional y bono demográfico, además del diseño de nuevos mecanismos como protección ante el desempleo y otros enfocados a hacer más eficiente la cobranza.

Este sector, contribuye de manera destacada a la recuperación de la actividad económica nacional. Esto se debe, a su importancia en la actividad económica por su efecto multiplicador en 37 ramas industriales y de servicios; 9 de cada 10 insumos utilizados en sus procesos son de origen nacional; por cada casa construida son generados 5 empleos, y existe un alto potencial de crecimiento dada la demanda que genera, por lo que contribuye a reactivar y fortalecer el mercado interno.

Adicionalmente, el sector contribuye a reducir la pobreza patrimonial de las familias al ofrecer diversas opciones habitacionales con el apoyo de subsidios federales para la población, en especial para la de bajos ingresos, a fin de que constituya un patrimonio propio. Ello constituye una de las prioridades de los esfuerzos del gobierno federal.

La Comisión Nacional de Vivienda (Conavi), desde diciembre del 2007 publicó la primera versión del Código de Edificación de Vivienda (CEV), usando como modelo las mejores prácticas internacionales en la materia y la situación específica del país, en la cual existen diversas normatividades no actualizadas, que han repercutido en la seguridad de las edificaciones, con el consecuente impacto negativo en la calidad de vida de las familias, especialmente las de bajos ingresos.

La Conavi como entidad gubernamental responsable de definir la política de vivienda en el país, continúa fortaleciendo al sector en diferentes áreas a través de sus programas. La elaboración de este Código es un paso muy importante para alcanzar una homologación y actualización de los marcos normativos del país, para establecer estándares mínimos de calidad y seguridad para la edificación de la vivienda en todo el país, a través de parámetros administrativos y técnicos.

Como modelo normativo, el CEV provee a las autoridades locales de una herramienta para normar y hacer más eficientes los procesos de edificación, garantiza el cumplimiento de las reglamentaciones locales, y respeta las atribuciones de los gobiernos, en congruencia con la Ley de Vivienda que otorga facultades a la Conavi para formular y promover un modelo normativo en la materia.

Asimismo, impulsa una mayor integración técnico- administrativa del sector, con estándares de calidad y seguridad comparables a nivel internacional, en beneficio de los sectores involucrados en ésta actividad y de las familias mexicanas, una vez que sea adaptada y adoptada por ellos mismos. Se contará con una normatividad para la edificación de la vivienda actualizada, moderna y homologada, que a la vez sea respetuosa de las condiciones locales.

La Segunda Edición del CEV tiene como propósito la actualización del documento publicado en 2007, para establecer principios y lineamientos que permitan la utilización eficiente de nuevos materiales y procesos constructivos, para lo cual se revisaron y actualizaron los capítulos contenidos en la primera publicación, y se reelaboraron algunos temas relativamente nuevos y de suma importancia para la política nacional en la materia, como el de la Sustentabilidad Habitacional, y se desarrollaron algunos otros que quedaron indicados en la anterior edición.

Esta Edición del CEV, fue desarrollada por la Conavi con el apoyo de un grupo interdisciplinario y multisectorial de asesoría y consulta técnica en materia de vivienda en donde participan diversos especialistas del sector público, privado y social. Este grupo, constituido ex profeso en 2008, denominado Consejo Asesor del CEV (CACEV) que entre sus integrantes participa el International Code Council (ICC).

Posteriormente, en una segunda etapa, se sometió a la opinión y comentarios de diversos especialistas representativos de los tres ámbitos de gobierno (federal, estatal y municipal), de diversas cámaras, asociaciones y colegios ligados a la actividad, así como de la academia, a efecto de obtener una edición consensuada entre el mayor número de actores posibles.

Con el Código de Edificación de Vivienda, la Conavi pretende que el sector de la vivienda consolide un cambio estructural en matera de normatividad, el cual no será posible sin la participación coordinada de todos los sectores involucrados en todas las etapas del proceso, desde la adquisición del suelo, desarrollo de la infraestructura, permisos y licencias de construcción, financiamiento, edificación, comercialización y titulación de las viviendas, a efecto de contar con más y mejores viviendas.

ACT. ARIEL CANO CUEVAS
Director General
de la Comisión Nacional de Vivienda

PARTE 1
ADMINISTRATIVA

1

ADMINISTRATIVA

CAPÍTULO 1 - ADMINISTRACIÓN

SECCIÓN 101
TÍTULO, ALCANCE Y PROPÓSITO

101.1 Título. Las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento deben ser conocidas como el Código de Edificación de Vivienda al que en lo sucesivo se le denomina CEV.

101.2 Alcance. Las disposiciones del Código de Edificación de Vivienda (CEV) son de orden público y de observancia en el ámbito de la autoridad que lo administra y tienen por objeto aplicarse a la construcción, modificación, ampliación, conservación, reconstrucción y mejoramiento de viviendas de hasta 5 niveles de altura, en su carácter unifamiliar o multifamiliar y de unidades habitacionales.

101.3 Propósito. El propósito del CEV es el de regular el proceso de la edificación de vivienda, en el contexto urbano, con una adecuada infraestructura en su conjunto, con el fin de salvaguardar la seguridad de los usuarios, la salud y el bienestar en general, a través de la accesibilidad económica, resistencia estructural, facilidades de medios de salida, estabilidad, higiene, iluminación y ventilación, uso eficiente de la energía, seguridad para las personas y los bienes contra el fuego y otros elementos atribuidos al medio ambiente.

SECCIÓN 102
APLICABILIDAD

102.1 Otras leyes. Las disposiciones del CEV establecen estándares de seguridad, calidad y habitabilidad, entre otros, y no deben ser interpretadas para contravenir las establecidas en las leyes y reglamentos, federales, estatales y/o municipales.

102.2 Normas y códigos citados. Las actividades relacionadas con el objeto de este ordenamiento están reguladas por lo dispuesto en él y en los demás ordenamientos que resulten aplicables.

102.3 Apéndices. Las disposiciones incluidas en los apéndices del CEV se deben aplicar cuando así se especifique en el acuerdo de adopción respectivo.

102.4 Edificaciones existentes. Las disposiciones del CEV no son aplicables a las obras existentes o en proceso de construcción o de modificación a la entrada en vigor del CEV. Éstas deben ser reguladas por los mismos reglamentos y normas con las que fueron autorizadas.

102.4.1 Ampliaciones, modificaciones, reparaciones o mantenimiento. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones así como el mantenimiento de cualquier edificación citada en la Sección 101.2, deben cumplir con lo requerido por el CEV, aun cuando la edificación existente no cumpla con todos los requisitos del CEV. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones no deben volver insegura una estructura existente o afectar adversamente el funcionamiento de la edificación.

102.4.2 Manual de operación y mantenimiento. Cada desarrollo habitacional debe contar con un manual de operación y mantenimiento, el cual considere las indicaciones necesarias para que tanto la vivienda como el conjunto urbano se mantengan en perfectas condiciones a través del tiempo. Dicho manual debe incluir como mínimo, información básica sobre la construcción de la vivienda, desarrollo habitacional, información sobre garantías, mantenimiento preventivo y emergencias, orientación acerca del régimen de propiedad en condominio, servicios que se deben contratar y pagar, el reglamento interior del condominio y para su administración.

SECCIÓN 103
OFICINA DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (OCAE)

103.1 Creación. Se crea la oficina, departamento o equivalente, encargada de regular, vigilar y administrar el proceso de edificación de vivienda en el ámbito de la autoridad que lo administra. Esta oficina depende del sistema administrativo gubernamental que corresponde.

103.2 Nombramiento. La autoridad facultada para la autorización de edificaciones debe nombrar al funcionario responsable del departamento u oficina citada en el apartado 103.1, el que debe ser

conocido como Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación y a quien en lo sucesivo se denomina FRAE.

103.3 Designaciones de funcionarios. De acuerdo con los procesos establecidos por la jurisdicción correspondiente y con la aprobación de la autoridad competente, el FRAE está facultado para designar funcionarios técnicos a su cargo, corresponsables de sus funciones, debidamente certificados por los procedimientos definidos por la autoridad local, tales como: especialistas, inspectores, revisores de planos y otros empleados.

SECCIÓN 104
OBLIGACIONES Y ATRIBUCIONES DEL FUNCIONARIO RESPONSABLE DEL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (FRAE)

104.1 Consideraciones generales. El FRAE está obligado por el CEV para hacer cumplir las disposiciones de este Código. Este funcionario está facultado para interpretar el CEV, adoptar políticas y procedimientos y aclarar la aplicación de sus disposiciones. Tales interpretaciones, políticas y procedimientos deben ser de conformidad con lo dispuesto en el CEV sin exonerar el cumplimiento de los requisitos específicamente previstos en el mismo.

104.2 Solicitudes y permisos. El FRAE está facultado para recibir solicitudes, revisar documentos de construcción y emitir autorizaciones para la edificación y modificación de las viviendas, inspeccionar aquellas para las cuales estas autorizaciones fueron emitidas y hacer cumplir las disposiciones del CEV.

104.3 Avisos y órdenes. El FRAE debe emitir todos los documentos, como avisos y órdenes, necesarios para asegurar el cumplimiento del CEV.

104.4 Inspecciones. El FRAE está autorizado para hacer todas las inspecciones que se requieran durante y después de la edificación y para aceptar informes de inspección de personas físicas o morales autorizadas por la oficina a su cargo. Los informes de tales inspecciones deben hacerse por escrito y deben estar certificados por el titular responsable o por el representante de la entidad autorizada. El FRAE está autorizado para solicitar la opinión experta de un perito cuando juzgue necesario obtener informes acerca de asuntos técnicos inusuales que se presenten.

Es obligación del FRAE realizar aquellas inspecciones que se le soliciten, con celeridad, honradez y eficiencia; acudiendo al sitio de las obras en un plazo no mayor de un día hábil posterior a la solicitud. De no hacerlo el FRAE, incurre en responsabilidad por omisión.

104.5 Identificación. El FRAE y el personal a su cargo deben portar y exhibir la identificación que los acredite, cuando inspeccionen estructuras habitacionales en el cumplimiento de sus obligaciones previstas en el CEV.

104.6 Derecho de ingreso. Cuando sea necesario hacer una inspección de conformidad con las disposiciones del CEV, o cuando el FRAE considere que en una obra o edificación existe una condición contraria o violatoria al CEV, que la hace insegura, peligrosa o riesgosa, el funcionario mismo o la persona designada por él, están autorizados para entrar en cualquier momento para inspeccionarla y cumplir con las atribuciones establecidas en el CEV.

Cuando tal obra o edificación esté ocupada, se deben presentar las credenciales al ocupante solicitando el ingreso. Si está desocupada, el FRAE debe localizar al propietario u otra persona que esté a cargo o en control de la obra o edificación y solicitar el ingreso. En caso de que no se le permita el acceso, el FRAE debe recurrir a las instancias competentes, para dar cumplimiento a su encargo y a lo dispuesto en este Código. De ningún modo el FRAE puede ingresar a la propiedad sin el consentimiento de sus ocupantes o del propietario o del encargado o del representante legal de la obra, salvo que medie una resolución o acuerdo judicial expedidos para tal caso.

104.7 Departamento de archivos. El FRAE debe conservar en condiciones de orden y seguridad, los registros oficiales de las solicitudes recibidas, permisos y certificados emitidos, aranceles recolectados, reportes de inspecciones y de avisos y órdenes emitidas. Se deben mantener tales registros en los archivos oficiales durante el periodo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la ley en la materia.

104.8 Responsabilidad. Es responsabilidad del FRAE, del miembro del Comité de Revisiones como se define en la Sección 112 y de los funcionarios encargados de hacer cumplir el CEV, ajustarse a la aplicación de las disposiciones de este Código en el desempeño de sus empleos, cargos o comisiones, a fin de salvaguardar los principios de legalidad, honradez, lealtad, imparcialidad y eficiencia que rigen en el servicio público.

El incumplimiento de lo dispuesto en la presente sección da lugar al procedimiento y a las sanciones que correspondan.

104.8.1. Obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el proceso de edificación de vivienda. El propietario es el responsable de evidenciar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el CEV ante la autoridad competente, y por lo tanto tiene la obligación de contar con los servicios y asistencia de los agentes

que se indican en esta sección. En caso de que el propietario decida asumir las responsabilidades de alguno o de la totalidad de los agentes, debe comprobar el cumplimiento de los requisitos correspondientes a los agentes que sustituye.

Los agentes que se indican en este capítulo se corresponsabilizan con el propietario exclusivamente en lo relativo a las obligaciones y responsabilidades que se les asignan en este Código y deben evidenciar su cumplimiento con los documentos que se indican en la Sección 105 Autorizaciones.

En los casos en que la reglamentación local exceptúe la obligación de contar con un Director Responsable de Obra (DRO), el propietario es la persona que asume el papel y las responsabilidades civiles y penales de éste último.

104.8.2. Del propietario. Es obligación y responsabilidad del propietario:

Obtener las licencias de construcción, uso del suelo y demás autorizaciones o permisos de conformidad con la normatividad local aplicable.

Asentar en la bitácora los nombres de los siguientes agentes partícipes en el proceso de edificación de vivienda: el promotor o desarrollador, el proyectista, el constructor, el DRO, los corresponsables y el supervisor; debiendo anotar los datos generales tales como su nombre y el de sus representantes, domicilio y teléfono, así como los números de registro correspondientes. El propietario debe confirmar estos nombramientos con su firma a más tardar al día siguiente del inicio de las obras. En el caso de que el propietario sustituya a alguno de los agentes, lo debe asentar en la bitácora y las razones correspondientes. Cuando la normatividad local así lo disponga, la sustitución del DRO implica la suspensión total de los trabajos, hasta que sea nombrado el nuevo DRO y éste sea aprobado por el FRAE.

Dar aviso de terminación de obra a las autoridades competentes mancomunadamente con el DRO. En los Municipios en donde no exista normatividad que determine el procedimiento para tramitar este aviso, se sustituye por un Acta Circunstanciada en la que se deja constancia de la entrega de la documentación mencionada a la autoridad correspondiente.

Mostrar al FRAE la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por el CEV.
Mantener por un período no menor a 365 días posteriores a la fecha del aviso de terminación de obra, los registros de todos los informes de supervisión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios de prueba. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de una inspección o de una verificación.

104.8.3. Del promotor. Es obligación y responsabilidad del promotor:

1. Demostrar que el terreno elegido para la edificación de vivienda, cuenta con los estudios necesarios, avalados por un profesionista certificado, quien debe comprobar las condiciones de seguridad y de aptitud estructural y geológica para soportar el uso previsto en dicho terreno y, en su caso, proporcionar estos estudios al proyectista y al DRO.

2. Contar con el proyecto ejecutivo, mismo que, en su caso, observe las indicaciones derivadas de los estudios de geotecnia.

3. Recabar y resguardar la documentación de obra ejecutada o cualquier otro documento solicitado por el CEV. Al finalizar la obra debe entregarla al propietario.

104.8.4. Del proyectista. Es obligación y responsabilidad del proyectista:

Realizar el proyecto ejecutivo con sujeción a las exigencias de la normatividad aplicable, en su caso, debe advertir al propietario la necesidad de contar con estudios elaborados por especialistas para asegurar las condiciones óptimas de edificación en el sitio. En su caso, acordar con el promotor o el propietario la contratación de colaboraciones parciales de los especialistas, asesores y colaboradores que considera necesarios, sin dejar por ello de responsabilizarse de la totalidad del proyecto ejecutivo. El proyecto ejecutivo debe estar firmado por un profesionista registrado en su especialidad.

104.8.4.1 Proyecto ejecutivo. Este proyecto ejecutivo debe contar, por lo menos, con lo siguiente:

1. El proyecto arquitectónico, incluyendo planos y memoria descriptiva del mismo.

2. El proyecto de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas, con sus correspondientes memorias de cálculo y memorias descriptivas.

3. El proyecto estructural con la descripción detallada de las características de la estructura y, en su caso, el proyecto de protección a colindancias. La memoria de cálculo estructural misma que en su caso, incorpore las indicaciones derivadas de los estudios de geotecnia realizados en el terreno para determinar, entre otras cosas, las condiciones de capacidad de carga del suelo

y su posible comportamiento ante un sismo importante. Si las condiciones topográficas o de ubicación del terreno y los datos de precipitación pluvial indican la posibilidad de escurrimientos superficiales que puedan ocasionar inundaciones, se debe contar con el estudio hidrológico correspondiente y el proyecto ejecutivo debe contemplar las medidas de mitigación pertinentes, las especificaciones de construcción relativas a los proyectos antes mencionados, relacionándolas con la normatividad vigente.

104.8.4.2 Manual de operación y mantenimiento de la vivienda. Es obligación y responsabilidad del proyectista elaborar y entregar al promotor o al propietario el manual de operación y mantenimiento de su vivienda, el cual debe contener como mínimo la siguiente información:

1. Diagramas o croquis arquitectónicos de la vivienda y de su entorno.

2. Capítulos relativos a cada sistema de instalaciones, estructura y mobiliario fijo.

3. En cada capítulo se debe hacer una descripción del sistema en cuestión e indicar las acciones mínimas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

4. Para mantenimiento preventivo se deben indicar los procedimientos y materiales de construcción a utilizar, así como su programa de mantenimiento. Se deben señalar también los casos que requieran la intervención de profesionales especialistas.

5. Para mantenimiento correctivo se deben indicar los procedimientos y materiales a utilizar para los casos más frecuentes, así como las acciones que requieran la intervención de profesionales especialistas.

6. La indicación de los sistemas y elementos estructurales que no deben ser alterados o modificados.

7. En el caso de vivienda progresiva, el manual debe indicar las alternativas de su crecimiento y las indicaciones constructivas correspondientes.

104.8.5. Del constructor. Es obligación y responsabilidad del constructor:

1. Designar por escrito en la bitácora a su representante en la obra, superintendente, director o residente de obra, quien es corresponsable del cumplimiento de la normatividad vigente.

2. Facilitar al representante del supervisor, una copia del proyecto ejecutivo autorizado y las facilidades necesarias para la supervisión, de la obra a su cargo.

3. Constatar la ubicación y dimensiones del terreno en donde se edifique la vivienda con base en la escritura o documento de posesión; la confirmación o desviación se asienta en la bitácora. En el caso de inconsistencias debe informar esta situación por escrito al promotor o propietario.

4. Anotar o confirmar en la bitácora la descripción de los procedimientos y materiales de construcción utilizados, las fechas de las distintas operaciones e incidentes, la interpretación y la forma en que se han resuelto detalles estructurales, constructivos, de instalaciones o acabados no contemplados en el proyecto ejecutivo, los resultados de los ensayes de laboratorio de pruebas del material empleado en la obra, o al menos un resumen de ellas. Esta bitácora debe estar aprobada por la autoridad correspondiente. Las observaciones, propuestas y eventualidades anotadas en ella deben contar con la aprobación del DRO y los corresponsables, en su caso.

5. Conservar y resguardar en buen estado la bitácora, facilitarla al DRO y, en su caso, a los corresponsables, a los representantes de la autoridad, al supervisor, al promotor y al propietario.

6. Cumplir con las disposiciones relativas a seguridad e higiene durante el proceso de la obra.

7. Ser el responsable de la ejecución material de la obra comprobando las modificaciones del proyecto, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto ejecutivo, con las instrucciones del DRO y, en su caso, de los corresponsables.

8. Ser el responsable de que los materiales y productos de construcción cumplan con las especificaciones del proyecto ejecutivo; proporcionar, según corresponda, los certificados, las garantías y otras evidencias de cumplimiento con la normatividad aplicable relacionadas con la construcción de la estructura y de las instalaciones.

9. Cumplir con las especificaciones de construcción establecidas en el proyecto ejecutivo, en caso de no estar incluidas en el proyecto ejecutivo o no ser las adecuadas, debe establecerlas en la bitácora contando para ello con la aprobación escrita del DRO y del promotor o propietario y, en su caso, del representante de las empresas de supervisión y de los corresponsables.

10. Para efectos del aviso de terminación de obra, una vez finalizados los trabajos de construcción,

entregar al DRO los planos registrados del proyecto completo en original, el libro de bitácora, las especificaciones, las memorias de cálculo, las memorias descriptivas del proyecto original, la licencia de construcción, con la incorporación en su caso, de las modificaciones aprobadas por el DRO y autorizadas por la Autoridad competente y la memoria descriptiva que justifique las modificaciones a este proyecto original.

11. Al finalizar la obra, entregar al propietario los registros de todos los informes de supervisión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios de prueba. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de una verificación.

12. En caso de que subcontrate parte o la totalidad de la obra se debe responsabilizar de la misma en los términos establecidos en el CEV.

104.8.6. Del director responsable de obra, en su caso, del corresponsable. Es obligación y responsabilidad del Director Responsable de Obra (DRO) , y en su caso, del corresponsable:

1. Suscribir la solicitud de licencia de construcción y el proyecto ejecutivo, cuya ejecución vaya a realizarse directamente por él o por el constructor.

2. Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto ejecutivo, como la ejecución de la misma, cumplan con la normatividad aplicable.

3. Planear, supervisar e indicar al constructor las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, en las colindancias y en la vía pública, durante su ejecución.

4. Llevar en las obras el libro de bitácora foliado y encuadernado en el cual inscribe y aprueba los cambios al proyecto ejecutivo, a las especificaciones o las indicaciones al constructor, quien se encarga de su resguardo. La Bitácora de Obra debe cumplir con los criterios establecidos en el Apéndice Normativo (APN-I-1 Recomendaciones para el uso y reglamento de la Bitácora de Obra).

5. Dar aviso de terminación de obra a las autoridades competentes mancomunadamente con el propietario o promotor. En los Municipios donde no exista una normatividad que determine el procedimiento para tramitar este aviso, se debe levantar un Acta Circunstanciada en la que se deje constancia de la entrega de la documentación mencionada a la autoridad correspondiente.

6. Entregar al propietario o promotor, una vez concluida la obra, la licencia de construcción, los planos registrados actualizados del proyecto completo en original, el libro de bitácora, las especificaciones, las memorias de cálculo, las memorias descriptivas del proyecto original, la memoria descriptiva que justifique las modificaciones a este proyecto original, el Manual de Operación y Mantenimiento y el Aviso de Terminación de Obra que incluya la aceptación o aprobación correspondiente; debe conservar un juego de copias de estos documentos.

104.8.7. Del supervisor. Es obligación y responsabilidad del supervisor:

1. Confirmar al Propietario o, en su caso al Promotor, la existencia del proyecto ejecutivo autorizado y su congruencia con la normatividad aplicable.

2. Durante el desarrollo de la obra, identificar las características de los insumos de construcción relativas a la estructura y a las instalaciones y con base a los análisis o evidencia documental proporcionada por un laboratorio o por un organismo de certificación acreditable, solicitar al DRO su aprobación periódica para su utilización en la obra.

3. Confirmar al Propietario o al Promotor, en su caso, el cumplimiento de las especificaciones de construcción en la ejecución de las obras.

4. Asentar en la bitácora las observaciones, omisiones o modificaciones detectadas y, en su caso, proponer al DRO las acciones preventivas o correctivas correspondientes, asegurando el cumplimiento de lo dispuesto por el DRO.

5. Informar al DRO y al Propietario o al Promotor, en su caso, la congruencia entre la edificación y el proyecto ejecutivo aprobado y autorizado.

6. Al finalizar la obra, entregar al propietario los registros de todos los informes de supervisión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de una verificación.

104.9 Uso de materiales de construcción y sistemas constructivos autorizados. Los materiales de construcción, equipos, productos y sistemas constructivos aprobados por el FRAE y demás regulación en la materia, deben ser utilizados e instalados de acuerdo con lo establecido en la autorización respectiva.

104.9.1 Reutilización de materiales y equipos. Los materiales de construcción, equipos y productos usados pueden reutilizarse siempre que lo autorice el FRAE de acuerdo con el estado de conservación

y utilidad en que se encuentren. El FRAE puede solicitar al DRO pruebas de laboratorio o físicas para demostrar que la reutilización de los mismos es segura.

104.10 Modificaciones. Cuando existan dificultades prácticas para el cumplimiento de las disposiciones de este Código, el FRAE, tiene autoridad para modificar ciertos requisitos en casos particulares; siempre y cuando, primero determine que una razón especial única hace que el cumplimiento estricto de la letra del CEV sea poco práctico y que la dispensa es conforme con la intención y el propósito del CEV, y que dicha modificación no disminuye los requisitos estructurales, ni los requisitos exigidos para asegurar la salud y la vida de las personas, así como para la protección contra incendios. Los detalles de la autorización de modificaciones al CEV deben ser registrados y guardados, para constancia, en los archivos de la Oficina de Control y Administración de la Edificación (OCAE) durante el tiempo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la Ley.

104.10.1. Áreas de riesgos. El FRAE, puede otorgar autorizaciones para la edificación de construcciones o modificaciones, en áreas sujetas a riesgos naturales de conformidad con lo dispuesto en el marco legal aplicable.

104.11 Materiales, diseños, equipos y sistemas constructivos alternativos. Las disposiciones de este Código no tienen la intención de impedir el uso de un material, ni prohíben un diseño o sistema constructivo que no esté descrito específicamente en el CEV.

Un material, diseño, equipo o sistema constructivo alternativo propuesto, puede ser autorizado cuando el FRAE determine que la propuesta es satisfactoria y que cumple con el propósito de las disposiciones del CEV, siempre y cuando el material, diseño, equipo o sistema constructivo propuesto sea para un uso similar al dispuesto por este Código y cumpla con los estándares de calidad requeridos.

Las disposiciones específicas de desempeño básico o de estándares de calidad de los códigos internacionales, pueden ser permitidas también como aplicación supletoria a la de los requisitos especificados en este Código.

104.11.1. Ensayes. Cuando no exista evidencia suficiente de que un material o sistema constructivo cumple con las disposiciones del Código, o para sustentar la respuesta a reclamaciones por el uso de materiales o sistemas constructivos alternativos, el FRAE, tiene autoridad para solicitar pruebas y ensayes como evidencia del cumplimiento del CEV, sin costo para la jurisdicción local.

Los métodos de pruebas y ensayes deben estar de acuerdo con lo especificado en este mismo CEV o bajo otros estándares reconocidos, como los normalizados tanto en las normas NOM como en las NMX vigentes. Cuando no existan métodos de pruebas reconocidos y aceptados, el FRAE está facultado para aprobar los procedimientos de prueba propuestos.

Las pruebas y ensayes deben ser realizados por una entidad acreditada. Los reportes y resultados de las pruebas y ensayes deben ser registrados y conservados, para constancia, en los archivos de la OCAE, durante el tiempo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la Ley.

SECCIÓN 105
AUTORIZACIONES

105.1 Autorizaciones. Las autorizaciones consistentes en permisos y licencias, se deben otorgar o denegar de conformidad con las disposiciones del CEV y del marco legal correspondiente.
Los permisos y licencias de construcción referidas en esta sección del CEV, las debe autorizar el FRAE y se deben gestionar en la OCAE. Estos documentos son intransferibles por lo que no se pueden utilizar a favor de otra persona o en un domicilio distinto en virtud de que únicamente amparan al titular en una ubicación determinada, de acuerdo con el objeto para el que se haya otorgado. Los permisos, licencias, y autorizaciones pueden expedirse por medios electrónicos.

105.1.1 Documentos legales. Para iniciar cualquier trámite de permiso o licencia se requiere:

1. Comprobar la propiedad, mediante la presentación de título o escritura. La OCAE puede determinar otros documentos válidos para el caso.

En el caso de predios ejidales o comunales se debe contar con la respectiva acta de asamblea ejidal legalizada.

2. Boleta de pago del impuesto predial o constancia catastral del bien inmueble que lo señale libre de gravámenes fiscales.

3. Alineamiento y número oficial.
4. Deslinde o Levantamiento topográfico certificado por la oficina de catastro.

105.2 Obligatoriedad de autorizaciones. Todo propietario o persona que pretenda, por sí o por mediación de un tercero, construir, ampliar, modificar, reparar, trasladar, demoler o cambiar el destino de una edificación o estructura; o erigir, instalar, ampliar, modificar, reparar, quitar, convertir o reemplazar cualquier sistema eléctrico, de gas, mecánico o hidráulico y sanitario, cuya instalación se regule por el CEV, debe hacer la solicitud de

autorización al Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación y no puede iniciar los trabajos de que se trate, hasta obtener la autorización requerida.

105.2.1 Reparaciones de emergencia. Cuando deban realizarse reemplazos y reparaciones de equipo en una situación de emergencia, la solicitud del permiso debe presentarse en la OCAE al siguiente día hábil, después de ocurrida la emergencia.

105.2.2 Obras que no requieren autorización. No se requiere presentar solicitud o dar aviso a la OCAE para realizar las reparaciones menores ordinarias como:

Reemplazo de lámparas o la conexión de equipo eléctrico portátil aprobado a receptáculos permanentemente instalados.

Reparaciones que no impliquen afectación estructural del edificio, parte o porción de él, la remoción o corte de algún elemento estructural o apoyo portante, la remoción o cambio de algún muro de carga, la remoción o cambio de algún medio de salida requerido, la reubicación de partes que afecte la imagen urbana del conjunto.

Las reparaciones menores que tampoco impliquen la ampliación, modificación, reemplazo o reubicación de alguna tubería de abastecimiento de agua, alcantarilla, desagüe, conductor de desagüe, desagüe de aguas residuales negras, desperdicios, tubería de gas, respiraderos o conducto similar, tendido eléctrico o instalación mecánica u otro trabajo que afecte la salud pública o la seguridad general.

Igualmente, pueden realizarse trabajos de limpieza, aplanados, pintura y rodapiés de fachadas y obras de jardinería; reposición y reparación de los acabados de la construcción, así como reparación y ejecución de instalaciones, siempre que no afecten los elementos estructurales, no modifiquen las redes existentes, ni contravengan los acuerdos estipulados en el reglamento interno de condominio, en su caso.

Obras urgentes para prevención de accidentes, situación que debe notificarse a la OCAE, dentro de un plazo máximo de cinco días hábiles contados a partir del inicio de las obras.

Construcciones provisionales para uso de oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra y de los servicios sanitarios correspondientes.

Pozos de exploración para estudios varios y obras de jardinería.

No se debe asumir que la exención de los requisitos de permisos dispuestos en el CEV concede autorización alguna para que se realice cualquier trabajo que infrinja en la forma que sea las disposiciones del CEV o de cualquier otra normatividad aplicable.

105.2.3 Dependencias, entidades de la administración pública y concesionarios de servicios públicos. La construcción, ampliación, reparación y mantenimiento de los sistemas que brindan servicios públicos, tales como agua, drenaje, alumbrado, electrificación, gas y telefonía, entre otros, realizados por dependencias, entidades de la administración pública y concesionarios de servicios públicos, dentro o fuera de la vía pública requieren de la aprobación de la oficina a cargo del FRAE.

Para el mantenimiento o reparación de redes y equipo de generación, transmisión, distribución, conteo u otro a cargo de las oficinas de servicio público, se debe solicitar autorización al FRAE indicando el tipo, ubicación y duración de los trabajos, así como en su caso, la necesidad de control vial o de otro tipo.

105.2.4 Obras con permiso. Pueden ejecutarse las siguientes obras con autorización expedida al propietario por el FRAE, sin mediar responsabilidad del DRO o de responsables técnicos de obra y/o proyecto para:

1. Construcción de bardas interiores o exteriores con altura máxima de dos metros cincuenta centímetros (2,50 m).

2. Construcción de fosas sépticas o albañales.

3. Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros (1,50 m), como máximo en construcciones hasta de dos pisos, si no se afectan elementos estructurales o las condiciones originales de diseño estructural.

4. Construcciones provisionales para uso de servicios sanitarios, oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra.

5. Impermeabilizaciones y arreglo o cambio de techos de azotea o entrepisos de madera cuando se emplee el mismo tipo de construcción.

6. Edificaciones de una casa habitación con dimensiones máximas de cuarenta metros cuadrados (40 m2), de una sola planta, por una sola vez en el predio de que se trate y exclusivamente para uso particular del propietario. En estos casos, ningún claro debe ser mayor de cinco metros en techo de madera y de tres metros en techo de losa de concreto.

7. Obras similares a las anteriores, cuando no afecten elementos estructurales.

105.3 Solicitud de autorización. Para obtener un permiso o licencia, el solicitante debe presentar previamente una solicitud por escrito en un formulario proporcionado para ese propósito por la oficina del FRAE. Dicha solicitud debe:

1. Identificar y describir el trabajo a cubrir por el permiso para el cual se presenta la solicitud.

2. Describir el terreno en el cual el trabajo propuesto va a ser realizado de acuerdo con la descripción legal, dirección de calle o descripción similar que identifique la obra o edificación propuestas.

3. Indicar el uso y destino para el cual se proyecta el trabajo propuesto.

4. Estar firmada por el solicitante, o el representante legal del solicitante.

5. Proporcionar otros datos e información que pueda requerir el FRAE.

6.Acompañarse de los documentos de la construcción y la información requerida que se lista a continuación:

6.1 Planos a escala del proyecto de la o las viviendas, debidamente acotados y especificados, con los signos técnicos convencionales.

6.2 Deslinde Catastral o, en su caso, constancia de entrega del terreno por parte del fraccionador.

6.3 Comprobantes de tener convenio en vigor o de estar al corriente en el pago de las obligaciones fiscales del terreno, consumo de agua y obras de urbanización.

6.4 Aprobación de las dependencias en materia de servicios públicos.

Cuando así lo crea conveniente, el FRAE puede exigir al solicitante la presentación del proyecto de instalación eléctrica y del sistema contra incendio por parte de las dependencias que correspondan.

La solicitud y los planos deben llevar firmas autógrafas del propietario y, en su caso, de los responsables técnicos.

105.3.1. Respuesta a solicitudes. La solicitud, planos, especificaciones, cálculos y otra información presentada por un solicitante para la obtención de una autorización, deben ser revisados por el FRAE, o el funcionario que la OCAE autorice para tal efecto, debiendo notificar al solicitante, en un plazo no mayor de dos días hábiles, el monto a pagar.

Dichos planos, pueden ser revisados por otras áreas administrativas locales para verificar su cumplimiento con toda la normatividad aplicable.

El FRAE debe emitir o negar el permiso o licencia al solicitante en un plazo no mayor de diez días naturales, a partir de que éste haya efectuado y dado aviso a la OCAE del pago correspondiente.

Si la solicitud o documentos de la construcción no cumplen con los requisitos del CEV y de la normatividad aplicable, el FRAE debe rechazar tal solicitud por escrito declarando las razones para ello.

Si el trabajo descrito en una solicitud de permiso o licencia y los planos, especificaciones y otra información presentada con la misma, cumplen con los requisitos del CEV, así como con la normatividad aplicable, el FRAE debe emitir el documento solicitado.

105.3.2 Autorizaciones Parciales. El FRAE está facultado para emitir una autorización para la construcción de una parte de una edificación o estructura antes que todos los planos y especificaciones de la edificación o estructura completa hayan sido presentados o aprobados, siempre y cuando se haya presentado la información suficiente y las declaraciones detalladas cumpliendo con todos los requisitos establecidos en este Código.

El otorgamiento de una autorización parcial no implica que el permiso le vaya a ser otorgado para toda la edificación o estructura.

105.3.3 Documentos de la construcción autorizados. La OCAE debe conservar un ejemplar de los planos, especificaciones y cálculos aprobados durante el periodo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la ley en la materia e igualmente se debe entregar al solicitante un ejemplar de planos y especificaciones aprobados, para que una copia de éstos, se conserven en todo momento en el lugar de la obra o construcción, durante el periodo de ejecución de la obra autorizada y hasta en tanto no se haya concluido la edificación.

105.4 Validez de la autorización. La emisión de una autorización, no debe ser interpretada como una aprobación para violar alguna de las disposiciones del CEV o norma técnica aplicable. No son válidos los permisos y licencias que impliquen la violación de las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

La emisión de una autorización basada en los documentos para la construcción y otra información, no impide que el FRAE requiera la corrección de errores en los documentos para la construcción y otra información. El FRAE también está autorizado para evitar el destino o uso de una estructura cuando ésta se encuentre violando las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

Las autorizaciones tienen validez cuando el FRAE las expida de conformidad con las disposiciones establecidas en este Código. Las autorizaciones que infrinjan o cancelen las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable no tienen ninguna validez.

El FRAE está facultado para prohibir la ocupación o uso de un edificio, estructura o instalación que viole este Código y demás normatividad aplicable.

105.5 Vigencia. La autorización otorgada por el FRAE tiene una vigencia de 270 días naturales contados a partir de su emisión.

El FRAE puede conceder, por escrito, una o más prórrogas de tiempo, por períodos de no más de 180 días naturales cada uno. La prórroga se debe pedir por escrito y debe demostrarse la causa justificada que impide el inicio de las obras o el retraso o la suspensión de las mismas.

Si el trabajo autorizado se suspende o se abandona por un período de 180 días naturales o más, después de comenzado el trabajo, la autorización debe ser revocada.

Para reiniciar la obra, debe obtenerse primero una nueva autorización y cubrir el importe de los derechos que para dicha obra establezca la ley de ingresos aplicable, siempre y cuando no se hayan hecho ni se hagan cambios en los planos y especificaciones originales de dicha obra y siempre que dicha suspensión o abandono no haya excedido de un año.

105.6 Suspensión o revocación. El FRAE puede suspender o revocar una autorización emitida bajo las disposiciones de este Código cuando dicha autorización se haya emitido con base en información incorrecta, inexacta o incompleta, o en violación a alguna normatividad aplicable o a alguna de las disposiciones de este Código.

105.7 Ubicación de la autorización. En la obra o edificación se debe colocar en un lugar visible un letrero con el tipo de obra, nombre y registro del DRO y de los Corresponsables, en su caso, así como el número de autorización de la obra y ubicación de la misma.

105.8 Corresponsabilidad. Es deber de cada persona que realiza un trabajo de instalación o reparación de la edificación o estructura, como instalaciones eléctricas, de gas, mecánicas o hidráulicas y sanitarias para las cuales este CEV es aplicable, cumplir con todas las disposiciones de este Código.

105.9 Aprobaciones previas. Con base en este Código, no pueden requerirse cambios en los documentos de la construcción, en la construcción, en el uso habitacional designado a un edificio, estructura o instalación para el cual se haya emitido una autorización legal en el pasado o haya sido legalmente aprobada de otra manera, y cuya construcción se haya realizado de buena fe dentro de los primeros 180 días posteriores a la emisión de este Código.

SECCIÓN 106
DOCUMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

106.1 Presentación de documentos. Además de la solicitud de autorización deben presentarse en dos o más juegos originales y las copias que se requiera, los planos, especificaciones, cálculos de ingeniería, diagramas, informes de investigación de suelos, programas de investigaciones especiales y de revisión estructural y otra información requerida por el FRAE.

Los documentos de construcción deben ser revisados y firmados por un DRO. Cuando existan condiciones especiales de tamaño de la edificación, de impacto urbano, de posible seguridad estructural, de alto impacto social o de contaminación ambiental, el FRAE está autorizado para requerir otros documentos de construcción, relacionados con el proyecto en cuestión.

Excepción: El FRAE puede eximir la presentación de planos, cálculos, requisitos de inspección de construcción y otra información firmada por el DRO, si se determina que la naturaleza del trabajo para el que se ha solicitado el permiso o licencia es tal que la revisión de los planos no es necesaria para cumplir con las disposiciones del CEV.

106.1.1 Información sobre los documentos de la construcción. Los documentos de la construcción, planos y especificaciones deben elaborarse a la escala solicitada sobre papel y en buena calidad de impresión. Se permite la presentación de los documentos por medios electrónicos cuando lo apruebe el FRAE. Los documentos de construcción, planos y especificaciones deben indicar claramente, la ubicación, naturaleza y extensión de la obra propuesta y mostrar en detalle que se cumplen las disposiciones del CEV y la normatividad aplicable, solicitada por el FRAE.

106.1.2 Instrucciones de instalación del fabricante. Las instrucciones de instalación de los fabricantes, requeridas por el CEV, deben estar disponibles en el lugar de trabajo en el momento de la inspección.

106.1.3 Información para la construcción en áreas propensas a inundaciones. Para las edificaciones y estructuras en zonas en peligro de inundación como las establecidas en el anexo correspondiente, los documentos de la construcción deben incluir:

1. La delimitación de la zona en peligro de inundación, límites del cauce de crecida y de zonas de inundación, y el nivel de inundación de diseño,

según los Atlas de Riesgos respectivos o lo que determine la autoridad competente.

2. El alzado o proyección vertical del piso más bajo proyectado, incluyendo el sótano. En las áreas sujetas a inundación poco profunda según en el anexo correspondiente, debe indicarse la altura del piso más bajo proyectado, incluyendo el sótano, por encima del nivel de terreno adyacente más alto.

3. En las zonas costeras de alto peligro, según en el anexo correspondiente, debe incluirse el alzado o proyección vertical de la parte inferior del elemento estructural horizontal más bajo.

4. Si las cotas de diseño no están incluidas en los Atlas de Riesgo, el FRAE y el solicitante deben obtener y utilizar razonablemente cualquier cota de diseño de inundación e información del cauce de crecida disponible de otras fuentes. No se deben considerar períodos de retorno menores a 50 años.

106.2 Plano de ubicación. Los documentos de construcción presentados con la solicitud de autorización deben ser acompañados por un plano que muestre el tamaño y la ubicación de la nueva construcción y de las estructuras existentes en el lugar y las distancias a los límites del predio. En el caso de demolición, el plano debe mostrar la construcción a ser demolida y la ubicación y el tamaño de las estructuras existentes y construcciones que permanecerán en el predio.

106.3 Aprobación de los documentos de la construcción. Cuando el FRAE emite una autorización, los documentos para la construcción se deben aprobar por escrito y se les debe poner un sello además de las firmas necesarias en los planos y especificaciones aprobados. Dichos planos y especificaciones aprobados no deben ser cambiados, modificados o alterados sin la autorización del FRAE. Toda obra regulada por este Código debe ejecutarse de acuerdo con los documentos para la construcción aprobados.

Un juego de documentos para la construcción, revisados y aprobados debe quedar en poder del FRAE. El otro juego se debe devolver al solicitante y una copia de éste, incluyendo claramente los sellos y firmas de aprobación, se debe mantener en el lugar de la obra y debe estar disponible para la inspección a cargo del FRAE o su representante autorizado.

106.4 Documentos de la construcción modificados. La obra se debe ejecutar de conformidad con la autorización emitida y de acuerdo con los documentos para la construcción aprobados. Para realizar cualquier cambio durante la construcción, se debe solicitar autorización, para lo cual, se tienen que presentar los documentos necesarios con la modificación que se pretenda.

SECCIÓN 107
ESTRUCTURAS Y USOS TEMPORALES

107.1 Generalidades. En materia de vivienda descrita en el apartado 101.2 del CEV, el FRAE está facultado para emitir autorizaciones para estructuras y usos temporales. Dichas autorizaciones deben estar limitadas al tiempo de servicio, pero no deben ser permitidas por más de 180 días. El FRAE está autorizado para otorgar hasta dos extensiones de la autorización por causas justificadas.

107.2 Conformidad. Las estructuras y usos temporales deben cumplir con los requisitos de resistencia estructural, de seguridad contra el fuego, de medios de salida, de iluminación, de ventilación y sanitarios, indicados en el CEV, necesarios para asegurar la salud pública, la seguridad y el bienestar humano.

107.3 Energía temporal. El titular de la solicitud de autorización de obra puede solicitar a la empresa que corresponda el suministro y uso temporal de energía en una parte de la instalación eléctrica, antes de que tal instalación se haya completado totalmente y de que se haya emitido el certificado de uso y ocupación. La parte cubierta por la autorización temporal debe cumplir con los requisitos especificados para la iluminación, calor y energía establecidos en la **Parte IX del CEV.**

107.4 Terminación de la autorización. El FRAE está autorizado para dar por terminada una autorización para una estructura o uso temporal y ordenar que la estructura o el uso temporal sean retirados.

SECCIÓN 108
PAGO DE DERECHOS

108.1 Pago de derechos. El importe del pago de derechos de los permisos y licencias, deben ser establecidos por la autoridad local competente, arancel al que están sujetos el FRAE y los solicitantes. Las autoridades locales pueden asignar a la OCAE la provisión de recursos adicionales en función de su recaudación por concepto de derechos.

SECCIÓN 109
INSPECCIONES

109.1 Inspección. Toda obra para la cual se requiere una autorización debe estar sujeta a inspección por la OCAE y debe permanecer accesible y expuesta para fines de inspección hasta ser concluida y aprobada por el FRAE.

El FRAE, en su calidad de autoridad local competente, está autorizado para llevar a cabo las inspecciones que

sean necesarias a efecto de garantizar la seguridad técnica y estructural de las edificaciones y a recibir los reportes de las inspecciones realizadas por parte de las personas autorizadas para ello.

Los reportes de inspecciones deben ser presentados por escrito y validados por un funcionario o por la persona acreditada por la OCAE como responsable del reporte.

Ante la falta de una inspección convenida, las obras pueden continuar.

109.2 Registro de inspecciones. Las obras que requieren autorización no pueden iniciar hasta que el titular de la autorización, el DRO o un agente del mismo haya colocado en un lugar visible y accesible, la bitácora para que la autoridad competente anote en ella los registros correspondientes a las visitas de inspección realizadas. El titular de la autorización debe mantener disponible la bitácora hasta que la autoridad competente verifique la conclusión de las obras y haya otorgado la autorización final.

109.3 Solicitudes de inspección. La persona que ejecute la obra autorizada debe notificar a la autoridad competente cuando dicho trabajo esté listo para su inspección. Toda solicitud debe ser por escrito o correo electrónico, por lo menos un día hábil antes del que se desee realizar la inspección. Es obligación de la persona que solicita cualquier inspección derivada del cumplimiento de lo dispuesto en este CEV, facilitar el acceso a la obra o edificación y proporcionarle al inspector los medios necesarios para llevarla a cabo.

109.4 Aprobación para continuación de obras. Cuando la OCAE, por medio de escrito o anotación en bitácora notifique la suspensión de una obra, solo se deben ejecutar los trabajos que se indiquen en la propia notificación, con el fin de corregir lo que corresponda. En caso de que las fallas señaladas se intenten cubrir u ocultar, el FRAE puede clausurar la obra y cancelar la autorización correspondiente.

109.5 Tipo de inspecciones. En forma periódica y programada, el Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación, previa notificación al titular de la autorización o a su agente, debe realizar o instruir a un funcionario de la OCAE para que realice inspecciones al lugar de la construcción según considere conveniente, ya sea para aprobar la fase de la construcción que corresponda, como la conclusión, o bien para notificar al titular de la autorización o a su agente que la obra no cumple con las disposiciones del CEV.

109.5.1 Inspección de la cimentación. Debe hacerse después de que las excavaciones para las zapatas estén terminadas y todo el acero de refuerzo esté colocado. En la cimentación de concreto debe colocarse todo el encofrado requerido antes de la inspección. Todos los materiales para la cimentación deben estar en la obra, excepto cuando se pretenda utilizar concreto premezclado, suministrado de acuerdo con las normas reconocidas y aprobadas nacionalmente.

109.5.2 Inspección y pruebas de instalaciones hidráulicas y sanitarias, mecánicas, de gas y eléctricas. El FRAE debe realizar una inspección a fondo y las pruebas necesarias a la instalación hidráulica y sanitaria, mecánica, de gas y eléctrica antes de:

1. Colar o tapar todas las canalizaciones.

2. Colocar o instalar muebles y accesorios.

3. La última inspección de la estructura.

109.5.3 Inspecciones En Áreas Propensas A Inundación. En las obras ubicadas en zonas identificadas como propensas a inundación, cuando se construya el piso más bajo, incluyendo sótanos y antes de continuar la construcción en vertical, el FRAE debe requerir la documentación relativa a lo ejecutado bajo el nivel del piso terminado más bajo, incluyendo el sótano, avalada por el DRO.

109.5.4 Inspección De Mampostería Y Estructura. El acero de refuerzo o el armado estructural de cualquier parte de una edificación o estructura no debe cubrirse u ocultarse hasta obtener previamente la autorización de la autoridad competente.

La protección de juntas y penetraciones en sistemas resistentes al fuego no debe ocultarse hasta que haya sido inspeccionada y aprobada.

La autoridad competente, al ser notificada, debe hacer las inspecciones que se indican a continuación:

109.5.4.1 Inspecciones de losas de concreto y sótanos. Deben realizarse después de que todas las canalizaciones, accesorios y otros elementos de equipos auxiliares y de servicio embebidos en la losa de concreto, estén colocados en sitio, pero antes de cualquier colado de concreto o de instalar la cimbra del nivel de entrepiso siguiente.

109.5.4.2 Inspecciones de estructuras. Deben hacerse después de que el techo, toda la estructura, bloqueos anti-fuego y tirantes estén colocados, toda la tubería, chimeneas y respiraderos estén terminados y después de que sean aprobadas las canalizaciones, guías y pasos necesarios para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, mecánicas y eléctricas, así como las inspecciones a las instalaciones mismas.

109.5.4.3 Inspecciones previas a los acabados. Deben hacerse después de terminar muros de ladrillo o "block" y antes de emplastar. En el caso de plafón de yeso o similar, la inspección se efectúa después de que todos los listones y tableros de yeso interiores y exteriores estén colocados, pero antes de que se aplique el enyesado o antes de que las juntas de los tableros de yeso y anclajes estén colocados, emplastecidos y terminados.

Además, deben revisarse las canalizaciones, guías y accesorios de instalaciones embebidas en muros antes de colocar el recubrimiento final.

Posteriormente, debe realizarse la inspección en acabados de muros interiores y exteriores.

109.5.5 Otras inspecciones. Además de las inspecciones anteriores, el FRAE puede realizar las inspecciones que considera necesarias de cualquier trabajo de la obra, para asegurar el cumplimiento de las disposiciones del CEV y de la normatividad aplicable.

109.5.5.1 Inspección de la construcción clasificada como resistente al fuego. En donde sea requerida la clasificación de construcción resistente al fuego entre unidades de vivienda o debido a la situación en la propiedad, el FRAE debe realizar una inspección de la obra después de que los muros estén levantados, pero antes de la colocación de acabados.

109.5.6 Inspección final. El FRAE debe realizar una inspección y aprobación final de todas las edificaciones y estructuras cuando hayan sido terminadas y estén listas para su ocupación y uso. De esta inspección deriva la aprobación de ocupación.

109.6 Agencias de inspección. El FRAE está autorizado para contratar, aceptar y hacer propios los informes de peritos, personas físicas y morales especializadas en inspección de obras, siempre que satisfagan los requisitos de competencia y responsabilidad y estén certificados e inscritos en el padrón respectivo.

SECCIÓN 110
CERTIFICADO DE OCUPACIÓN: REQUISITO INDISPENSABLE PARA OCUPAR LA VIVIENDA.

110.1 Aviso de terminación de obra. El titular de la autorización está obligado a manifestar por escrito a la OCAE la terminación de las obras ejecutadas.

110.2 Visto bueno de seguridad y operación. En los casos de conjuntos y edificios habitacionales, junto con el Aviso de Terminación de Obra, se debe presentar ante la oficina a cargo del FRAE, una declaración del Director Responsable de Obra y en su caso, de los corresponsables de seguridad estructural, diseño urbano e instalaciones, manifestando su responsiva y Visto Bueno de Seguridad y Operación a las edificaciones e instalaciones que reúnen las condiciones de seguridad para su operación y funcionamiento.

El Visto Bueno de Seguridad y Operación debe contener:

1. El nombre, denominación o razón social del o los propietarios; en el caso de ser el representante legal, debe acompañar los documentos con los que acredite su personalidad.

2. El domicilio para oír y recibir notificaciones.

3. La ubicación del inmueble de que se trate.

4. El nombre y número de registro del Director Responsable de Obra, y en su caso de los corresponsables de seguridad estructural, diseño urbano e instalaciones en su caso.

5. La manifestación, bajo protesta de decir verdad del DRO de que la edificación e instalaciones correspondientes reúnen las condiciones de seguridad previstas por éste Código y la normatividad local correspondiente, para su operación y funcionamiento.

6. Los resultados de las pruebas de laboratorio, de acuerdo a la norma NMX-C-155 ONNCEE 2008.
7. La declaración del propietario y del DRO, de que la construcción que se trata, cuenta con los equipos y sistemas de seguridad para situaciones de emergencia, cumpliendo con las Normas Mexicanas y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

8. La constancia de seguridad estructural, en su caso.

110.3 Ocupación. La edificación, estructura o instalación habitacional sólo puede ocuparse hasta que el FRAE la haya inspeccionado y constate que dichos trabajos se realizaron de conformidad con las disposiciones del CEV y de la normatividad local aplicable y emita un certificado que autoriza la ocupación del inmueble, conforme a las características de la autorización emitida. Este certificado se debe emitir como respuesta al Aviso de Terminación de Obra, así como por el Visto Bueno de Seguridad y Operación y a la inspección de los profesionales calificados y certificados de la OCAE a cargo del FRAE.

No se requiere certificado de ocupación para los trabajos exentos de licencia. **Ver Sección 105.2.2.**

Una vez que el FRAE emita el Certificado de Ocupación, el propietario o poseedor es el responsable de la operación y mantenimiento de la construcción, y de satisfacer las condiciones de seguridad e higiene.

El Certificado de Ocupación, debe ser otorgado, si así procede, en un plazo de cinco días hábiles contados a partir de presentado el aviso de terminación de obra.

El FRAE puede autorizar cambios en la obra ejecutada con respecto al proyecto original, siempre que no se afecten las condiciones de seguridad, estabilidad, uso de suelo y edificio específico, higiene y habitabilidad; atendiendo a la autorización de construcción emitida y las previsiones que fija este Código.

110.4 Contenido del certificado. El Certificado de Ocupación, debe incluir la siguiente información:

1. El número de certificado.

2. El domicilio del inmueble.

3. El nombre y domicilio del propietario.

4. El nombre y la firma del FRAE.

5. Descripción de la edificación o estructura o la parte de ella para la cual se emite el certificado.

6. Declaración del FRAE indicando que la edificación o estructura o la parte de ellas que ha sido inspeccionada en cumplimiento del CEV.

7. El número de autorización, permiso o licencia de las obras realizadas.

8. Los datos del DRO indicados en la licencia de construcción.

9. Toda estipulación y condición especial incluida en la autorización de la construcción, incluyendo la mención a sistemas de protección contra incendios.

110.5 Modificaciones y demoliciones. En caso de que el FRAE o los funcionarios de la oficina a su cargo o la persona física o moral contratada, al visitar el inmueble y cotejar la documentación correspondiente se percaten de que la obra no se ajusta al proyecto y especificaciones autorizadas o a las modificaciones del proyecto autorizadas, el FRAE debe ordenar al propietario efectuar las modificaciones que fueren necesarias, para que el proyecto y la obra cumplan con el CEV y la normatividad aplicable y en tanto éstas no se ejecuten, no debe autorizar la emisión del certificado de ocupación de la obra.

El FRAE está facultado para ordenar la demolición parcial o total de una obra, con cargo al propietario, cuando se haya ejecutado en contravención al CEV y la normatividad correspondiente, independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con este Código y la legislación aplicable.

110.6. Cambio de uso del edificio. Cualquier cambio en el carácter o uso de una estructura o edificación existente, debe ser solicitado a la OCAE y resuelto por ésta de conformidad con la normatividad aplicable.

110.7 Ocupación temporal. El FRAE está autorizado a emitir un permiso temporal de ocupación antes de que se complete el trabajo entero cubierto por el permiso, siempre que dicha parte o partes puedan ser ocupadas en forma segura. El FRAE debe establecer un lapso durante el cual es válido el certificado temporal de ocupación.

110.8 Revocación. El FRAE debe, por escrito, suspender o revocar un Certificado de Uso y Ocupación emitido según las disposiciones del CEV, cuando haya sido emitido con base a información proporcionada incorrectamente, o cuando se determine que la edificación o parte de la misma está infringiendo las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

SECCIÓN 111
SERVICIOS

111.1 Conexión a los servicios. Ninguna persona debe hacer conexiones desde un servicio, fuente de energía, combustible o potencia, para lo que se requiere un permiso, a ninguna edificación o sistema regulado por el Código, hasta que sea aprobado por el FRAE.

111.2 Conexiones provisionales. El Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación, debe tener la facultad de autorizar y aprobar la conexión provisional de una edificación o sistema de servicio, fuente de energía o potencia.

111.3 Autoridad para desconectar los servicios. El FRAE, tiene la facultad de autorizar la desconexión de los servicios de la edificación, estructura o sistema regulado por este Código, en función a lo establecido en la Sección 102.2 en caso de emergencia, donde sea necesario eliminar un peligro inmediato para la vida o la propiedad, o cuando dicha conexión al servicio haya sido hecha sin la aprobación requerida. Ver las Secciones 111.1, 111.2. El FRAE, debe notificar a las autoridades competentes y al usuario o propietario de la edificación, estructura o sistema de servicio de la decisión de desconectar antes de realizar dicha acción y si no es posible, se le debe notificar por escrito inmediatamente después de la desconexión.

SECCIÓN 112
COMITÉ DE REVISIONES

112.1 Generalidades. A fin de conocer y decidir sobre interpretaciones de órdenes, decisiones, determinaciones y resoluciones emitidas por el FRAE y demás personal adscrito o contratado por la OCAE, con respecto a la aplicación de este Código, se crea el Comité de Revisiones.

Dicho Comité debe emitir el reglamento de operación

para llevar a cabo sus funciones, sin contravenir lo establecido en el Código.

El Comité de Revisiones atendiendo a las solicitudes de aclaraciones acerca de las interpretaciones del CEV realizadas por el FRAE, debe proceder a la revisión del caso escuchando a las partes y resolver lo conducente en forma clara y precisa.

Los cuestionamientos formulados por los interesados y la resolución del Comité de Revisiones deben constar en el acta que al efecto se levante, firmada por los asistentes.

112.2 Integrantes. El Comité de Revisiones debe estar integrado por miembros calificados por su experiencia y capacitación para decidir sobre asuntos pertinentes a la construcción de edificaciones y que no sean empleados de la OCAE. El Comité debe estar integrado, por especialistas representantes de entidades técnicas gubernamentales, privadas y académicas, incluyendo al FRAE, el cual no tiene derecho a voto.

112.3 Limitaciones de autoridad. El Comité de Revisiones no tiene facultades para eximir el cumplimiento de las disposiciones del CEV.

112.4 Resolución. El FRAE debe resolver la solicitud de aclaración atendiendo al acuerdo que adopte el Comité de Revisiones.

SECCIÓN 113
INCUMPLIMIENTO DEL CEV

113.1 Actos ilegales. Incurre en ilegalidad cualquier persona, empresa o corporación que construya, modifique, extienda, repare, traslade, retire, demuela u ocupe cualquier edificación, estructura o instalación regulada por este Código, o hacer que se ejecuten dichas acciones, en conflicto con o en contra de cualquiera de las disposiciones de este Código.

113.2 Aviso de incumplimiento. El FRAE debe entregar un aviso de incumplimiento y suspensión de la obra, a la persona responsable de la construcción, modificación, ampliación, reparación, traslado, remoción, demolición u ocupación de una edificación o estructura en contravención a las disposiciones del CEV, o a las disposiciones, permisos, licencias, planos y especificaciones aprobados o a una autorización o certificado emitido bajo las disposiciones de este Código. Dicho aviso debe contener la orden de detener la obra y la de realizar la reparación o rectificación que corresponda y el plazo en que se debe realizar dicha rectificación.

113.3 Seguimiento. Si no se da respuesta a lo ordenado en el aviso de incumplimiento y suspensión en el tiempo señalado, el FRAE puede realizar la clausura de la obra y proceder conforme a las disposiciones aplicables, pudiendo convocar a la fuerza pública con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones del CEV.

113.4 Multas por incumplimiento. Cualquier persona que infrinja una disposición del CEV o no cumpla alguno de los requisitos del mismo o que construya, modifique o altere una edificación o estructura en violación a los documentos aprobados para la construcción o a alguna instrucción del FRAE o al permiso o certificado emitido según las disposiciones de este código, se hace acreedora a la multa que corresponda por el incumplimiento a las disposiciones de este Código y de las demás leyes aplicables. Lo anterior, sin perjuicio de que el infractor pueda ser sujeto de responsabilidad civil o penal, según sea el caso.

SECCIÓN 114
ORDEN DE SUSPENSIÓN DE OBRA.

114.1 Notificación al propietario. Tras el aviso del FRAE de que algún trabajo en alguna edificación o estructura está siendo ejecutado contraviniendo las disposiciones del CEV o de alguna manera insegura o peligrosa, dicho trabajo debe ser suspendido inmediatamente.

El aviso de incumplimiento y la orden de suspensión deben presentarse por escrito y se deben entregar a cualquiera de estos tres responsables de la obra: el titular de la propiedad involucrada, el DRO, o la persona que está ejecutando la obra, debiendo establecerse en la misma notificación, las condiciones bajo las cuales se permite reanudar la ejecución de la obra.

114.2 Continuación ilegal. Toda persona que después de haber sido notificada con una orden de suspensión de obra, continúe un trabajo en o alrededor de la estructura, excepto aquellos trabajos en los que esa persona está autorizada para remover una violación o una condición insegura, está sujeta a las multas aplicables.

SECCIÓN 115
ENTREGA DE LA VIVIENDA

115.1 Generalidades. Toda vivienda nueva, al momento de ser entregada al propietario, debe haber cumplido con las reglamentaciones del presente Código en cuanto a planeación y diseño, respondiendo a las características de proyectos especificadas para sistema constructivo, estructura, seguridad contra incendios, impermeabilización, aislamiento, acabados, plomería, electricidad, gas, aparatos e instalaciones especiales. Dicha entrega está sujeta a lo estipulado en esta Sección.

115.2 Notificación. El DRO y, en su caso, un representante de la empresa, debe avisar al propietario, vía correo, correo electrónico o personalmente, la hora y fecha en que se le debe hacer entrega de su vivienda, quince días antes de su realización.

115.3 Cita del día de entrega. Los involucrados en la entrega, el DRO y el propietario deben reunirse a la puerta de la vivienda, que es entregada y recibida, a la hora y fecha previamente acordada. El DRO o su representante, debe llevar consigo todo el paquete correspondiente al protocolo de entrega-recepción de la vivienda. Las partes pueden hacerse acompañar de las personas que, a su juicio, consideren pertinente.

115.4 Lista de verificación de habitabilidad. Durante el acto de entrega- recepción, se presenta un listado al nuevo propietario para comprobar que todas las características de habitabilidad se han cumplido. Ambas partes deben firmar de conformidad el certificado.

115.5 Entrega de accesorios. Si el tipo de vivienda así lo exige, se debe hacer entrega al nuevo propietario del paquete de accesorios de la vivienda.

115.6 Entrega del manual de operación y mantenimiento del usuario. En el caso de condominios o conjuntos habitacionales, se debe entregar al propietario un Manual del Usuario, mismo que debe contener una guía práctica para conocer, conservar y modificar dicha vivienda según las concesiones y restricciones del fraccionamiento sin transgredir las ordenanzas de este Código.

115.7 Entrega de certificado de garantía. Al igual que los demás bienes y productos, la vivienda debe estar sujeta a un certificado de garantía que la cubra de cualquier desperfecto o vicio oculto que pudiera presentarse. El DRO y el propietario deben acordar con anticipación las cláusulas u obligaciones de dicho certificado.

115.8 Entrega de planos y permisos. Se debe entregar al propietario una copia de los planos constructivos de la vivienda, firmados y sellados según lo especifique la autoridad municipal correspondiente, así como los permisos de edificación o licencia de construcción. La entrega de estos documentos está sujeta a que el adquiriente cubra los costos de copiado o reproducción.

115.9 Entrega del aviso de terminación de obra. El DRO debe entregar al propietario una copia del Aviso de Terminación de Obra, expedido por la autoridad que haya otorgado la licencia de construcción.

115.10 Certificado de entrega-recepción. Se debe extender al propietario un Certificado de Entrega-Recepción de la vivienda en el cual se estipule que el propietario recibió su vivienda habiéndose cumplido con las disposiciones de este Código, además de los términos de contratación y compra-venta. Ambas partes deben firmar de conformidad el certificado.

115.11 Entrega de llaves. Se debe entregar al propietario, o adquiriente, los juegos de llaves, en original y copia, de las cerraduras y chapas instaladas en la vivienda. Se deben entregar las copias adicionales que se hayan hecho.

ADMINISTRATIVA

CAPÍTULO 2 - GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Abastecimiento Urbano. Conjunto de provisiones o suministros de víveres necesarios para el consumo de la población urbana.

Por extensión se aplica también al suministro urbano de fluidos tales como: agua potable, energía eléctrica, gas combustible, etcétera. SEDESOL

Accesibilidad. Es la combinación de elementos contractivos y operativos que permiten a cualquier persona con independencia de su condición física, psíquica o sensorial, el llegar, entrar, salir, orientar y comunicar, con un uso seguro, autónomo, cómodo y digno de los espacios construidos, del mobiliario y del equipo.

Accesibilidad Total. Es la accesibilidad a todos los espacios construidos para cualquier persona.

Acceso a Servicios de Saneamiento. Se refiere a la proporción de la población que tiene por lo menos instalaciones adecuadas para la eliminación de excrementos a fin de evitar que éstos entren en contacto con seres humanos, animales e insectos. CONAVI

Accesorios de la Vivienda. Se consideran accesorios de la vivienda los elementos pequeños que mejoran la apariencia de la vivienda pero que no son necesarios para su funcionamiento normal o que fácilmente pueden ser sustraídos entre el acto de la entrega y la fecha de ocupación por el propietario, por ejemplo, chapetones de llaves mezcladoras, cebolla de la regadera, manivelas de ventanas y asiento del inodoro.

Acción Habitacional. Todas las modalidades para la atención de las necesidades de vivienda de la población. CONAVI

Acciones de Urbanización. La urbanización del suelo y la edificación en el mismo; comprende también la transformación del suelo rural a urbano; las fusiones subdivisiones y fraccionamientos de áreas y predios; los cambios en la utilización y en el régimen de propiedad de predios y fincas; la rehabilitación de fincas y zonas urbanas; así como las actividades encaminadas a proporcionar en un área de crecimiento la introducción o mejoramiento de las redes de infraestructura. SEDESOL

Acciones de Vivienda. Toda actividad realizada que incida en la vivienda, la cual comprende desde el mejoramiento más elemental hasta la edificación total de una vivienda completa. CONAVI

Acera. Orillas de las vialidades públicas pegadas a los paramentos de las construcciones privadas, normalmente embaldosadas y con un nivel mayor para que circulen con protección los peatones. CONAVI.

Acero de Compresión. Armadura diseñada para soportar los esfuerzos de compresión.

Acotamiento. Acción de deslindar o señalar los límites de una propiedad. En la acepción legal significa poner cotos, mojoneras, cercas, vallas, u otras señales para indicar que el propietario de una finca rústica se reserva exclusivamente los pastos y los demás aprovechamientos que nacen del dominio. CONAVI

Actividad de Riesgo. Aquella actividad en la que existe la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador. SEDESOL

Actividad Económica. Conjunto de operaciones relacionadas con la producción y distribución de bienes y servicios. Se distinguen en economía: actividades primarias (agropecuarias y extractivas), secundarias (manufactura y producción industrial), terciarias (servicios), cuaternarias (servicios altamente especializados) SEDESOL

Actividades Económicas Motrices. Son aquellas que dentro del conjunto de la economía producen efectos de retroalimentación. SEDESOL

Acuífero. Ver Manto acuífero. SEDESOL, CONAVI

Administración Pública. Conjunto de órganos administrativos del Estado en todos los niveles y competencias (local, provincial, regional, nacional, internacional). Integrado por Dependencias, Órganos Político Administrativos de cada demarcación territorial, órganos desconcentrados y entidades paraestatales que componen la administración centralizada, desconcentrada y paraestatal de cada territorio específico.

Administración Urbana. Conjunto de disposiciones legales; de instituciones, organismos, mecanismos

y acciones que tienen como fin gobernar o regir las diversas actividades realizadas cotidiana o eventualmente en el medio urbano; especialmente las relaciones con los objetivos de servicio publico del Estado. SEDESOL

Adquisición de Suelo. Etapa donde se selecciona y adquiere un predio con el fin de desarrollar un proyecto específico.

Afectación. Limitación y condiciones que se imponen, por la aplicación de una ley, al uso de un predio o un bien particular o federal, para destinarlo total o parcialmente a obras de utilidad publica, de acuerdo con los planes vigentes. SEDESOL

Aforo. Medición del caudal o volumen de fluido que pasa a través del curso de una corriente por unidad de tiempo. Medición de caudales o volúmenes de algo a través de un curso, desde medición de caudales de un río hasta las mediciones de tránsito en una avenida o calle, empleada para establecer relaciones entre las necesidades y sus capacidades requeridas, con el objeto de conocer las posibilidades a establecer en una planeación. SEDESOL, CONAVI

Aforo de Tránsito. Medición sistematizada para precisar el número de vehículos y/o personas que circulan en puntos específicos de una red vial, a fin de determinar necesidades y tendencias y adecuar la red a requerimientos concretos. En función de los fines y objetivos un aforo incluirá diversos aspectos como son: sentidos de circulación, variación por unidad de tiempo, composición vehicular, etc. CONAVI

Agentes Sociales. Grupos y estratos sociales e instituciones públicas y privadas que integran la sociedad, y que realizando diversas actividades e interacciones de carácter económico, conforman y usan las estructuras físicas y el espacio social que constituyen los asentamientos humanos. SEDESOL, CONAVI

Aglomeración Urbana. Ver Área urbana SEDESOL

Agua en Bloque. Cantidad de agua que es requerida por un día en una colonia, fraccionamiento o familia.

Agua Freática. Manto acuífero subterráneo más o menos continuo que descansa sobre la primera capa impermeable. SEDESOL

Agua Freática. Agua que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua freática.

Agua Potable. Agua apta para el consumo humano de acuerdo con las normas establecidas por las autoridades sanitarias y segura para prevenir la proliferación, por este medio de enfermedades gastrointestinales.

Agua Residual Domestica. Aguas de composición variable proveniente de las descargas de usos domésticos.

Agua Salobre. Aquella cuya proporción de sales la hace impropia para la bebida.

Aguas Pluviales. Son las aguas producto de la lluvia, nieve o granizo, que escurren sobre la superficie.

Aguas Servidas Residuales. Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales.

Aire de Combustión. Aire necesario en la combustión de una caldera o estufa.

Albañal. Canal o conducto de desagüe de las aguas sucias. CONAFOVI.

Albañal Interior. Es la tubería que recoge las aguas residuales de una edificación y termina en un registro antes de salir del predio.

Alcantarilla. Estructura que conduce una corriente a través del terraplén de un camino o vialidad. También se le llama así a los sumideros o bocas de tormenta y a las tuberías que conforman una red para evacuar aguas residuales y pluviales.

Alcantarillado. Sistema de alcantarillas o tubos de drenaje.

Alineación. Línea que delimita la construcción de un edificio por el lado de la calle. Línea de la calle.

Alineamiento. 1.- El alineamiento oficial es la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública, determinada en los planos y proyectos debidamente aprobados. SEDESOL 2.- Traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública determinada en las láminas de alineamiento y derechos de vía. LDUDF. 3.- Es el documento oficial que se emite por cada predio, así como las restricciones de construcción. CONAVI

Alineamiento y Número Oficial. Documento oficial expedido por las autoridades correspondientes que refiere a la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía publica. El alineamiento debe contener las afectaciones y restricciones de carácter urbano que señala la Ley de Desarrollo Urbano y su Reglamento para las Construcciones Municipales. En el mismo documento se identifica el predio con un número correspondiente a su ubicación en la vía pública. La Autoridad municipal define la secuencia de numeración, facilitando con esto la localización exacta del predio.

Altimetría. Parte de la topografía que estudia la medición de elevaciones o alturas. CONAVI

Aluvión. Material detrítico depositado transitoria o permanentemente por una corriente. SEDESOL

Ambiente Urbano. Ver Imagen urbana. SEDESOL

Análisis del Sitio. Serie de procedimientos encaminados a establecer la vocación natural o potencial de uso de una extensión de terreno o territorio, en consideración a sus características físicas y económicas, esto es : topografía, clima, geología, edafología, hidrología, etc. CONAVI

Análisis Urbano. Proceso teórico-científico de desmembrar y reconstruir un contexto urbano, examinando los hechos observados para distinguir sus partes constitutivas, sus relaciones recíprocas y las relaciones de cada parte con el todo. Serie de operaciones tendientes a conocer la realidad existente en dicho contexto, abarcando el medio físico y el medio económico-social. CONAVI

Arandela de Compresión. Pieza delgada, circular y con un orificio en el centro, que sirve para mantener apretados una tuerca o tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas: el grifo lleva una arandela de goma para ajustar el cierre.

Área de Actuación. Son las áreas que se corresponden con grandes terrenos desocupados dentro del tejido urbano, cuentan con accesibilidad vial y en su entorno existen servicios básicos de infraestructura. Son áreas donde pueden desarrollarse proyectos urbanos de bajo impacto, determinados por las normas y reglamentos locales o los apoyados por algún programa de fomento económico o desarrollo social. Incluye diversos equipamientos y otros usos complementarios.

Área de Actuación en Suelo Urbano. Tanto en el uso del suelo urbano, como el de conservación, el Programa de Desarrollo Urbano Municipal delimitará las áreas de actuación y determinará objetivos y políticas específicas para cada una de ellas y son:

1) Áreas con potencialidad de desarrollo; que corresponden a zonas que tienen grandes terrenos sin construir, incorporados al tejido urbano y que cuentan con accesibilidad y servicios urbanos, apoyados con programas de fomento económico.

2) Áreas con potencialidad de mejoramiento de zonas habitacionales de población de bajos ingresos, con altos índices de deterioro y carencia de servicios urbanos.

3) Áreas con potencialidad de reciclamiento con infraestructura vial y de transporte y servicios urbanos adecuados

4) Áreas de conservación patrimonial que tienen valores históricos, arqueológicos, artísticos y típicos, que forman parte del patrimonio cultural urbano

5) Áreas de integración de las conurbaciones municipales o metropolitanas.

6) Áreas de rescate cuyas condiciones naturales han sido alteradas, que requieren acciones para restablecer en lo posible su situación original.

7) Áreas de preservación de extensiones naturales que no presentan alteraciones y requieren medidas para el control del uso del suelo.

8) Áreas de producción rural y agroindustria que podrán ser emisoras para transferencia de potencialidades de desarrollo en beneficio de las mismas.

Área de Aportación. Superficie de la cuenca o parte de la misma que aporta cierto volumen de aguas pluviales hacia una estructura o conducto.

Área de Influencia: Área en el entorno de alguna actividad importante o de una gran aglomeración de población que está sometida a sus influjos por unas u otras razones.

Área Metropolitana. Ver zona metropolitana. SEDESOL

Área Natural. Las áreas del territorio en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana. SEDESOL

Áreas Privativas. Departamentos, viviendas, casas o locales de propiedad exclusiva de cada condómino, así como los servicios e instalaciones existentes dentro de ellos.

Área propia de Captación. Superficie inmediata al tramo de una tubería o estructura de la red donde se captan las aguas pluviales que llegan por escurrimiento sobre la superficie al correspondiente tramo o estructura.

Área Total del Conjunto Habitacional. Se debe considerar como área total del conjunto habitacional la que resulte de las medidas, colindancias y superficies del predio o los predios que lo componen contenidas en el título o los títulos de propiedad inscritos en la oficina de registro público de la propiedad local o su equivalente y acordes con el levantamiento topográfico.

Área Tributaria. La correspondiente al escurrimiento de aguas pluviales que es conducido por tuberías hasta un tramo de tubería o estructura que las recibe.

Área Urbana. Es la ciudad propiamente dicha, definida desde todos los puntos de vista geográfico, ecológico, demográfico, social, económico, etc.- excepto el político o administrativo.

En otras palabras, área urbana es el área habitada o urbanizada, es decir, la ciudad misma mas el área

contigua edificada, con usos de suelo de naturaleza no agrícola y que, partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua. La población que allí se localiza es calificada como urbana.

El crecimiento de las ciudades hace que el área urbana frecuentemente no coincida con los límites administrativos o políticos de la ciudad, sino que los sobrepase y se extienda más allá de ellos. Esta característica del crecimiento urbano se ha manifestado en muchas ciudades. SEDESOL

Área Urbanizada. La actualmente ocupada por la infraestructura, equipamientos, construcciones o instalaciones de un centro de población. SEDESOL

Área de Vialidad Pública. Se debe identificar como área de vialidad pública a la porción del conjunto habitacional que corresponda al total de las superficies destinadas para calles y andadores públicos cuya dosificación, secciones y características deben estar de acuerdo con lo previsto.

Área Verde. Superficie de terreno de uso público dentro del área urbana o en su periferia, provista de vegetación, jardines, arboledas y edificaciones menores complementarias. Se utiliza por extensión, para superficies similares no públicas. (ejemplo: campos de golf, grandes jardines privados, huertos urbanos, clubes privados de esparcimiento y deporte, etc.), En este caso, para ser incluida como área verde, la superficie del terreno deberá ser considerablemente grande. SEDESOL

Arrendamiento. Contrato por el cual se cede, temporalmente, el uso y ocupación de un bien mueble o inmueble, edificio o vivienda propia, contra el pago de una renta o alquiler. Hay arrendamiento cuando las dos partes contratantes se obligan recíproca mente, una, a conceder el uso o goce temporal de una cosa y la otra, a pagar por ese uso o goce un precio cierto. SEDESOL

Asentamiento Humano. Establecimiento de un conglomerado demográfico, con el con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. SEDESOL, CONAVI, LGAH.

Aspecto Social. Una de las responsabilidades directas de los planificadores territoriales y diseñadores urbanos, es identificar los valores sociales propios de una comunidad, y con estricto apego a ellos debe presentar alternativas que resuelvan un ambiente propicio para la convivencia social.

Atarjea. Tubería o conducto normalmente cerrado, que funciona usualmente con sección parcialmente llena, es decir, a superficie libre. Se destina a la conducción de las aguas residuales, pluviales o ambas.

Atarjea. Revestimiento protector de ladrillos de una cañería. Conducto de desagüe de aguas residuales.

Atención de Desastres. Conjunto de actividades administrativas para el sustento de la prevención, auxilio y recuperación de la población que sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia. SEDESOL

Atlas de Riesgo. Mapa regional o de una localidad específica en donde se ubican los principales focos de riesgo que pueden afectar a la población.

Autoproducción de Vivienda. El proceso de gestión del suelo, construcción y distribución de vivienda bajo el control directo de sus usuarios de forma individual o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por medio de procesos de autoconstrucción. LEY DE VIVIENDA

Autoconstrucción de Vivienda. El proceso de construcción o edificación de la vivienda realizada directamente por sus propios usuarios, en forma individual, familiar o colectiva. LEY DE VIVIENDA

Autoridades. Atribución conferida por la ley a ciertas personas, para que éstas puedan ejercer la función de mando, encaminada a lograr el cumplimiento de la ley o funciones de las instituciones.

AUTORIDAD CORRESPONDIENTE: (Autoridad).- Normalmente se refiere a la Autoridad Municipal encargada de la expedición y control de las licencias de construcción. De acuerdo con lo dispuesto en este CEV, corresponde a la OCAE.

Azolve. Deposición de sedimentos transportados por el agua, principalmente en lagos, depósitos, canales o zonas inundadas. Estos depósitos están formados por materiales sedimentarios sin importar su origen.

B

Baldío. La calificación de baldío o baldía se aplica respectivamente al terreno o tierra que no es objeto de cultivo, no obstante servir para ello. En algunas partes, se dice de los terrenos comunales. Superficie de terreno no utilizada que se ubica dentro de un centro de población. CONAVI

Barlovento. Parte de donde viene el viento con respecto a un barco, un lugar, un edificio, etc.

Barrio. Sector urbano donde habita un vecindario y caracterizado por peculiaridades que lo distinguen. SEDESOL

Bioclima. Cada uno de los tipos de clima que se diferencian de acuerdo a los factores que afectan a los seres vivos. GLOSARIO.NET

Boleta del Impuesto Predial. Documento expedido por las autoridades para identificar catastralmente el bien inmueble, en base al título de propiedad, con objeto del pago de impuestos correspondientes a las áreas del terreno y las construcciones; así como la ubicación dentro de la ciudad.

Bombas de Calor. Sistema que utiliza un refrigerante que permite transferir el calor de un depósito a otro; proceso que es reversible, por lo que puede emplearse tanto para enfriar como para calentar un edificio.

Brida. Son accesorios para conectar tuberías con equipos (Bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado;

Boca de Tormenta. Estructuras que captan el agua pluvial que escurre en la superficie del terreno y la conducen al interior del sistema de drenaje. Se clasifican en coladeras de piso, banqueta, piso y banqueta, longitudinales de banqueta y transversales de piso.

C

Cabeza de Atarjea. Es un pozo de visita donde se inicia un conducto o atarjea y que no posee algún otro que descargue a él. Extremo inicial de una atarjea.

Caída Libre. Es la caída permisible en los pozos de visita, usualmente de hasta de 0, 5 m sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial (No se considera en este caso las uniones a claves de las tuberías).

Caja de Salida. Caja que permite y facilita la conexión de un aparato o un enchufe a un sistema eléctrico.

Cajas de Empalmes. Caja que se emplea para alojar y proteger las conexiones de los hilos y cables eléctricos, provista de un tapa articulada que permite un fácil acceso.

Calafatear. Cerrar las juntas de embarcaciones con brea y estopa; rellenar o cerrar cualquier junta o agujero con diferentes materiales. Camacho Cardona, Mario. Diccionario de Arquitectura y Urbanismo. Editorial Trillas. 2001.

Calefacción Radiante. Sistema de calefacción consistente en una serie de paneles colocados en las paredes, suelo y techo de una habitación, que contienen una serie de conductores eléctricos en su interior, encargados de distribuir el calor. También llamada calefacción a panel.

Calefactor Central. Sistema mecánico por una fuente principal suministra calor a todo el edificio mediante una red de conductos.

Calentador solar de agua. Es un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad. Un calentador solar de agua consta principalmente de tres partes: El colector solar plano, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua; el termotanque, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde el agua circula. En las ciudades donde se alcanzan temperaturas muy bajas durante las noches, los calentadores deben estar provistos de un dispositivo que evite el congelamiento del agua al interior del colector solar plano. CONAE

Calidad. Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa o persona que permiten apreciarla con respecto a las restantes de su especie.

Calidad de la Vida. Son aquellos aspectos que se refieren a las condiciones generales de vida individual y colectiva: vivienda, salud, educación, cultura, esparcimiento, alimentación, etc. El concepto se refiere, principalmente, a los aspectos del bienestar social que pueden ser instrumentados mediante el desarrollo de la infraestructura y del equipamiento de los centros de población, es decir, de los soportes materiales del bienestar. SEDESOL

Calle. 1.- Camino público en un poblado, para circular el área urbana o de edificaciones. SEDESOL. **2.-** Faja de tierra de uso público limitada por diversos predios edificados o no y cuyas funciones principales son: permitir el tránsito de personas, vehículos y/o animales, comunicar, entre si los predios que la delimitan, alojar los servicios públicos de infraestructura posibilitar la circulación hacia otras calles y en consecuencia hacia otros predios más o menos distantes. CONAVI

Calzada. Parte de la calle, situada entre dos aceras, o de la carretera destinada a la circulación de vehículos.

Canalización Mural. Procedimiento constructivo que tiene por objetivo canalizar algún fluido o cable de un muro.

Cárcamo. Estructura para alojar agua. También cárcavo.

Cárcavas. Hoya o zanja formada en el terreno, generalmente árido, por la erosión producida por las corrientes de agua.

Carga Muerta. Los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo. SEDESOL.

Carga Viva. Las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. SEDESOL.

Carta Urbana. Es un folleto para divulgación masiva que contiene el plano con la estrategia urbana y los usos destinos y reservas y una síntesis del Plan o Programa de Desarrollo Urbano según ámbito territorial al que se refiera Nacional, Regional, Estatal, de Centro de Población, etc. SEDESOL

Cartografía. En sentido amplio, término que designa la totalidad de la serie de procesos que intervienen en la elaboración de los mapas. En sentido más limitado, dibujo de un mapa. SEDESOL
CASA. Edificación construida para ser habitada. CONAVI

Casa Habitación. Cada una de las células de vivienda (pueden ser causa unifamiliar o departamento en edificio multifamiliar). CONAVI

Catastro. Es un sistema que depende de los gobiernos estatales y permite captar y registrar, en los libros correspondientes, la información sobre deslindes y avalúos de la propiedad urbana y de la rústica o rural ya sea federal, estatal, municipal, particular o ejidal, para conocer oportunamente los cambios que en ella se operen, a efecto de llevar un control exacto de la propiedad raíz. SEDESOL, CONAVI

Centro de Población. 1.- Áreas urbanas ocupadas por los usuarios necesarios para su vida normal; las que se reservan a su expansión futura; las constituidas por los elementos naturales que cumplen una función de preservación de las condiciones ecológicas de dichos centros; y las que, por resolución de la autoridad competente, se dediquen a la fundación de los mismos. SEDESOL. **2.-** Las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros; así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos. LGAH, CONAVI

Charola de Drenaje. Esta pieza se construye de lámina galvanizada de grueso calibre, de una longitud tal que permite colectar todo el condensado de la unidad, tanto del serpentín como de sus codos de retorno y de las líneas de entrada y salida del líquido. En su interior la charola esta totalmente aislada con espumante poliuretano expandido por el método "vaciado en el lugar" y moldeado de acuerdo a las formas del serpentín. Al aislante de poliuretano se le proporciona un declive suficiente y apropiado para facilitar el drenaje rápido de la unidad mediante cople de 13 mm. Convenientemente colocado aún cuando se mantenga en una posición perfectamente horizontal. Recold, unidades mejoradoras de aire.

Ciclón. Fenómeno meteorológico que dura varios días; consiste en fuertes vientos rotativos que se mueven circularmente en forma de remolino –de ahí su nombre– y de precipitaciones abundantes, acompañadas de un descenso de temperatura y de presión. SEDESOL

Cierre Hidráulico. Es un dispositivo a continuación de toda boca de admisión que funciona como sello líquido. Este artefacto está diseñado y construido de manera de evitar el retroceso de gases, sin afectar el flujo de las aguas o líquidos que escurren a través de él. Se le conoce como sifón. Existen artefactos que traen incorporado el sifón como es el caso de los W.C.
Cimentación. Es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno.

Circulación Urbana. Tránsito, movimiento o flujo de vehículos y peatones en los conductos y espacios disponibles para tal fin en el medio urbano. CONAVI

Ciudad. Espacio geográfico transformado por el hombre mediante la realización de un conjunto de construcciones con carácter de continuidad y contigüidad. Espacio ocupado por una población relativamente grande, permanente y socialmente heterogénea, en el que se dan funciones de residencia, gobierno transformación e intercambio, con un grado de equipamiento de servicios, que asegura las condiciones de la vida humana. La ciudad es el lugar geográfico donde se manifiestan, en forma concentrada, las realidades sociales, económicas, políticas y demográficas de un territorio.

Ciudades medianas: Son localidades con una población que fluctúa entre los 50 mil y 300 mil habitantes. Estas ciudades poseen un cierto grado de industrialización y de servicios, por lo que generalmente hacen de cabeza de importantes subsistemas urbanos de nivel regional.

Ciudades pequeñas: Son aquellas que se ubican entre los 15 mil y 50 mil habitantes. En estas ciudades se llevan a cabo básicamente funciones complementarias a la actividad primaria, así como funciones comerciales y de servicio en general.

Centros y sistemas rurales: Centros de población rurales, son aquellos asentamientos con una población menor a los 15 mil habitantes y cuyas principales fuentes de trabajo se encuentran ubicadas en forma circundante a las áreas de vivienda, dado que el medio de producción más importante es la tierra. CONAVI, SEDESOL

Ciudad: Se clasifica por el tipo de función y amplitud de los servicios colectivos especializados y su consolidación, así como por la atracción que ejercen o potencialmente ejercerán en el territorio circundante.

Clarificadora. Procedimiento para separar partículas suspendidas en los fluidos

Clorinación. Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

Coeficiente de Ocupación de Suelo (Cos). 1.- El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie edificable del mismo. SEDESOL. **2.-** La relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno. LDUDF

Coeficiente de Utilización de Suelo (Cus). 1.- El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado. SEDESOL. 2.- La relación aritmética existente entre la superficie total construida en todos los niveles de la edificación y la superficie total del terreno. LDUDF

Coeficiente Sísmico. Coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno en el que se asienta.

Colector. Conducto que recibe la aportación de uno o más subcolectores. Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento. No es conveniente conectar los albañales (tuberías de 15 y 20 cm) directamente a un colector de diámetro mayor a 76 cm, debido a que un colector mayor a este diámetro generalmente va instalado profundo; en estos casos el diseño debe prever atarjeas paralelas "madrinas" a los colectores, en las que se conecten los albañales de esos diámetros, para luego conectarlas a un colector, mediante un pozo de visita.

Colindancias. Señalamiento de las propiedades que limitan a terrenos o edificios, basándose generalmente en los puntos cardinales. CONAVI

Colonia. Organización común por sectores de la ciudad, generalmente con características homogéneas. En México se utiliza prácticamente como sinónimo de fraccionamiento. SEDESOL

Comunidad. Puede decirse que es una unidad social con estructura, organización y funciones propias dentro de un contexto territorial determinado. SEDESOL

Concreto Ligero: Concreto compuesto de áridos de poca densidad y peso inferior al normal, de densidad igual a unos 2.400 kg/m^3 (150 libras/pie^3).

Concreto Reforzado. Hormigón reforzado con armaduras de hierro o acero que actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos.

Condominio. Forma de propiedad en la que diferentes departamentos, viviendas, casas o locales de un inmueble, construidos en forma vertical, horizontal o mixta, susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél o a la vía pública, pertenecen a distintos propietarios en forma singular y exclusiva, los cuales además tienen un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble. Dominio de algo perteneciente a dos o más personas en común. Una modalidad de la propiedad, mediante la cual un terreno y, en su caso, sus edificaciones pertenecen en común a distintos propietarios, manteniendo exclusiva propiedad sobre áreas privativas. CONAVI

Condominio Horizontal. La modalidad en la cual cada condómino es propietario exclusivo de un área privativa de terreno y en este caso, tal propietario lo será también de la edificación que se construya sobre el mismo, a la vez que es propietario en parte proporcional de las áreas, servicios, instalaciones y edificaciones de uso común. CONAVI.

Condominio Mixto. La combinación en un mismo predio de las modalidades de condominio vertical y horizontal. CONAVI

Condominio Vertical. La modalidad en la cual cada condómino es propietario exclusivo de un departamento, vivienda o local de un edificio, compartiendo muros, losas y techos y además es propietario en parte proporcional de sus elementos estructurales o partes comunes, así como del terreno e instalaciones de uso general. CONAVI

Conexiones. Cosas o partes de un sistema que conectan los diversos elementos entre sí. Unión de una cosa con otra.

Conjunto Habitacional. 1.- Grupo de viviendas planificado y dispuesto en forma integral, con la dotación e instalación necesarias y adecuadas de los servicios urbanos: vialidad, infraestructura, espacios verdes o abiertos, educación, comercio, servicios asistenciales y de salud. CONAVI, SEDESOL. **2.-** Desarrollos urbanos realizados por el INFONAVIT y exentos de gravámenes federales y locales, con el fin de que sean adquiridos por los trabajadores mediante créditos otorgados por el Instituto (Artículo 42 Ley INFONAVIT). CONAVI

Conjunto Urbano. Es una modalidad en la ejecución de desarrollo urbano que tiene por objeto ordenar o reordenar, como una unidad espacial integral, el trazo, las vialidades públicas, la zonificación y normas de usos y destinos del suelo, la ubicación de edificios y la imagen urbana de un sector territorial de un centro de población. Podrá comprender la mezcla de usos permitidos.

Este puede ser: habitacional, de servicios, abasto, comercio o industrial. CONAVI

Conservación. 1.- Es la acción que, de acuerdo con lo previsto en los programas de desarrollo urbano de conformidad con las leyes vigentes, se orienta a mantener el equilibrio ecológico, el buen estado de las obras materiales –edificios, monumentos, plazas públicas, parques– y en general, todo aquello que constituye el acervo histórico, cultural y social de los centros de población. SEDESOL. **2.-** La acción tendente a mantener el equilibrio ecológico y preservar el buen estado de la infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios urbanos de los centros de población, incluyendo sus valores históricos y culturales. LGAH. **3.-** Mantenimiento especializado conforme a normas internacionales, probablemente será necesariamente mencionar esas normas internacionales de los bienes e inmuebles. CONAVI

Contaminación. Presencia, en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la Nación en general o de los particulares. SEDESOL

Contaminación de un Cuerpo de Agua. Introducción o emisión en el agua, de organismos patógenos o sustancias tóxicas, que demeriten la calidad del cuerpo de agua.

Contaminante. Toda materia o substancia o sus combinaciones, compuestos o derivados químicos y biológicos tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios, y cualquier otro elemento que, al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra puedan alterar o modificar sus características naturales o las del ambiente; así como toda forma de energía como calor, radioactividad, ruidos que, al operar sobre o en el aire, agua o tierra alteren su estado normal. SEDESOL

Conurbación. Conjunción geográfico espacial de dos o más áreas, ciudades o pueblos, que han llegado a formar una sola mancha o extensión urbana; puede darse por el crecimiento de uno solo de los núcleos hasta alcanzar físicamente a uno u otros, o por crecimiento de dos o más núcleos hasta juntarse y confundirse físicamente. Puede darse independientemente de límites político-administrativos, y aún entre ciudades de países colindantes. CONAVI

Convector. Unidad o aparato calefactor en el que el aire calentado mediante un radiador, circula por convección.

Corredor Urbano. Espacios con gran intensidad y diversidad de uso de suelo que se desarrollan en ambos lados de vialidades y que complementan y enlazan a los diversos centros urbanos con los sub centros y el centro de la ciudad. CONAVI

COS. Ver Coeficiente de Ocupación del Suelo. SEDESOL

Creciente. Se refiere al brusco aumento de caudal y elevación de nivel que experimentan los ríos, debido a concentraciones de escurrimientos extraordinarios en la corriente, por causa de las lluvias o de la fusión de las nieves o hielos (3). Se le denomina también crecida, avenida máxima o riada. SEDESOL

Crecimiento. La acción tendente a ordenar y regular la expansión física de los centros de población. LGAH

Crecimiento de los Centros de Población. Expansión espacial y demográfica, ya sea por extensión física territorial del tejido urbano, por el incremento en las densidades de construcción y población, o como generalmente sucede por ambos aspectos. Esta expansión puede darse de manera anárquica o equilibrada. SEDESOL

Crecimiento de la Población. Está constituido por las variaciones que experimenta el número global de habitantes de un territorio determinado. Ver Tasa de crecimiento de la población. SEDESOL, CONAVI

Crecimiento Urbano. Expansión geográfica-espacial y/o demográfica de la ciudad, ya sea por extensión física territorial del tejido urbano, por incremento en las densidades de construcción y población, o como generalmente sucede, por ambos aspectos. Esta expansión puede darse en forma espontánea o en forma planificada. No implica cambios cualitativos; únicamente, cuantitativos. Ver Desarrollo Urbano. SEDESOL, CONAVI

Criterios de Desarrollo Urbano. Los lineamientos obligatorios contenidos en la Ley General de los Asentamientos Humanos para orientar las acciones que propicien el ordenamiento territorial de la población y sus actividades e inducir un crecimiento ordenado de las ciudades, que tendrán el carácter de instrumentos de la política urbana. SEDESOL

Cuenca. Extensión de tierra donde la lluvia que cae sobre la misma escurre y se drena hacia un mismo punto de salida.

Cuneta. Canalización hecha en forma longitudinal a las calles y caminos en la parte extrema de su sección con el fin de captar y conducir las aguas que escurren superficialmente en calles y caminos hacia conductos o estructuras destinados a su desalojo.

CUS. Ver Coeficiente de Utilización del Suelo. SEDESOL

Cruce Elevado. Estructura utilizada para cruzar una depresión profunda como es el caso de algunas cañadas o barrancas de poca anchura.

D

Darcy – Weisbach. Es una ecuación ampliamente usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería.

Decreto. Es la resolución del Congreso Local o Federal que tiene por objeto crear situaciones jurídicas particulares que no existen en la legislación general y formal. También se denomina decreto a la resolución que el Ejecutivo Federal expide en ejercicio de la facultad que le confiere el artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. SEDESOL

Delimitar. Fijar con precisión los límites de un predio o cosa. CONAVI

Demografía. Es el estudio estadístico de las poblaciones humanas, especialmente con referencia al tamaño y la densidad, la distribución y las estadísticas vitales. CONAVI

Densidad. Número de viviendas por hectárea. CONAVI

Densidad Bruta de Población. Ver Densidad de población, funcionamiento. El desarrollo urbano persigue el equilibrio entre los aspectos físicos, económicos y sociales, siendo diferente del crecimiento parcial de algunos de éstos que en ocasiones es interpretado como desarrollo. El desarrollo urbano debe ser concebido en forma integral con el desarrollo regional o territorial, ya que difícilmente se da en forma independiente. Ver Crecimiento urbano. SEDESOL

Desarenador. Depósito construido en canales y otras estructuras hidráulicas que retiene el agua durante un breve período de tiempo al reducir su velocidad, con objeto de que se depositen la mayor parte de los sólidos suspendidos que contiene el agua.

Desarrollos Progresivos. Proceso mediante el cual se lleva a cabo una urbanización residencial desde su etapa de fundación partiendo de obras de infraestructura, equipamiento básico y su vinculación con el entorno, y se van complementando gradualmente hasta alcanzar los niveles proyectados a medida que se va consolidando el territorio en términos de poblamiento y urbanización.

Desarrollo Sostenible. proceso de transformaciones naturales, económico- sociales, culturales e institucionales, que tienen por objeto asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano, la producción de bienes y prestación de servicios, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.

Desarrollo Sustentable. El proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. SEDESOL.

Desarrollo Urbano. 1.- Proceso programado de adecuación y ordenamiento del medio urbano en sus aspectos físicos, económicos y sociales y en función de factores dinámicos como el crecimiento y el cambio. El desarrollo implica un proceso integral que persigue el equilibrio de los aspectos físicos, económicos y sociales, siendo diferente al aspecto parcial de crecimiento físico que en ocasiones es interpretado como desarrollo. El desarrollo urbano debe ser concebido en integración o como parte integral del desarrollo regional o territorial, ya que difícilmente se dan en forma independiente. CONAVI. **2.-** El proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. LGAH

Desastre. Destrucción súbita de vidas humanas y bienes materiales por la acción de un agente destructivo. Es el resultado de la conjunción simultánea de un agente activo destructivo que puede ser de origen natural o social y un sujeto vulnerable pasivo. En estos términos, la acción de un fenómeno destructivo en una zona deshabitada no utilizada por el hombre, no constituye un desastre. Según el área en la que opera el factor destructivo, los desastres pueden clasificares en hidro meteorológicos, telúricos, químicos y sanitarios. SEDESOL

Descarga Domiciliaria o Albañal Exterior. Instalación que conecta el último registro de del albañal interior de una edificación a la atarjea o colector.

Desempleo. El concepto de desempleo se refiere a la parte de la población económicamente activa (PEA) que no ejerce una ocupación remunerada y que se encuentra en busca de la misma. Esta situación conlleva una grave situación social cuando se transforma en un hecho permanente, abarca amplios sectores de la población y el modelo social no puede revertirla. Ver Población Económicamente Activa, Subempleo. SEDESOL

Deslindar. Señalar y distinguir los límites precisos de un terreno. CONAVI

Deslinde. Atributo del dominio por el cual un propietario, poseedor o usufructuario tiene derecho a medir, delimitar y cercar su fundo. CONAVI

Desorden Urbano. Asentamientos humanos al margen de la planeación urbana, carente de los más indispensables servicios urbanos, como agua, drenaje, luz, etc., o bien en zonas de alto riesgo (barrancas, vías del tren, cañadas, paso de ríos, etc.). CONAVI

Desplante. Es el área construida ocupada a nivel del terreno natural exclusivamente por las viviendas. CONAVI.

Destinos. 1.- Son los fines Públicos a que se prevea dedicar determinadas áreas o predios de un centro de población. Es la determinación de las áreas o predios declarados para satisfacer las necesidades colectivas de un asentamiento humano. SEDESOL, LGAH, LDUDF, CONAVI. **2.-** Los fines públicos a los que se prevea dedicar determinados predios propiedad la Administración Pública.

Despoblamiento. Se refiere a la pérdida de población como principal producto de la emigración

Deterioro Urbano. Decadencia físico-ambiental con repercusiones económicas sociales y políticas que se presenta en las construcciones, instalaciones y espacios urbanos, bien sea por uso excesivo o inconveniente de éstos, falta de acciones de mantenimiento y conservación, a por obsolescencia ya sea de la ciudad en su conjunto o de ciertas áreas de la ciudad, de acuerdo a la dinámica de cambios de los núcleos urbanos. SEDESOL, CONAVI

Diagnóstico. Juicio analítico que define la naturaleza y alcances de un problema, con base en datos sintomáticos y sujetos a comprobaciones subsecuentes. En el caso específico de la planeación, denota una de las etapas iniciales de trabajo en las que se determina cualitativa y cuantitativamente el problema o problemas por resolver. SEDESOL.

Diagnóstico Urbano. Juicio crítico de la situación o estado real de un medio urbano con base en el conocimiento de la información más amplia y concreta posible acerca de los aspectos físicos, económicos, sociales e históricos que constituyen dicho medio urbano. CONAVI

Dictamen. Resultado de la evaluación técnico-jurídica emitida por la autoridad competente, respecto de un asunto sometido a su análisis. LDUDF

Dieléctricas. Se aplica al cuerpo o sustancia que es aislante o mal conductor de la electricidad.

Discapacidad. Imposibilidad para realizar ciertas actividades por impedimentos físicos o psíquicos.

Diseño Urbano. Proceso técnico-artístico integrado a la planeación urbana que tiene como objetivo el ordenamiento del espacio urbano en todas sus escalas, de macro a micro, en respuesta a la necesidad de adecuar éste a la realidad psicosocial, física, económica e histórica de la localidad o área de que se trate. Ver Forma urbana, Imagen urbana. SEDESOL, CONAVI

División del Suelo. Acto mediante el cual se lotifica o fracciona un predio. CONAVI

Dosificación de Servicios. Determinación, con bases y métodos técnicos, de la cantidad y calidad de los servicios urbanos de equipamiento que requiere una población, en función de sus características cuantitativas y cualitativas. SEDESOL, CONAVI

Dotación de Servicios. Asignación y suministro de los elementos de servicio demandados o requeridos por una población determinada; elementos dotados o suministrados a una población, considerados en cantidad por habitante, por familia, vivienda, por mil habitantes, etc. SEDESOL, CONAVI

Drenaje. Tubos o canales para realizar el escurrimiento o conducción de aguas. SEDESOL

Drenaje Pluvial. Es el sistema que facilita el traslado del agua de lluvia para que ésta pueda ser aprovechada. Este drenaje permite, por otra parte, que las ciudades no se inunden.

Drenaje Público. Concentración y evacuación de las aguas de una región a través del sistema fluvial.

E

Ecología. Ecología es la ciencia que estudia las interrelaciones de los organismos vivos y su ambiente. La ecología forma parte de la biología y estudia las relaciones entre los organismos y el medio en que viven; es una modernización, más funcional y cuantitativa, del antiguo concepto de historia natural. SEDESOL

Economía de Escala. Por economía de escala se entiende aquella que organiza el proceso productivo de manera que se logre, a través de la búsqueda del tamaño óptimo, la máxima utilización de los factores que intervienen en tal proceso. Como resultado, se bajan los costos de producción y se incrementan los bienes y servicios. SEDESOL

Economía Urbana. Existen diversas definiciones según la escuela a la que el autor pertenezca. Una definición la entiende como la rama de la economía que estudia las características económicas urbanas en toda la complejidad de actividades que abarca desde la dinámica económica del uso del suelo, las estructuras urbanas y la economía familiar; así como su dinámica propia y su relación regional y nacional. Comprende el estudio de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios en con los costos del funcionamiento urbano, sus interrelaciones y sus implicaciones económicas, sociales y ambientales. SEDESOL

Ecosistema. Ámbito en el cual un ser vivo subsiste y del cual logra obtener la totalidad, o la mayor parte, de los elementos para sobrevivir. SEDESOL

Ecotécnica. Tecnologías intermedias que pueden ser utilizadas para ayudar al establecimiento

de las comunidades o asentamientos ecológicos autosuficientes. El eco desarrollo es un estilo tecnológico que requiere de técnicas adecuadas para la realización de sus metas, de tal forma que tanto las ecotécnicas como las formas de organización social, educación e información son elementos fundamentales del ecodesarrollo La enotécnica debe hacer explícito su reconocimiento a que el hábitat del hombre forma parte del ecosistema.

Ecotécnica. Tecnologías intermedias que pueden ser utilizadas para ayudar al establecimiento de las comunidades o asentimientos ecológicos autosuficientes. SEDESOL, CONAVI

Eficacia. Capacidad para obrar o para conseguir un resultado determinado.

Eficiencia. Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

Eficiencia energética. Es la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Se puede mejorar mediante la implantación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos de consumo en la sociedad. WIKIPEDIA

Efluente. Descarga de aguas residuales procedentes de una planta de tratamiento o de una fosa séptica.

Ejidatario. Miembro de una organización ejidal o ejido. SEDESOL

Ejido. 1.- El ejido en sentido jurídico, es aquella extensión de terreno y sus pertenencias, que el Estado dota o restituye a un núcleo de población no superior a 10,000 habitantes ni inferior a 20, quien es propietario con la modalidad de que los derechos sobre los bienes agrarios son indivisibles, inalienables, imprescriptibles, inembargables e intransmisibles y por tanto no podan en ningún caso ni en forma alguna enajenarse, cederse, transmitirse, arrendarse, hipotecarse o gravarse en todo o en parte. Serán inexistentes los actos en contravención a lo anterior. Esta extensión de terreno deberá aplicarse a la explotación de todos los recursos que contiene, bien con carácter individual o colectivo. SEDESOL. **2.-** Porción de tierra que por el gobierno se entrega a un núcleo de población agrícola para su cultivo en la forma autorizada por el derecho agrario, con objeto de dar al campesino oportunidades de trabajo y elevar el nivel de los medios rurales. CONAVI

Elementos Ambientales (Ambiente). El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. SEDESOL

Elementos del Paisaje Urbano. Los espacios públicos abiertos, los bines del dominio público y del dominio privado del DF, los espacios abiertos, las construcciones, edificaciones y sus fachadas, la publicidad exterior, el espacio aéreo urbano, el subsuelo urbano, el mobiliario urbano, los espacios destinados a la edificación, pisos, banquetas y pavimentos, las instalaciones provisionales para puestos callejeros, ferias, circos o espectáculos, así como el paisaje natural que lo rodea y las secuencias, perspectivas y corredores visuales. LDUDF

Elementos Naturales. Partes que configuran un todo natural, tanto del mundo real como de la realidad ecológica. SEDESOL

Emigración. Ver Migración. SEDESOL

Emisor. Conducto que recibe las aguas pluviales o mezcladas con las residuales de la red de colectores y las lleva al punto de descarga o vertido. Es el conducto que recibe las aguas de un colector o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto y su función también puede ser la de conducir las aguas negras a la caja de entrada de la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva los efluentes o aguas tratadas de la caja de salida de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

Entidad Federativa. Una de las partes integrantes de la Federación. Las entidades federativas son: Estados libres y soberanos en todo lo concerniente a su régimen interior; pero unidos en una federación establecida según los principios de esta ley fundamental. SEDESOL

Energías renovables. Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Entorno Urbano. 1.- Conjunto de elementos naturales y construidos que conforman el territorio urbano, y que constituyen el marco de referencia y convivencia de los habitantes y visitantes determinado por las características físicas, costumbres y usos, que se relacionan entre sí. LDUDF. **2.-** Está constituido por el conjunto de lugares, edificios o inmuebles, instalaciones, construcciones y espacios abiertos, predominantemente públicos destinados a que la población realice actividades sustantivas para su reproducción social y/o en donde se prestan a la población servicios públicos especializados. En el caso específico de la dotación requerida para un conjunto habitacional, se agrega la función de relacionar las zonas de habitación.

Eólica. Utilizamos el calificativo eólica para definir al tipo de energía generada por el viento o de las masas de aire que circulan por el planeta. La palabra eólica es una derivación del nombre del dios Eolo, dios griego de los vientos que poseía dominio sobre las masas de aire

y que normalmente se relacionaba con los navegantes intrépidos que se atrevían a cruzar los mares. La energía eólica es hoy en día una de las más naturales y recomendables ya que se sustenta en recursos renovables y no genera ningún tipo de contaminación, a diferencia de otras energías, como la generada por el petróleo. WWW.DEFINICIÓNABC.COM

Epicentro. Ver Sismo. SEDESOL

Equilibrio Ecológico. Es el equilibrio que debe existir entre los ecosistemas del mundo que son:

Ecosistemas naturales maduros, que aparecen, más o menos, en sus estados naturales. Generalmente no son empleados por el hombre, como las áreas silvestres, montañas, desiertos, etcétera.

Ecosistemas naturales controlados, domina el hombre para uso recreativo, o bien, para la producción de los recursos naturales como son los parques, bosques controlados, áreas de caza y algunas zonas del mar.

Ecosistemas productivos, que emplea el hombre para la producción intensiva de alimentos o de otros recursos naturales, como son las granjas, ranchos, ganado, minas.

Ecosistemas urbanos, en los que el hombre vive y trabaja, como son las áreas industriales, ciudades y pueblos. Ver Ecosistema. SEDESOL

Equipamiento Urbano. 1.- Conjunto de edificios y espacios, predominantemente de uso público, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en los que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, sociales, culturales y recreativas. SEDESOL. **2.-** El conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas. LGAH. **3.-** El conjunto de inmuebles, instalaciones y construcciones, destinados a prestar a la población, los servicios de administración pública, de educación y cultura, de comercio, de salud y asistencia; de deporte y de recreación, de traslado y de transporte y otros, para satisfacer sus necesidades. LDUDF. **4.-** Dotación de servicios; conjunto de estructuras urbanas, instituciones e instalaciones especiales cuya función o misión más importante es prestar servicios al público en general; hasta tal punto que su número y calidad determinan el nivel cualitativo de una comunidad en el orden urbanístico. Se les clasifica como equipamiento de enseñanza de cultura y culto, comercial, sanitario social, de espacios verdes, de instalaciones deportivas, de turismo y recreo de servicios financieros y profesionales, de transportación, etc. El conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas. CONAVI

Escalas del Desarrollo de Vivienda. Los desarrollos habitacionales se caracterizan a partir de escalas que definen en rangos, que requieren tratamientos diferentes y deben establecerse con rangos numéricos de agrupaciones mínimas de habitantes y de viviendas.

Espacio Abierto. Espacios dedicados a los destinos y fines públicos de recreación, salud pública, vegetación, cultura, etc.; se diferencian según el rango de contexto a que se aluden, o sea, regional, emplazamiento urbano, sitio urbano, sector urbano, unidad vecinal, barrio, vecindario, edificación. SEDESOL

Espacio Urbano. El volumen ubicado, determinado, condicionado y desarrollado sobre el suelo urbano. Es el ámbito donde existen edificaciones o que es susceptible de ser edificado. LDUDF

Estado Límite de Servicio. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el funcionamiento adecuado de la construcción. SEDESOL.

Estado Límite de Falla. Los primeros se refieren a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. SEDESOL

Estados. Hoy en día el país está integrado políticamente por 31 estados y un Distrito Federal. Las partes integrantes de la Federación son los estados de: Aguascalientes, Baja California , Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas y el Distrito Federal. SEDESOL

Estímulos. Las medidas jurídicas, administrativas, fiscales y financieras que aplicarán las autoridades competentes para promover y facilitar la participación de los sectores público, social y privado en la elaboración, modificación, ejecución y evaluación de los programas.

Estrategia. Conjunto de principios que señala la dirección, acción y organización de los recursos, instrumentos y organismos que participan para llevar adelante los propósitos derivados de una política con base a lo que se desea obtener. Esta señala la manera de cómo se enfrentará la acción, planteará lo que se hará o dejará de hacer y, adecuará la utilización de aquellos instrumentos y políticas que sean necesarios para llevar adelante los objetivos que se establezcan. SEDESOL

Estrato. Capa paralela y superpuesta a otras que forma los terrenos sedimentarios.

Estructura Urbana. 1.- Conjunto de componentes que

actúan interrelacionados (suelo, vialidad, transporte, vivienda, equipamiento urbano, infraestructura, imagen urbana. medio ambiente) que constituyen la ciudad. SEDESOL. **2.-** Conjunto de componentes, tales como el suelo, la vialidad, el transporte, la vivienda, el equipamiento urbano, la infraestructura, el mobiliario urbano, la imagen urbana, el medio ambiente, entre otros, que actúan interrelacionados y que constituyen la Ciudad. LDUDF**. 3.-** Conjunto de elementos y órganos de índole diversa que constituyen un núcleo urbano, considerando los caracteres morfológicos y funcionales de éstos en relación a la unidad geográfico-espacial de la ciudad. CONAVI

Estructura Vial. 1.- Conjunto de espacios de distinto tipo y jerarquía cuya función es permitir el tránsito de vehículos y peatones, así como facilitar la comunicación entre las diferentes áreas o zonas de actividad. Puede tener distinto carácter en función del medio considerado: local, urbano, regional, nacional. SEDESOL, CONAVI. **2.-** Conjunto de calles intercomunicadas, de uso común y propiedad pública, destinadas al libre tránsito de vehículos y peatones, entre las diferentes áreas o zonas de actividades. Puede tener distinto carácter en función de un medio considerado: local, urbano, regional y nacional. LDUDF

Estructuras de Caída. Estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel resultado de las condiciones topográficas o por tener elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías. Las estructuras de caída que se utilizan son: caídas libres, pozos con caída adosada, pozos con caída y estructuras de caída escalonada.

Estructuras de Caída Escalonada. Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 50 en 50 cm hasta 2.50 m como máximo; están provistas de una chimenea a la entrada de la tubería con mayor elevación de plantilla y otra a la salida de la tubería con la menor elevación de plantilla. Se emplean en tuberías con diámetros de 0.91 a 3.05 m.

Estructura de Descarga. Obra de salida o final del emisor que permite el vertido de las aguas negras a un cuerpo receptor; puede ser de dos tipos, recta y esviajada.

Etapas del Desarrollo Urbano. Horizonte de planeación para realizar las acciones determinadas en la estrategia de un programa y que pueden ser a corto, mediano y largo plazo SEDESOL

Evaluación. Es un proceso de enjuiciamiento retrospectivo o predictivo de la efectividad de una acción o una solución dada, con respecto a los objetivos que se proponen alcanzar. Implica siempre la confrontación de una realidad con un patrón de referencia. SEDESOL

Excentricidad. Distancia existente entre dos ejes paralelos.

Eximir. Liberar a alguien de una carga, obligación o compromiso, especialmente algo que tiene carácter legal.

Expansión Urbana. Se relaciona al crecimiento físico del área urbana, sobre el terreno geográfico del emplazamiento, el cual puede ser fomentado por la aglutinación, que es una expansión de las periferias de las áreas urbanas, por un crecimiento aumentativo de la misma. SEDESOL

Exploración Geotécnica. Permite determinar la compacidad de los suelos arenosos y la consistencia y resistencia de los suelos cohesivos.

Expropiación. 1.- Es el procedimiento por el cual el Estado, por causa de utilidad pública y mediante indemnización, adquiere la propiedad de un particular. Este procedimiento culmina en un decisión unilateral del Estado. SEDESOL. **2.-** Operación del Poder Público Federal o Estatal por el cual éste impone a un particular la cesión de propiedad por razones de utilidad pública mediante indemnización, con el fin de realizar obras de interés general o de beneficio social. CONAVI.

F

Factor de Carga. Relación entre la carga media en un sistema durante un período específico de tiempo y la carga máxima que se produzca en ese período.

Falla. Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, que implica un desplazamiento relativo, vertical u horizontal, entre éstos. SEDESOL

Familia. Es un grupo de dos o más personas que tienen vínculos de parentesco, matrimonio o adopción. Para fines de análisis de vivienda o planeación las personas deben estar viviendo juntas para constituir una familia. SEDESOL

Familia Censal. (acepción mexicana). Para comprender la acepción mexicana de la familia censal, téngase en cuenta el siguiente concepto. Entiéndase por familia censal el conjunto de personas, generalmente vinculadas por parentesco, que hacen vida común bajo un mismo techo, es decir, el jefe de familia, los parientes que viven con él y aquellas otras personas que participan de esa vida en común por razones de trabajo u otros vínculos. Las demás personas que comparte los cuartos separados en la misma vivienda, pero toman sus comidas con la familia se consideran también como miembros de la familia censal. SEDESOL

Fideicomiso. Conforme a la definición legal, mediante el fideicomiso, una persona física o jurídica llamada fideicomitente, destina ciertos bienes o derechos a un fin lícito y determinado, encargando la realización de ese fin a una institución de crédito llamada fiduciaria. Las personas que reciben los beneficios del fideicomiso se llaman fideicomisarios. SEDESOL

Fideicomiso Mixto. Es la operación bancaria reglamentada por la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, donde se define que una persona física o jurídica denominada fideicomitente, destina bienes y derechos dentro de un fin lícito, depositando las operaciones de los mismos a una institución de crédito o fiduciaria, quien entrega los usufructos del fideicomiso a personas denominadas fideicomisarios. SEDESOL

Finca. Propiedad o bien inmueble. SEDESOL

Fines (Públicos Y Particulares). Fines públicos, son los beneficios legalmente otorgados para la satisfacción de necesidades de un grupo social; por ejemplo, en relación al suelo urbano, el fin público son los destinos. Fines particulares, son los beneficios actuales, directos y personales que el Estado en forma delimitada otorga a los individuos como parte del cuerpo social; por ejemplo, en relación al suelo urbano, el fin particular son los usos. Ver Destinos, Usos. SEDESOL

Fisonomía Urbana. Ver Forma urbana SEDESOL

Foco Sísmico. Ver Sismo. SEDESOL

Fleje. Figura en forma rectangular o circular que se coloca en vigas y columnas, comúnmente llamadas estribos pero que estos son en forma de U.

Forma Urbana. Características particulares o de conjunto que adopta la ciudad, en un determinado momento histórico, mediante el proceso de conformación de los elementos de su estructura en un espacio dado. SEDESOL

Fosa Séptica. Cámara cubierta en la que se recogen las aguas residuales de un edificio y en la que se produce la putrefacción de las materias orgánicas por acción de las bacterias, antes de ser tratada.

Fotovoltaico (panel). Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (electricidad solar). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son: a) radiación de 1000 W/m², b) temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente). Las placas fotovoltaicas se dividen en:

Cristalinas

Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos, si se observa, se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada).

Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.

Amorfas: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayores son los cristales, pero también su peso, grosor y coste. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%, sin embargo su coste y peso es muy inferior. WIKIPEDIA

Fraccionamiento. Se entiende por fraccionamiento, la división de un terreno en manzanas y lotes, que requiera del trazo de una o más vías públicas, así como la ejecución de obras de urbanización que le presten servicios urbanos. SEDESOL

Fragilidad de Territorio. Vulnerabilidad a la que se ve expuesto un terreno atendiendo a sus características ambientales. SEDESOL

Franjas de Integración. Zonas de contacto entre distintos distritos de un asentamiento que en un programa urbano se dice que serán dedicadas a disminuir el gradiente existente entre dos sectores de distinto nivel, origen o características. SEDESOL

Fuerzas Laterales. Fuerza de cizallamiento total en cualquier plano horizontal de una estructura sujeta cargas laterales, distribuida de forma proporcional a las rigideces de los diversos elementos que resisten las fuerzas laterales.

Fundación de Centros de Población. Es el acto legislativo que constituye y establece un centro de población, determinando su denominación, delimitación geográfica, las áreas urbanas, las reservadas a su expansión futura y las constituidas por elementos naturales que cumplen una función de preservación de las condiciones ecológicas de dicho centro; como también, la designación de usos y destinos.

Fundación. La acción de establecer un asentamiento humano. LGAH

Fundo Legal. Forma jurídica que tuvo su origen en una ordenanza del emperador Carlos V en la que se determinaba el espacio mínimo que debía asignarse a cada pueblo fundado; este espacio debía incluir el lugar en donde se asentara el caserío y el destinado a los servicios públicos o usos de utilidad general. Su extensión fue modificada varias veces hasta que se estableció, como medida definitiva, en la ordenanza del 12 de julio de 1695, la de 600 varas a la redonda a partir del pueblo. SEDESOL

Fusión. Unión de dos o más terrenos o parcelas, comúnmente urbanas, que contempla la ley. Ver Fraccionamiento. SEDESOL

Fusión de Áreas o Predios. La unión de dos o

más terrenos colindantes para formar uno solo. La partición de un terreno ubicado dentro de los límites de un centro de población, en dos o más fracciones, que no requieren de una o mas vías públicas, ni la presentación de una manifestación de impacto urbano y/o rural, independientemente de la calidad de la posesión o tenencia de la tierra.

G

Gárgolas/Rebosaderos. Caño o canal de desagüe de los tejados y fuentes.

Geófonos. Instrumento que transforma la energía sísmica en impulsos eléctricos medibles.

Geotécnico. Relativo a las aplicaciones prácticas de la geología en la ingeniería civil.

Golpe de Ariete. Sonido que se presenta en la tubería al cerrar un grifo rápidamente (por la presión del agua).

Grado de Urbanización. 1.- Se define por la proporción de la población total que habita en localidades clasificadas como urbanas. Ver Urbanización, Nivel de urbanización, Índice de urbanización, Ritmo de urbanización. SEDESOL. **2.-** Relación entre la población urbana y la población total de un territorio, en un momento determinado. Es el cociente de dividir población urbana entre población total, y se expresa en una cifra decimal siempre menor que la unidad. CONAVI

Granulometría. Técnica para la medida del tamaño de las partículas que forman un material granuloso.

Guarnición. Cualquier elemento visible, generalmente de madera o metal, que cubre y protege las juntas, los bordes de las superficies y aberturas.

H

Habitación. Función de habitar, sitio donde se habita; se usa generalmente como sinónimo de vivienda, pero en realidad expresa una función o actividad relacionada con la ocupación de un espacio, una estructura o un conjunto de estructuras destinadas a este fin. Es cada uno de los espacios habitables que forman parte de una vivienda. Aquí se comprenden la estancia, el comedor, las recámaras y las alcobas. CONAVI

Habitabilidad: se refiere a las condiciones en las que la familia habita una vivienda: Estas condiciones están determinadas tanto por las características físicas de la vivienda y de sitio, como por las características psicosociales de la familia, que se expresan en hábitos, conductas o maneras de ser adquiridos en el transcurso del tiempo (ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN URBANA Y SOCIAL EN LA EXPANSIÓN RECIENTE DE LAS CIUDADES EN MÉXICO)

Hábitat. Este concepto se puede encontrar originalmente en las ciencias biológicas pero en la actualidad ha sido adoptado por las ciencias sociales. En este sentido tiende a convertirse en la categoría fundamental y unificadora de las disciplinas que se ocupan de la modificación y organización del espacio y de su valoración y uso en el tiempo, con el fin de hacerlo habitable al hombre, entendiendo a éste como parte de un modelo social en un momento histórico determinado. En conclusión se entiende al hábitat como la organización tanto del espacio para las actividades del hombre como de las actividades del hombre en el espacio. SEDESOL, CONAVI

Hábitat Urbano. Medio ambiente físico y social fuertemente influenciado por la actividad cultural del hombre, en el cual vive una parte importante de la especie humana. CONAVI

Hacinamiento. Cercanía humana excesiva que se da por sobre ocupación de un espacio. Situación negativa que se produce cuando habitan en una vivienda tantas personas que invaden mutuamente su espacio mínimo necesario que permite la capacidad de ésta. Y se mide en función al número de habitantes por pieza. En el medio urbano se manifiesta por la aglomeración de edificios y actividades (se suele expresar en porcentajes de la población total o de las viviendas totales). Cantidad de personas que habitan una vivienda por encima de la capacidad de ésta. Ver Índice de hacinamiento. SEDESOL, CONAVI

Huracán. Determinación de ciclón en las bajas latitudes. El término vientos huracanados se emplea en vientos que sobrepasan una velocidad de 120 km/h. Ver Ciclón. SEDESOL

I

Imagen Objetivo. Lo que un programa pretende lograr en su ámbito espacial y temporal de validez. LDUDF

Imagen Urbana. 1.- Resultado del conjunto de percepciones producidas por las características específicas, arquitectónica, urbanística y socio-económicas de una localidad, más las originadas por los ocupantes de ese ámbito en el desarrollo de sus actividades habituales, en función de las pautas que los motivan. Tanto la forma y aspectos de la traza urbana, tipo de antigüedad de las construcciones, como las particularidades de barrios, calles, edificios o sectores históricos de una localidad, son algunos de los elementos que dan una visión general o parcializada de sus características. LDUDF, SEDESOL. **2.-** Los elementos móviles de una ciudad y en especial las personas y sus actividades, son tan importantes como las fijas. CONAVI

Impacto Ambiental (Evaluación De). Alteraciones en el medio ambiente, en todo o en alguna de sus partes, a raíz de la acción del hombre. Este impacto puede ser reversible o irreversible, benéfico o adverso. SEDESOL

Impacto Ambiental. Alteraciones en el medio ambiente, en todo o en alguna de sus partes, a raíz de la acción del hombre. Este impacto puede ser reversible o irreversible, benéfico o adverso. CONAVI

Impacto Urbano. 1.- Descripción sistemática, evaluación y medición de las alteraciones causadas por alguna obra pública o privada, que por su magnitud rebasen las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretenda realizar la obra, afecte negativamente el ambiente natural o la estructura socioeconómica, signifique un riesgo para la vida o bienes de la comunidad o para el patrimonio cultural, histórico, arqueológico o artístico local. SEDESOL. **2.-** Impacto Urbano. Es la influencia o alteración causada por alguna obra pública o privada, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebase las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretenda ubicar; afecte negativamente el espacio, imagen o paisaje urbano, y/o la estructura socioeconómica, al generar fenómenos de especulación inmobiliaria o de bienes y servicios, signifique un riesgo, para la salud, la vida o los bienes de la comunidad; o que signifique su desplazamiento o expulsión paulatina, o para el patrimonio cultural, histórico, arqueológico o artístico de la Ciudad. LDUDF

Impacto Urbano - Ambiental. Es la influencia o alteración causado por alguna obra pública o privada, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebase las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretende ubicar, afecte negativamente el espacio urbano el medio ambiente, la imagen o el paisaje urbano, o la estructura socioeconómica, o signifique un riesgo para la salud, el ambiente, la vida o los bienes de la comunidad. LDUDF

Inclinómetro. Aparato para la prospección magnética de minerales.

Índice de Edificación. Ver Densidad de construcción, Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), Coeficiente de Utilización del suelo (CUS). SEDESOL

Índice de Generación de Humo. Clasificación numérica relativa del material de revestimiento de un edificio; queda prohibido el empleo de materiales cuyo índice sea superior a 450.

Índice de Hacinamiento. Es un indicador que expresa la relación entre el número de personas que habitan una vivienda y el número de cuartos o piezas habitables de ésta; se le formula normalmente en términos del número promedio de habitantes por cuarto. A nivel de zona o sector indica la relación entre el número de habitantes de éstas y el número de cuartos habitables existentes en la misma. SEDESOL

Índice de Propagación de Llama. Designación numérica que se aplica a un material de construcción, que es una medida comparativa de la capacidad del material para resistir la propagación de una llama sobre su superficie.

Índice de Urbanización. Aun cuando teórica y operativamente es difícil establecer una base satisfactoria que permita ponderar la importancia relativa de los distintos tamaños de las ciudades para medir el nivel de urbanización de un país o región, en un estudio realizado en el Centro de Estudios Económicos y Demográficos del Colegio de México, se ha formulado un «índice de urbanización» en el cual se considera con mayor peso relativo a la concentración de la población en ciudades de mayor tamaño. SEDESOL

Infraestructura. Acervo físico y material que permite el desarrollo de la actividad económica y social, el cual está representado por las obras relacionadas con las vías de comunicación y el desarrollo urbano y rural tales como: carreteras, ferrocarriles, caminos, puentes, presas, sistemas de riego, suministro de agua potable, alcantarillado, viviendas, escuelas, hospitales, energía eléctrica, etc. CONAVI

Infraestructura Urbana. 1.- Conjunto de obras que constituyen los nexus o soportes de la movilidad y el funcionamiento de las ciudades y que hacen posible el uso del suelo: accesibilidad, saneamiento, encauzamiento, distribución de aguas y energía, comunicaciones, etcétera. SEDESOL, CONAVI. **2.-** Los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los centros de población. LGAH. **3.-** Las redes y sistemas de organización y distribución de bienes y servicios, incluyendo su equipamiento para el buen funcionamiento de la Ciudad. LDUDF

Ingeniería Urbana. 1.- Rama de la ingeniería civil, relacionada con la construcción de la infraestructura, que hace factible el aprovechamiento del suelo para usos urbanos. SEDESOL. **2.-** Conjunto de los aspectos de la ingeniería civil relacionados básicamente con la construcción de las infraestructuras que hacen posible el aprovechamiento urbano del suelo. CONAVI

Ingeniería Vial. Ingeniería de tránsito, actividad o rama de la ingeniería que se especializa en el cálculo y control de los dispositivos físicos y mecánicos orientados a mantener y mejorar el funcionamiento del sistema vial y del tránsito de vehículos. CONAVI

Inmigración. Desplazamiento de población que ingresa, temporal o permanentemente a un área.

Ver Migración. SEDESOL

Inductiva / Inducción: Método de raciocinio que consiste en alcanzar un principio que se deriva lógicamente de unos datos o hechos particulares

Instalación Sanitaria: En una construcción domestica tiene por objeto la recolección de las aguas residuales (aguas jabonosas, aguas grasas, aguas negras) que se desecharan en baños, ½ baños, cuartos de lavado, (o áreas de lavado) y cocinas; esta agua residuales serán conducidas a través de tuberías cocciones, bajadas de aguas negras registros, redes de albañal, y al final serán conectadas a las redes municipales.

Instalación Urbana. Conjunto de los aspectos de la ingeniería civil relacionados básicamente con la construcción de las infraestructuras que hacen posible el aprovechamiento urbano del suelo. CONAVI

Interurbanos. Relaciones y servicios entre las distintas áreas o zonas que integran una ciudad. CONAVI

Instrumentación. Ver Instrumento. SEDESOL

Instrumento. Es todo aquel medio de acción físico o intelectual necesario y adecuado para dar cumplimiento a un programa o alcanzar determinado objetivo. En el terreno específico del desarrollo urbano, los instrumentos son los medios de los que se sirven los agentes gubernamentales para ejercer acciones de planeación y ejecución en el campo de los asentamientos humanos.

- Los instrumentos de planeación pueden clasificarse en administrativos y técnicos refiriéndose los primeros, a acciones de coordinación, evaluación, etcétera, y los segundos al desarrollo de metodología, instructivos, manuales, etcétera.

- Los de ejecución pueden clasificarse a su vez, en instrumentos de acción directa, de regulación y control, de inducción y de fomento.

- Los de acción directa son aquellos que, como las inversiones, permiten materializar los planes y programas en actividades y realizaciones concretas.

- Los instrumentos de regulación y control, reglamentan y norman las acciones, en tanto que los de inducción propician, en forma indirecta, conductas y efectos sobre el campo de acción en el que inciden, principalmente, a través de medidas financieras y fiscales.

- Los de fomento son aquellos que, corno la información, apoyan la participación organizada de la población afectada por una problemática específica. Los instrumentos pueden clasificarse también, en jurídicos, financieros y administrativos. Los instrumentos jurídicos y administrativos, que sirven para la regulación y control de los fenómenos urbanos, están prescritos por la legislación vigente. Los instrumentos financieros, por su parte, sólo tienen un carácter inductivo. El uso de estos instrumentos presupone un control del funcionamiento de los asentamientos humanos por parte del sector público y una incidencia sobre el desarrollo urbano. SEDESOL

Interacción Urbana. Influencia recíproca entre dos o más ciudades o áreas de una ciudad, en función de las actividades y necesidades a nivel de los procesos de naturaleza social, económica y política, así como de los flujos comerciales, de población y de servicios. SEDESOL

Interceptor. Es la tubería que intercepta las aguas negras de los colectores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento. En un modelo de interceptores las tuberías principales o colectores, se instalan en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas y sin grandes desniveles, y descargan a una tubería de mayor diámetro o interceptor, generalmente paralelo a alguna corriente natural.

Interés Público. De acuerdo con el derecho administrativo es el deseo social para el logro de determinado beneficio común o la realización de ciertas acciones tendientes a la consecución de los fines que persigue un grupo nacional, mismo que pueden estar o no previsto en el orden jurídico. SEDESOL

Interurbano. Ver Interacción urbana. SEDESOL

Intraurbano. Ver Interacción urbana. SEDESOL

Inundación. Es el efecto de fenómenos meteorológicos, tales como lluvias, ciclones y deshielos, que ocasionan acumulaciones temporales de agua en terrenos que se caracterizan por deficiencias de drenaje que impiden el desalojo acelerado de dichos volúmenes. SEDESOL

Inversión Pública. Conjunto de gastos públicos que afectan a la cuenta de capital y que se materializan en la formación bruta de capital (fijo y en existencias) y en las transferencias de capital a otros sectores. Erogaciones de las dependencias del sector central, organismos descentralizados y empresas de participación estatal, destinadas a la construcción, ampliación, mantenimiento y conservación de obras públicas y en general a todos aquellos gastos destinados a aumentar, conservar y mejorar el patrimonio nacional. SHCP.

Islas de calor. La isla de calor es una situación urbana, de acumulación de calor por la inmensa mole de hormigón y demás materiales absorbentes de calor; y atmosférica que se da en situaciones de estabilidad por la acción de un anticiclón térmico. Se presenta en las grandes ciudades y consiste en la dificultad de la disipación del calor durante las horas nocturnas, cuando las áreas no urbanas, se enfrían notablemente por la falta de acumulación de calor. El centro urbano, donde los edificios y el

asfalto desprenden por la noche el calor acumulado durante el día, provoca vientos locales desde el exterior hacia el interior. WIKIPEDIA. Efecto Isla de calor urbano. (2004) SEBASTIAN WYPYCH, ANITA BOKWA, JAGIELLONIAN UNIVERSITY, CRACOVIA, POLONIA

J

JERARQUÍA (Urbana). Ordenamiento descendente que se establece en base a algún criterio preestablecido, que puede ser cualitativo o cuantitativo. SEDESOL

Jerarquía de Ciudades. Ver Jerarquía. SEDESOL

Jerarquía Vial. Diferenciación del carácter de las vías en función de la duración de los trayectos y la compatibilidad de dicha duración con las exigencias o necesidades de los usuarios. Se refiere generalmente a la vialidad urbana y se manifiesta dicha jerarquía en las características físicas y operacionales de las vías. CONAVI

Junta Proel / Cuello de Cera: Sello colocado en la instalación del inodoro para evitar malos olores. Procedimientos de construcción en obra pública, Gobierno de Coahuila.

L

Levantamiento Topográfico. Plano elaborado que debe representar gráficamente y a escala, los datos consignados en el título de propiedad en coordenadas.

Libro de Bitácora (Bitácora ó Bitácora de Obra).- Es el instrumento donde se escribe la actuación del DRO y Corresponsables, al dirigir y vigilar la obra; asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones: Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante la ejecución de la misma.

Licencia. Acto administrativo mediante el cual, cumplidos los requisitos legales correspondientes, la autoridad competente otorga la autorización para llevar a cabo obras o actividades que requieran su aprobación. LDUDF

Licencia de Construcción. Documento público expedido por la Administración Pública que faculta a ejercitar los derechos consignados en el mismo. SEDESOL

Licencia de Fraccionamiento. Autorización que se entrega al promotor mediante el cumplimiento de los requisitos que marca la ley para la realización de obras tendientes a constituir un fraccionamiento. Ver Fraccionamiento. SEDESOL

Licencia de Uso del Suelo. Autorización que se entrega a particulares para la realización de ciertas actividades o giros en un predio específico. SEDESOL.

Limitación de Uso de Suelo. Prohibición de utilización de un predio para ciertos fines o giros específicos previstos por la ley. Ver Uso del suelo. SEDESOL

Limitaciones de Construcción. Limitaciones al uso de propiedad o tamaño, ubicación de estructuras. CONAVI

Limitante Físico. Elemento natural o cultural que constituye un obstáculo para una acción, extensión o propósito. En urbanismo, elemento que imposibilita u obstaculiza la extensión de un tejido urbano: un cuerpo de agua, un accidente topográfico importante, una estructura importante no eliminable, etc. CONAVI

Límite. 1.- Confín o lindero. **2.**- Línea común que divide y separa dos o más propiedades. Término de una propiedad. Es una restricción impuesta a una orden de compra o venta de un activo. En el caso de una orden de compra es el precio máximo dispuesto a pagar por el activo. CONAVI

Límite De Centro De Población. Comprende el espacio territorial en el que las autoridades de los municipios, de la entidad federativa y de la federación ejercerán, en forma concurrente y coordinada y en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones y competencias, sus atribuciones para la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento del centro de población. SEDESOL

Limite Físico. Línea que señala el fin de una extensión o elemento, o bien, magnitud a la cual puede llegar a aproximarse otra, tanto como se quiera pero que no puede sobrepasada. CONAVI

Límite Urbano. Línea que marca el borde o fin de un área urbana, o bien, que ha sido establecida legalmente como límite de la expansión urbana de una ciudad determinada. SEDESOL, CONAVI

Localidad. Centros de población mayores a 2,500 Habitantes. De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda. Se distribuyen en seis rangos de población a los cuales corresponde determinada jerarquía urbana y nivel de servicio.

Losas Continuas. Losa que se asienta sobre tres o más apoyos como una unidad.

Lote o Predio. Parcela de tierra con acceso a la vía pública cuyas dimensiones son suficientes para cumplir con el requisito de área y frente mínimos que determinan los programas. CONAVI

Lote con Servicios. 1.- Comprende los predios urbanizados que cuentan con acceso a servicios

básicos como agua potable, drenaje y energía eléctrica. SEDESOL. **2.-** Programa que pone al alcance del usuario un lote en propiedad con infraestructura básica y servicios elementales. CONAVI

Lote Mínimo. 1.- La superficie más pequeña del suelo determinada en los programas para un predio como resultado de una lotificación. CONAVI. **2.-** El que tiene la superficie mínima que determinen los programas. LDUDF

Lote Tipo. Lote predominante en la zona o calle que señalen los planes o programas de desarrollo urbano o, en su caso, el que a juicio del valuador proceda. CONAVI

Lotificación. Acción y efecto de dividir un terreno en lotes o parcelas pequeñas. Se utiliza este término como sinónimo de fraccionamiento, pero en realidad no tiene mayor implicación que la aquí anotada. SEDESOL, CONAVI

M

Mampostería. Aparejo de un muro realizado con piedras de distintos tamaños sin labrar o poco labradas, colocadas sin orden establecido y unidas con argamasa, mortero, yeso, cal o cemento.

Manto Acuífero. Toda formación o estructura geológica de rocas, gravas y arenas situadas encima de una capa impermeable, que por su porosidad y permeabilidad natural posee la capacidad de almacenar agua que circula en su interior. Este flujo que se realiza entre los poros y oquedades que se intercomunican, y que es de velocidad variable, obedece a las características específicas de permeabilidad de cada tipo de formación. SEDESOL

Manzana Tipo. Manzana predominante en la zona o calle que señalen los planes o programas de desarrollo urbano o, en su caso, el que a juicio del valuador proceda. CONAVI._

Maremoto (Tsunami). Ola marítima de gran fuerza destructiva, que puede originarse por un sismo en el fondo marino, la actividad volcánica submarina o por derrumbes en dicho fondo marino. El Término es sinónimo de tsunami. SEDESOL

Marginalidad. La marginalidad es un fenómeno que se produce como consecuencia de la dinámica específica de un determinado sistema socioeconómico; este fenómeno se manifiesta por la segregación de importantes sectores de la población de las actividades productivas, del acceso a múltiples satisfactores de carácter social y socioeconómico así como político a nivel individual o de grupo. SEDESOL

Material Elastomérico. Material macromolecular que permite recuperar rápidamente la dimensión y forma originales después de sufrir una deformación, como el poliisobutileno o el neopreno.

Mecánica de Suelos. Rama de la ingeniería que estudia el comportamiento del suelo ante la compresión o el esfuerzo cortante, o cuando el agua circula a su través.

Medidas de Mitigación. Aquellas condiciones que deben cumplir las personas físicas o morales, que construyan, amplíen, reparen o modifiquen una obra con el fin de prevenir, mitigar o compensar las alteraciones o afectaciones al entorno urbano, a la vialidad, a la estructura socioeconómica, la infraestructura y/o la imagen urbana. LDUDF

Medio Ambiente. 1.- Es el conjunto complejo de condiciones físicas, geográficas, biológicas, sociales, culturales y políticas que rodean a un individuo u organismo y que, en definitiva, determinan su forma y la naturaleza de su supervivencia. CONAVI. **2.-** Conjunto del sistema externo físico y biológico en el que viven el hombre y otros organismos. Es la suma de todas las fuerzas o influencias externas que afectan a un organismo. En otras palabras es todo lo que nos rodea. La materia, la sustancia que rodea inmediatamente al individuo y con la cual realiza intercambios de variada naturaleza de gran importancia. SEDESOL

Medio Físico Urbano. Conjunto de elementos físico-naturales (territorio y clima), y todo el conjunto de obras y estructuras realizadas por la sociedad que conforman el espacio geográfico de un medio urbano, considerando los aspectos cuantitativos y cualitativos de dichos elementos. SEDESOL, CONAVI

Megalópolis. Palabra griega que significa «gran ciudad». Es la gran área urbanizada resultante de la fusión gradual de varias metrópolis y ciudades conformando una gran aglomeración urbana. Se caracteriza por un enorme crecimiento urbano, suburbano y metropolitano, produciendo una cinta casi continua de ciudades. SEDESOL

Mejoramiento Urbano. Concepto que incluye la regeneración y la consolidación urbana, procesos dinámicos ambos, que se distinguen porque el primero hace referencia a las acciones encaminadas a suprimir las causas del deterioro urbano en zonas específicas o en la totalidad de la urbe, mientras que la consolidación implica acciones orientadas a superar deficiencias y carencias en los asentamientos humanos relativamente recientes o en proceso de poblamiento. SEDESOL

Mejoramiento. La acción tendente a reordenar o renovar las zonas de un centro de población de incipiente desarrollo o deterioradas física o funcionalmente. LGAH

Mejoramiento de Vivienda. Considera la reparación

o rehabilitación o ampliación de la edificación, así como la introducción o mejoramiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Acción dirigida a la vivienda existente para conservarla o adaptarla. CONAVI

Meta. Propósito o finalidad definida cuantitativamente que se pretende cumplir en un período preestablecido. SEDESOL

Metereología. Estudio científico del clima, los factores que lo producen, sus elementos, su distribución sobre la superficie terrestre y su influencia sobre los seres vivos.

Metrópoli. Es la ciudad principal de un país, estado o región. La palabra proviene del griego «mater» que significa «madre» y «polis» que significa «ciudad», esto es la ciudad madre. Por lo general se utiliza también para denominar a una gran ciudad. Es la ciudad o pueblo principal de un país, especialmente aquella en la cual se asienta el gobierno: una capital. SEDESOL

Microclima. Caracteres climáticos específicos de un espacio territorial particular de dimensiones reducidas, independientes del clima general circundante. Puede ser natural, influenciado o modificado por la acción de la sociedad, o bien creado artificialmente por el hombre.

Microrregión. Ver Región. SEDESOL

Migración o Movimiento Migratorio. Puede ser definida corno el cambio de residencia de duración considerable. También se denomina así al desplazamiento de individuos con traslado de residencia desde el lugar de origen o lugar de salida al lugar de destino o lugar de entrada. Para efectos del IX Censo General de Población, se consideran sólo los desplazamientos entre entidades federativas y las que tienen su origen en otros países. SEDESOL

Mitigación (medidas de). Implementación o aplicación de cualquier política estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto. WWW.CEPIS.ORG.PE

Mobiliario Urbano. Todos aquellos elementos urbanos complementarios, que sirven de apoyo a la infraestructura y al equipamiento, que refuerzan la imagen de la Ciudad como: fuentes, bancas, botes de basura, macetas, señalamientos, nomenclatura, etc. Por su función pueden ser: fijos, permanentes y móviles o temporales. LDUDF

Modelo Urbano. Tipificación morfológica de una ciudad real o ideal; modelos prácticos o teóricos, generalmente con el fin de reproducir dichos modelos en la realidad. Entre los modelos urbanos más conocidos están: radio concéntrico, lineal, reticular, en anillo, polinuclear, etc. CONAVI

Módulo de Rigidez. Velocidad del cambio de deformación como una función del esfuerzo en una probeta sometida a carga cortante o de torsión.

Movilidad Social. Horizontal, movimiento de individuos, dentro de un mismo nivel socioeconómico, entre diversos sectores y ramas de la producción. Vertical, movimiento de individuos de un nivel socio-económico a otro, generalmente sobre la base de variaciones substanciales del ingreso. SEDESOL

Muestreo Inalterado. Porción de suelo extraído con fines de estudio de laboratorio en donde requiera que se conserve en estado real ó natural, para realizarle pruebas especiales y determinar las propiedades mecánicas del estrato estudiado. Sistema de alcantarillado y agua potable Jalisco, México

Municipio. Es considerado como la unidad menor de la división político administrativa del país. Los municipios integran los 31 estados del país y su número es diferente en cada uno de ellos. SEDESOL Municipio/Delegación. División territorial político-administrativa de una entidad federativa. INEGI.

N

Nivel de Servicio. Gradiente que refleja el nivel de carga al cual está trabajando determinada infraestructura i.e. vialidad, alcantarillado, etc. SEDESOL

Nivel de Urbanización. Se define como nivel de urbanización de una unidad territorial en un año dado, a la magnitud alcanzada por la concentración de la población definida como máxima. El «nivel» pude medirse mediante indicadores diversos, tales como el grado de urbanización, el índice de urbanización y otros índices que impliquen diversas conceptualizaciones de concentración de población. Ver Grado de urbanización, Índice de urbanización, Ritmo de urbanización, Urbanización. SEDESOL, CONAVI

Nodo de Servicios. Núcleo de servicios, área de concentración geográfica-espacial de instituciones de servicios públicos diversos. CONAVI

Normas. Reglas que establecen criterios y lineamientos a través de parámetros cuantitativos y cualitativos, y que regulan las acciones de las personas e instituciones en el desempeño de sus funciones. SEDESOL

Normas de Equipamiento Urbano. Patrón de dosificación de servicios urbanos integrados en base a la praxis del urbanismo y con el propósito de alcanzar niveles óptimos de eficiencia, en función de las demandas o necesidades reales de la población Ver Equipamiento urbano. SEDESOL

Norma Oficial Mexicana (NOM): la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las

dependencias competentes, en las cuales se establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación. (LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN)

Normas de Ordenación. Las que regulan la intensidad, la ocupación y formas de aprovechamiento del suelo y el espacio urbano; así como las características de las edificaciones, las construcciones, la transferencia de potencialidades de desarrollo urbano, el impacto urbano y las demás que señala esta Ley; dichas normas se establecerán en los programas general, delegacionales y parciales. LDUDF

Norma Mexicana: la que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría de Economía, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado (LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN)

Norma Urbanística. Patrón, regla o lineamiento de la praxis del urbanismo, encaminada al ordenamiento y organización del uso del suelo y el espacio urbano mediante la planificación. De las más significativas son las relacionadas en el manejo o establecimiento de densidades, en función de la estructura y funciones urbanas. CONAVI futuro y las normas que habrán de aplicarse en la materia. Constituye parte importante y fundamental de un plan regulador o de un plan director. SEDESOL.

O

Objetivo. Es una formulación que contiene el fin o los propósitos que se pretenden lograr y a los que por consiguiente se encauzan los planes. SEDESOL.

Obra de urbanización. Se refiere a las obras de introducción de los servicios necesarios para el cabal funcionamiento de una zona urbana. SEDESOL.

Obturador. Cualquiera de las sustancias empleadas para inyectarlas en la junta de un edificio, que al secarse forman un material o una película flexible e impermeable que evita la penetración de aire o agua en el edificio. También llamado sellador de junta.

Ocupación del Suelo. Acción y efecto de ocupar el suelo, tomando posesión física de él, para desarrollar una determinada actividad productiva o de cualquier otra índole, relacionada con la existencia concreta de un grupo social en el tiempo y el espacio geográfico. Ver Uso del suelo. SEDESOL.

Ordenamiento Territorial. Comprende el conjunto de las disposiciones que tienen por objeto establecer la relación entre la distribución de los usos, destinos y reservas del suelo de un territorio o demarcación específicos, con los asentamiento humanos, las actividades y derechos de sus habitantes, la zonificación y las normas de ordenación, así como la reglamentación en materia de construcciones de imagen y paisaje urbano, de equipamiento urbano, de impacto urbano o urbano-ambiental y de anuncios.

P

Paisaje. Extensión de terreno que forma conjunto artístico. CONAFOVI.

Paisaje Urbano. 1.- Conjunto de elementos naturales y artificiales observables en una ciudad y que la definen como una entidad física con un panorama visual específico, en su totalidad o en aspectos parciales. CONAFOVI. **2.-** Conjunto de elementos naturales, así como aquellos producidos por la acción humana, que forman parte de la ciudad y de su entorno y que constituyen el marco de percepción visual de sus habitantes, considerados como un valor del medio ambiente, jurídicamente protegible. LDUDF.

Panel Radiante. Tablero que contiene una serie de conductores eléctricos en su interior, encargados de distribuir el calor. Ver calefacción radiante.

Paracaidismo. Invasión u ocupación ilegal de tierras urbanas o suburbanas baldías, sin uso aparente, realizada por grupos sociales organizados pertenecientes a estratos populares, generalmente con fines de asentamiento. CONAFOVI.

Parcela. Unidad catastral; extensión de un terreno. CONAFOVI.

Parque. Lugar arbolado de cierta extensión para la caza o el paseo. CONAFOVI.

Parque Nacional. Son las áreas que por su ubicación, configuración topográfica, belleza, valor científico, cultural, recreativo, significación histórica, desarrollo del turismo, tradición u otras razones de interés nacional, se destinan al uso común mediante declaratoria expedida por el ejecutivo federal. SEDESOL.

Parteaguas. Línea imaginaria que divide a cuencas hidrológicas adyacentes y en la que se distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, separándose en sistemas independientes de corrientes. SEDESOL.

Participación Ciudadana. Ver participación social. SEDESOL.

Participación de la Comunidad. Ver participación social. SEDESOL.

Participación Social. Es la actividad organizada, racional y consciente, por parte de un determinado grupo social, con el objeto de expresar iniciativas, necesidades o demandas, de defender intereses y valores comunes, de alcanzar objetivos económicos, sociales o políticos y de influir, directa o indirectamente, en la toma de decisiones para mejorar la calidad de vida de la comunidad. SEDESOL.

Participación Social y Privada. Todas las formas de intervención de los sectores social o privado en el proceso de planeación, mejoramiento y conservación. LDUDF.

Patrimonio Cultural Urbano. Conjunto de elementos y bienes inmuebles que expresan los valores y forma de vida materiales y espirituales de la ciudad y que sean declarados tales, por disposición de ley o por declaratoria específica de las autoridades en materia de cultura, a petición ciudadana o por vía de las autoridades en materia urbana. LDUDF

Pendiente Transversal. Inclinación que se les da a las vialidades hacia sus costados para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia hacia las cunetas y estructuras de captación.

Pérgola. Armazón formado por columnas, pilares o barras que sostienen un enrejado adintelado, por donde trepan plantas ornamentales.

Persona con Discapacidad. Todo ser humano que vive con temporal o permanentemente una alteración en sus facultades físicas, mentales o sensoriales que le impide realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

Persona con Discapacidad Auditiva. Es la persona que tiene pérdida total o parcial de la audición.

Persona con Discapacidad Intelectual. Es la persona con alteraciones sustanciales en el funcionamiento intelectual, que existen concurrentemente con limitaciones relacionadas a dos o mas destrezas adaptativas aplicables en: Comunicación, auto-cuidado, dirección, salud y seguridad, académico funcional, tiempo libre y trabajo.

Persona Con Discapacidad Motriz. Es la persona que tiene pérdida total o parcial en su movilidad y que puede requerir de apoyos técnicos para desarrollar las actividades de la vida diaria.

Persona con Discapacidad para el Habla. Es la persona que tiene pérdida total o parcial de su capacidad para comunicarse por medio del habla.

Persona con Discapacidad Visual. Es la persona que cuenta con una pérdida total o parcial de la vista.

Pie de Casa. Fase inicial de la vivienda a desarrollar por etapas. Cuenta espacio para efectuar las funciones Vitales básicas. CONAFOVI.

Pilotes o Pilas. Pilar de concreto armado que se entierra en el piso para que sirva de cimiento a edificios de gran altura y pesados; cualquier estaca de madera fuerte que, enterrada en el piso, sirve de apoyo a una construcción.

Plan (o Programa). Es el conjunto coordinado de metas, directrices, acciones y disposiciones que, relacionadas con las estrategias y tácticas requeridas para el desarrollo de un determinado modelo económico-social, instrumenta un proceso para alcanzar objetivos predeterminados. El plan es un proceso dinámico que requiere de la interacción entre los sectores considerados en él, así como de la coherencia y coordinación interinstitucional. SEDESOL.

Planes y Programas de Desarrollo Urbano. Documentos que definen la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, como parte del sistema nacional de planeación democrática. Jerárquicamente están ordenados de la siguiente forma. CONAFOVI.

Plan de Seguridad. El plan de seguridad se define por su objetivo que es el de reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y mitigar los efectos de los desastres. SEDESOL.

Plan (o Programa) de Uso del Suelo. Existen diversas definiciones, incluso en un mismo país la disciplina y su aplicación han evolucionado, cambiándose los criterios y en consecuencia, la formulación de distintos tipos de planes.

Por lo general designan las áreas de la ciudad mejor condicionadas para los distintos usos urbanos; fija restricciones de densidad de uso en términos de población y construcción; especifica la ubicación por áreas de distintos tipos de vivienda; establece la ubicación de unidades vecinales con sus equipamientos y define los espacios que deben reservarse para recreación, conservación y actividades agrícolas. Asimismo, determina la relación entre la ciudad y la región e indica su integración con las ciudades vecinas, definiendo también las zonas que podrán subdividirse en el futuro y las normas que habrán de aplicarse en la materia. Constituye parte importante y fundamental de un plan regulador o de un plan director. SEDESOL.

Plan (o Programa) Director. Plan maestro o plan general de desarrollo urbano que se orienta al ordenamiento, a mediano y largo plazo, de un determinado centro de población dentro de su contexto regional y de un sistema de centros de población. Uno de sus fines primordiales es definir

y regular racionalmente el uso del suelo, por lo que debe ser complementado con las disposiciones legales que lo permitan. SEDESOL, CONAFOVI.

Plan Estatal de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona los objetivos estatales de desarrollo urbano con los del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y con otros objetivos sectoriales. Con base en el análisis permanente de la situación local, plantea un conjunto. CONAFOVI.

Plan Maestro. Es el proyecto ejecutivo de un conjunto habitacional que contiene la clasificación y cuantificación de los usos del suelo aprobados por la autoridad competente. CONAFOVI.

Plan Urbano Maestro. Guía para el desarrollo físico a largo plazo de una ciudad. CONAFOVI. **Plan Municipal de Desarrollo Urbano.** Es un proceso continuo de planeación que incorpora los objetivos nacionales y estatales del desarrollo urbano, y que los concretiza en políticas, instrumentos y acciones que a nivel local, tiendan a reformar los objetivos mencionados y a lograr un desarrollo equilibrado de sus centros de población. CONAFOVI.

Plan Parcial. Plan de desarrollo urbano limitado a un área o sector que forma o va a formar parte de un determinado centro de población. CONAVI

Plan Nacional de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona, en un sistema articulado, los objetivos nacionales y sectoriales en el análisis permanente de la situación de los asentamientos humanos y que plantea un conjunto interrelacionado y complementario de objetivos, políticas, metas, instrumentos y programas de acción. CONAVI

Plan Vial. Plan de circulación; planificación de la red de vías de comunicación en forma jerarquizada para un territorio o núcleo urbano determinado, considerando las vías pedestres, para vehículos automotores, ferrocarriles, aeropuertos, estaciones terminales y de transbordo, canales, etc., incluyendo e integrando todas las rutas y medios de transporte colectivo. CONAVI

Planeación. La planeación puede ser definida como una actividad que pretende: Precisar objetivos coherentes y prioridades al desarrollo económico y social; determinar los medios apropiados para alcanzar tales objetivos; poner efectivamente en ejecución dichos medios con vistas a la realización de los objetivos apuntados.

Es el proceso sistemático de elaboración de un plan. Dicha actividad humana consiste en organizar o diseñar en un esquema global coherente y congruente, el conjunto de acciones requeridas para alcanzar un objetivo que se sitúa en el futuro. La definición del objetivo mismo forma parte de ella. SEDESOL

Planeación del Ordenamiento Territorial. El proceso permanente y continuo de formulación, programación, presupuestación, ejecución, control, fomento, evaluación y revisión del ordenamiento territorial. LDUDF

Planeación Urbana. Ver Planeación. SEDESOL

Planificación. Ver Planeación. SEDESOL

Planificación. Establecimiento de programas económicos con indicación del objetivo propuesto y de las diversas etapas que hay que seguir, así como la estructuración de organismos adecuados para esta realización. CONAVI

Planificación Física. Disciplina que define los diferentes componentes de un programa concreto de desarrollo físico para un territorio dado, distribuyendo y fijando usos del suelo, sistema de vialidad y transportes, elementos de infraestructura, equipamiento, etc. CONAVI

Planificación Regional. Establecimiento de planes sectoriales concretos y detallados de los aspectos: físico, económico y social de una región determinada, entendidos como un proceso continuo en función de la interacción sectorial de dichos aspectos CONAVI

Planificación Urbana. Proceso de establecimiento y operación práctica de planes concretos de acción encaminados al aprovechamiento social ordenado del suelo y el espacio urbanos. CONAVI

Planimetría. Parte de la topografía, que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. CONAVI

Plano Regulador Urbano. Conjunto de documentos gráficos y escritos, aprobados por el municipio y concretizados en un decreto-ley, en los que se determinan aspectos relacionados con la zonificación, comunicaciones, áreas verdes y límites de crecimiento de una ciudad para un periodo específico. Es parte integrante del plan regulador. Sin embargo, se utilizan ambos términos, de manera incorrecta, como sinónimos. SEDESOL, CONAVI

Planta de Tratamiento. Facilidades para la purificación de residuos o efluentes, mediante métodos mecánicos, físicos, químicos y biológicos o combinación de éstos.

Pluviógrafo. Aparato o dispositivo que permite registrar la variación de la cantidades de lluvia con respecto al tiempo. Esta formado por un recipiente cilíndrico, un embudo, un cilindro equipado con un flotador y una plumilla que registra la altura del agua caída en el recipiente sobre una hoja de papel que gira mediante un mecanismo de relojería.

Población. Es el conjunto de personas que viven

dentro de un territorio geográfica y políticamente limitable, en un momento dado. SEDESOL

Población Total. Es el resultado del recuento del total de hombres y mujeres de todas las edades, residentes en todo el país en cada una de las entidades federativas, en cada uno de los municipios o en cada una de las localidades, según el nivel geográfico al que corresponda la información. Incluye el total de la población que residía, en la fecha del censo, tanto en el país como en cada una de las entidades federativas. SEDESOL

Población Urbana. Las definiciones adoptadas de población urbana por los diferentes países o zonas, pueden quedar comprendidas en tres grupos principales: Clasificación de centros administrativos de pequeñas circunscripciones como urbanas, siendo considerado como rural el resto de la circunscripción; clasificación de pequeñas divisiones administrativas como urbanas, según un criterio que puede ser determinado por el tipo de administración local, el número de habitantes, el porcentaje de la población que ejerce una actividad agrícola. SEDESOL

Población Urbana-Rural. Ver Distribución de población. SEDESOL

Poblamiento. Acción y efecto de poblar o de asentarse en un territorio. Por poblamiento se entiende tanto la acción o proceso mismo de poblar como el resultado de tal proceso o sea la forma como un territorio es ocupado por un determinado grupo humano SEDESOL

Polígono de Actuación. Superficie delimitada del suelo que se determina en los Programas de Desarrollo Municipal y Programas Parciales y a solicitud de la Administración Pública o de los particulares, para llevar a cabo acciones determinadas dentro de las áreas de actuación permitiendo la realización de proyectos urbanos mediante la relocalización de usos de suelo y destinos, así como el intercambio de potencialidades del desarrollo urbano. LDUDF

Polígono de Actuación Concertada. (Pac) Superficie delimitada del suelo que se determina en los Programas de Desarrollo Municipal y Programas Parciales que se promueve ante los gobiernos de las entidades federativas, el desarrollo de los elementos técnicos y legales que permiten los instrumentos del PAC. Dichos polígonos se formalizan mediante convenios de concertación y se referirán a los proyectos estratégicos programados y a las reservas territoriales. Los poseedores o propietarios del suelo podrán asociarse o trasmitir los terrenos para el desarrollo propuesto.

Políticas de Desarrollo Urbano. En el caso de México, son aquellas que se derivan de los fines y objetivos trazados en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, para orientar las acciones conducentes al desarrollo de los centros de población. SEDESOL

Poseedor. Persona física o moral que por cualquier título detente la posesión de un bien inmueble o predio, donde se pretenda realizar alguna construcción o, en su caso, instalar un anuncio y su estructura. LDUDF

Pozo de Absorción. Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Pozo de Visita. 1.- Abertura cubierta por una tapa, situada en la calle a la que se puede acceder para inspeccionar la alcantarilla o realizar algún tipo de arreglo en el sistema de canalización o cableado eléctrico. **2**.- Estructura que se emplea como medio de acceso para la inspección y limpieza de las atarjeas y colectores. Además se utiliza para hacer cambios en la dirección del flujo, en el diámetro de las tuberías y en su pendiente, así como para la conexión de atarjeas y colectores.

Pozos Caja. Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos comunes y especiales. Generalmente a los pozos caja cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja y se utilizan en tuberías con diámetro de 1,50 m en adelante.

Pozos Caja de Unión. Son pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregular que se utilizan para unir tuberías de 0,90 m en adelante con tuberías de diámetros mayores a 1,50 m.

Pozos Caja de Deflexión. Son pozos caja que se utilizan para dar deflexiones máximas de 45 grados en tuberías de diámetros a partir de 1,50 m.

Pozos con Caída Adosada. Son pozos de visita comunes, especiales o pozos caja a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 20 y 25 cm de diámetro con un desnivel hasta de 2,0 m.

Pozo con Caída. Estructura que permite efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel del agua conducida por las tuberías de la red. Se construye en terrenos con altas pendientes a fin de no sobrepasar las velocidades máximas y, también en el caso de realizar descargas a subcolectores o colectores profundos.

Pozos Comunes. Son pozos de visita que tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. Tienen un diámetro interior de 1.2 m y se utilizan en tuberías de hasta 0.61 m de diámetro.

Pozos Especiales. Al igual que los pozos de visita comunes, tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. Presentan un diámetro interior de 1.5 m para tuberías de

0.76 a 1.07 m de diámetro, y 2.0 m de diámetro interior para tuberías con diámetro de 1.22 m.

Predicción de Desastres. Acción que define el sitio, fecha y magnitud física de un desastre. Eventualmente se incluyen como parte de una predicción los posibles efectos destructivos de aquél. SEDESOL

Predio Urbano. Parcela de tierra localizada en el medio urbano. Toma el calificativo de suburbano cuando está localizado en las afueras de la ciudad y no ha sido totalmente incorporado al tejido urbano. CONAVI

Presa Rompe Picos. Estructura hidráulica diseñada para suavizar el pico de las avenidas, almacenando por un tiempo cierto volumen de escurrimiento y permitiendo su salida gradualmente.

Presión de Urbanización. Cuando no existe una plantación del crecimiento y de los usos del suelo en el medio urbano, el incremento de la población y de las actividades urbanas originan surge de los programas de desarrollo, según los usos establecidos en los programas para alcanzar condiciones de mejoramiento para la población y mejor uso de los servicios públicos. CONAVI

Presión Demográfica. Imperativa demanda de tierra, servicios y medios de subsistencia en general, provocada por el crecimiento de la población y la escasa disponibilidad de estos elementos; puede producirse en el media urbano o en el rural, de acuerdo a la ubicación del o los elementos demandados. SEDESOL.

Presupuesto. Puede considerarse como un plan de acción expresado en términos monetarios. SEDESOL.

Prevención de Emergencias. Son todas las acciones encaminadas a prevenir las causas de un desastre antes que éste se produzca a fin de evitarlo o mitigarlo. SEDESOL.

Proceso de Urbanización. Es la existencia y desarrollo de un espacio significado, convertido en un contenedor espacial de un determinado número de población urbana con una serie de actividades que la definen como totalidad social, y este contenedor espacial se ubica en un emplazamiento geográfico, transformándolo en hábitat urbano por una serie de características tempoespaciales exigidas por la complejidad que se presentan en las actividades humanas. SEDESOL.

Proceso Urbano. Conjunto complejo y dinámico de actividades realizadas en el medio urbano, en forma continua en el tiempo, y que influyen o determinan básicamente la producción de bienes y servicios; la transformación del medio físico y el cambio socio-cultural. CONAFOVI

Producción Social de Vivienda. Aquella que se realiza bajo el control de autoproductores y autoconstructores que operan sin fines de lucro y que se orienta principalmente a atender las necesidades habitacionales de la población de bajos ingresos, incluye aquella que se realiza por procedimientos autogestivos y solidarios que dan prioridad al valor de uso de la vivienda por sobre la definición mercantil. LEY DE VIVIENDA

Programa. Declaratoria de las partes que componen ciertas cosas y cómo deben sujetarse. SEDESOL.

Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Es Un Proceso continuo de plantación que relaciona los objetivos estatales de desarrollo urbano con los del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y con otros objetivos sectoriales. Con base en el análisis permanente de la situación local, plantea un conjunto de políticas, metas, instrumentos y programas de acción que tienden a traducir, en la estrategia estatal, los planteamientos del Plan Nacional de Desarrollo Urbano. SEDESOL.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que incorpora los objetivos nacionales y estatales del desarrollo urbano, y que los concretiza en políticas, instrumentos y acciones que, a nivel local, tiendan a reforzar los objetivos mencionados y a lograr un desarrollo equilibrado de sus centros de población. SEDESOL.

Programa Nacional de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona, en un sistema articulado, los objetivos nacionales y sectoriales en el análisis permanente de la situación de los asentamientos humanos y que plantea un conjunto interrelacionado y complementario de objetivos, políticas, metas, instrumentos y programas de acción. SEDESOL.

Programa Parcial. Plan de desarrollo urbano limitado a un área o sector que forma o va a formar parte de un determinado centro de población. Son instrumentos de la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, en áreas menores contenidas en los municipios o delegaciones. Los programas parciales tienen un carácter especial derivado de ordenación cronológica anticipada a las condiciones particulares de algunas zonas o áreas de la ciudad y de algunos poblados en suelo de conservación. Los planes parciales se entienden integrados a un programa director o regulador, y por lo tanto deben ser congruentes con los objetivos, políticas, estrategias y programas propuestos en él. SEDESOL.

Programa Sectorial. Programa circunscrito a un sector o aspecto específico de la actividad social o económica: agricultura, industria, turismo, educación, salud, comunicaciones, asentamientos humanos, etcétera. SEDESOL.

Programa Sectorial de Desarrollo Urbano. Instrumentos de planeación que determina la

estrategia política y acciones generales del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial. Ver Programa Nacional de Desarrollo Urbano. SEDESOL.

Programa Vial. Programa de circulación; planeación de la red de vías de comunicación en forma jerarquizada para un territorio o núcleo urbano determinado; toma en cuenta las vías para peatones, para vehículos automotores, ferrocarriles, aeropuertos, estaciones terminales y de transbordo, canales, etcétera. Incluye e integra todas las rutas y medios de transporte colectivo. SEDESOL.

Programa Urbanístico. Conjunto de acciones específicas, ordenadas secuencialmente en el tiempo, para obtener resultados preestablecidos en relación a la elaboración de un proyecto urbanístico o a la construcción de una realidad urbanística. SEDESOL.

Programas Sectoriales. Los que determinan la estrategia, política y acciones generales de los diversos sectores del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, las reservas territoriales, agua potable, drenaje, transporte y vialidad, vivienda, medio natural y equipamiento urbano (Sistemas y subsistemas). Dichos programas se deberán ajustar a lo dispuesto por los programas derivados de la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial: el Programa General, los programas delegacionales, estatales, municipales y los programas parciales, y en su defecto los de zona conurbada.

Promotor. También llamado desarrollador, es la persona física o moral, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o de terceros, las obras de edificación de vivienda para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Pronóstico. Es la proyección de las tendencias detectadas en el diagnóstico a un horizonte temporal específico. SEDESOL.

Propiedad Comunal, Son aquellas tierras, bosques y aguas de una comunidad agraria atribuidas por el Estado con las limitaciones que la Constitución establece, a rancherías, pueblos, congregaciones, precisamente para ser explotadas en común y que son de carácter inalienable, inembargable e imprescriptible. SEDESOL.

Propiedad Ejidal. Propiedad de interés social, creada en el artículo 27 Constitucional para campesinos mexicanos por nacimiento, constituida por las tierras, bosques y aguas que el Estado les entrega gratuitamente en propiedad inalienable, intransmisible, inembargable e imprescriptible, sujeto su aprovechamiento y explotación a las modalidades, establecidas por la ley, bajo la orientación del Estado, en cuanto a la organización de su administración interna; basada en la cooperación y el aprovechamiento integral de sus recursos naturales y humanos mediante el trabajo de sus en propio beneficio. SEDESOL.

Propiedad Privada. Derecho real que tiene un particular, persona física o moral, para usar, gozar y disponer de un bien, con las limitaciones establecidas en la ley, de acuerdo con las modalidades que dicte el interés público y de modo que no perjudique a la colectividad. SEDESOL.

Propiedad Pública. Derecho real ejercido que asiste a las entidades públicas con personalidad jurídica propia, sobre bienes del dominio público, con las características de ser inalienable, inembargable e imprescriptible. SEDESOL.

Propiedad Social. Las tierras comunales; y las dotadas a los núcleos de población ejidal o incorporadas al régimen ejidal conforme las disposiciones de la Ley Agraria, mismas que se dividen en tierras para el asentamiento humano, de uso común y parceladas. SEDESOL.

Propietario. Persona física o moral que tiene la propiedad jurídica de un bien inmueble o predio, donde se pretenda realizar alguna construcción, o en su caso, instalar un anuncio y su estructura. LDUDF.

Provisiones. Son las áreas que serán utilizadas para la fundación de un centro de población. Son las áreas destinadas a la fundación de un centro de población, a través del decreto emanado de autoridad

Competente, el que debe contener la localización física de las áreas y predios que ocuparán las instalaciones, su delimitación, los elementos naturales y obras materiales necesarias, atendiendo a la aptitud de las tierras, aguas y bosques que permitan cumplir funciones urbanas de expansión futura y de preservación de las condiciones ecológicas. SEDESOL, LGAH.

Proyecto. Conjunto de planos y documentos de una obra o edificio, con datos y detalles suficientes para que se pueda ejecutar. Todo proyecto consta de una parte gráfica (plantas, emplazamientos, alzados, secciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones y presupuesto). Conjunto de datos, informes, diseños y cálculos sobre el costo y la realización de un inmueble o de un desarrollo inmobiliario. CONAFOVI.

Proyecto Ejecutivo. Conjunto de documentos que respaldan en lo técnico, financiero y legal, la ejecución y conclusión satisfactoria de un proyecto de vivienda. CONAFOVI.

Proyecto Urbanístico. Proposición o realización de una secuencia de operaciones para la transformación de recursos en bienes y servicios de carácter urbano. Se concretiza en un conjunto de documentos gráficos

y escritos que definen y reglamentan el uso y aprovechamiento social del suelo. SEDESOL.

Proyectos de Inversión. Son las acciones que implican erogaciones de gasto de capital destinadas a obra pública o en infraestructura, así como la construcción, adquisición y/o modificación de inmuebles, las adquisiciones de bienes muebles asociados a estos proyectos, y las rehabilitaciones que impliquen un aumento en la capacidad o vida útil de los activos de equipamiento, infraestructura e inmuebles.

Prueba de Veleta. Este tipo de prueba se considerará principalmente aplicable a los suelos blandos de las zonas II y III, para determinar la resistencia al cortante del suelo.

R

Ramal. Tubería destinada a recibir las aguas servidas de los artefactos sanitarios y conducirlos a la cañería principal o tubo de descarga.

Recarga de acuífero (artificial). La recarga artificial de acuíferos es una técnica hidrogeológica que consiste en introducir agua en un acuífero para aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos y mejorar su calidad. Su objetivo, como el de cualquier otra técnica de regulación y almacenamiento de agua, es contribuir, siempre que económicamente sea factible, a una gestión más racional de la potencialidad hídrica que presenta una determinada cuenca hidrográfica o sistema de explotación. WWW.TERRALINEA.COM/REVISTA15/PAGINA39.HTM

Reciclaje. Reuso de los residuos sólidos, sean tratados previamente o no. WWW.CEPIS.ORG.PE

Reciclamiento Urbano. Acción de mejoramiento, implica aquellas áreas que cuentan con infraestructura básica y servicios urbanos adecuados, localizadas en zonas de gran accesibilidad vial, generalmente ocupadas por vivienda popular unifamiliar de uno ó dos niveles de altura y con grados importantes de deterioro estructural. Cuenta con viviendas que podrían captar población adicional a través de la ampliación, un uso más densificado del suelo y ofrecer mejores condiciones de rentabilidad.

Recursos Naturales. Son aquellos muy variados medios de subsistencia de las gentes que éstas obtienen directamente de la naturaleza. SEDESOL

Redensificación. Proceso para incrementar la población de un área o zona en función de variables, tales como la dotación de infraestructura y equipamiento (servicios establecidos, intensidad de uso). Se incorpora como parte de la planeación urbana y surge de los programas de desarrollo, según los usos establecidos en los programas para alcanzar condiciones de mejoramiento para la población y mejor uso de los servicios públicos. CONAFOVI.

Red Municipal / Red De Servicio Público. Sistema de ductos, cables, vías de comunicación, organización de equipos, etc., necesarios para la prestación de servicios públicos, urbanos, regionales, nacionales, etc., como son: red ferroviaria vial, alcantarillado, telefónica, etc. CONAFOV.

Regaderas con grado ecológico. La Comisión Nacional del Agua creó el reconocimiento Grado Ecológico para distinguir a las regaderas cuyo gasto máximo sea menor a 3.8 litros por minuto, y a los inodoros que utilicen menos de 5 litros por descarga. CONAGUA

Reforma Urbana. Se trata de una etapa política en un proceso que busca mejorar el funcionamiento económico del país, alcanzar una mayor justicia social y adecuar las ciudades a sus complejas funciones mediante una redistribución del poder político y los recursos. SEDESOL.

Regeneración Urbana. Proceso que al actuar sobre las causas generales y los factores específicos que dan origen al deterioro, contribuyen al desarrollo de las funciones, así como al mejoramiento de las condiciones del medio ambiente. SEDESOL.

Región Económica. Una región económica es un área geográfica identificable con una estructura particular de sus actividades económicas en relación a un conjunto de condiciones asociadas, físicas y/o sociales, con alto grado de homogeneidad y cierto tipo de relaciones internas y externas. La región económica se define corno un complejo socioeconómico, principalmente de producción, que se desarrolla a través del tiempo y encuentra su expresión final en el carácter del desenvolvimiento y la utilización de la tierra en un área determinada. Lo principal de una región es la naturaleza de su economía (producción, servicio y consumo) en cada etapa de su desarrollo. Ver Región. SEDESOL.

Región Homogénea. La región homogénea, corresponde a un espacio continuo en el que cada una de las partes o zonas presenta características lo más próximas posibles a las demás. SEDESOL.

Región Metropolitana. La metrópoli es la ciudad capital o principal de un país o Estado. La región metropolitana comprende el área circundante que experimenta el influjo directo de la capital, tiene intereses en los mismos focos que la metrópoli y compartes las actividades económicas y sociales de ésta. Conforme crece la ciudad capital, se va extendiendo la región metropolitana. La extensión de esta región puede venir definida de forma vaga o precisa. Ver Zona o área metropolitana. SEDESOL.

Región Plan, Programa o de Planeación. La región plan,

programa o de planeación, es el análisis de la elección de los medios geográficos disponibles para llevar a la práctica un fin determinado dentro de un plazo previsto: cinco o quince años, por ejemplo. SEDESOL.

Región Polarizada o Nodal. La región polarizada o nodal, representa la noción de interdependencia, fruto de observar la irradiación comercial de las aglomeraciones urbanas. La ciudad comercia con el campo y con las ciudades satélites que gravitan en torno, de esta manera se forma una región alrededor de, una capital regional. SEDESOL.

Reglamentación Urbanística. Conjunto de normas reglamentarias de la legislación urbanística que dan significación y validez a los planes de urbanismo, y que hacen posible su realización en base a las acciones de control y fomento por parte del gobierno de las ciudades. CONAFOVI.

Regulación. La ordenación de los asentamientos humanos se llevará a cabo mediante la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y conforme hayan sido previstas dichas actividades en los planes a que se refiere el artículo 4o. de esta ley. SEDESOL.

Régimen de Propiedad. Es el conjunto de disposiciones legales que establecen la extensión, el objeto, el contenido de la propiedad, la protección de que goza y los medios para constituirla. SEDESOL

Régimen de propiedad en condominio: Es el acto jurídico formal que el propietario o propietarios de un inmueble, instrumentarán ante Notario Público declarando su voluntad de establecer esa modalidad de propiedad para su mejor aprovechamiento, y en el que, dos o más personas teniendo un derecho privado, utilizan y comparten áreas o espacios de uso y propiedad común, asumiendo condiciones que les permiten satisfacer sus necesidades de acuerdo al uso del inmueble, en forma conveniente y adecuada para todos y cada uno, sin demérito de su propiedad exclusiva. LEY DE PROPIEDAD EN CONDOMINIO DE INMUEBLES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Región. Se refiere a un espacio geográfico, delimitado en función de objetivos previamente establecidos de análisis, de planeación, geopolíticos, de integración comercial, etc. SEDESOL

Región Plan, Programa o de Planeación. La región plan, programa o de planeación, es el análisis de la elección de los medios geográficos disponibles para llevar a la práctica un fin determinado dentro de un plazo previsto: cinco o quince años, por ejemplo. SEDESOL

Reglamentación Urbanística. Conjunto de normas reglamentarias de la legislación urbanística que dan significación y validez a los planes de urbanismo, y que hacen posible su realización en base a las acciones de control y fomento por parte del gobierno de las ciudades. CONAVI

Regulación. La ordenación de los asentamientos humanos se llevará a cabo mediante la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y conforme hayan sido previstas dichas actividades en los planes a que se refiere el artículo 4o. de esta ley. SEDESOL

Regulador de Caudal. Dispositivo hidráulico cuya función es regular el gasto total o parcial de las aguas vertidas de una tubería a otra.

Regulador de Tiro de Contratiro. Es un dispositivo adicional para minimizar el flujo de aire inverso y una rotura térmica no metálica para minimizar la conducción de temperaturas externas como parte de los tubos. El regulador debe encontrarse en la parte de aire frío de la rotura térmica. La rotura debe estar lo más cerca posible al lugar donde el ducto entra en la parte caliente de la casa. General Electric, Campanas de isla y pared, manual de uso y cuidado.

Regulador de Tiro Automático. Trampilla móvil situada entre la cámara de combustión y la campana para regular el tiro.

Regularización de la Tenencia de la Tierra. Proceso administrativo por medio del cual se atribuye a alguien la posesión de una porción de territorio mediante un título legalmente expedido por la autoridad competente. Es la organización del poder ejercido sobre determinada área territorial o nivel individual o por grupos de pobladores urbanos. Existen diversos procedimientos de regularización de la tenencia, dependiendo del tipo de régimen a que se encuentren sujetas las tierras a regularizar. SEDESOL, CONAVI

Rehabilitación. La rehabilitación se orienta al mejoramiento de las condiciones físicas de las edificaciones existentes, en función de mejorar su adecuación a las funciones a que están destinadas. Puede implicar la consolidación de estructuras afectadas, la reorganización de espacios, la instalación de servicios inexistentes y el mejoramiento de la apariencia externa de las construcciones. Las acciones de rehabilitación pueden realizarse a escala de edificios aislados o de barrio. SEDESOL

Relotificación (Subdivisión). Se entiende por subdivisión o re lotificación, la participación de un terreno, que no requiere del trazo de una o más vías públicas. SEDESOL

Relotificación. 1.- Reestructuración o reacomodo de los lotes o predios de un área determinada,

generalmente en base a planes de urbanismo, pudiendo darse fusión o división, creación o eliminación; ampliación o reducción de los lotes, en función de los fines u objetivos. Es la división de un terreno que no requiera del trazo de una o más vías públicas. CONAVI. **2.-** Es la agrupación de inmuebles comprendidos en un polígono de actuación sujeto a desarrollo o a mejoramiento urbanos, para su nueva división, y en su caso una relocalización de los usos del suelo dentro del polígono, ajustada a los programas. LDUDF

Remodelación Urbana. Acción encaminada al cambio o mejoramiento de la fisonomía urbana, por lo general en áreas específicas, modificando el funcionamiento y/o la apariencia de órganos o elementos urbanos concretos: edificios, plazas, vías públicas, accesos, monumentos, alumbrado, parques y jardines, etcétera. SEDESOL

Renovación Urbana. Término usualmente identificado con regeneración urbana. Denota acciones de sustitución de antiguas construcciones por modernas. Esta es la forma más común que se da a la regeneración en ciudades de países desarrollados, en las que fuertes inversiones intentan recuperar o captar el alto potencial económico de las áreas centrales deterioradas, para lo cual es necesario demoler y edificar in situ nuevas construcciones con una mayor rentabilidad. SEDESOL

Residuo sólido. Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen utilidad práctica o valor comercial para la persona o actividad que los produce. WWW.CEPIS.ORG.PE

Residuo sólido inorgánico. Residuo sólido no putrescible (por ejemplo, vidrio, metal, plástico, etc.). WWW.CEPIS.ORG.PE

Residuo sólido orgánico. Residuo sólido putrescible (por ejemplo, cáscaras de frutas, estiércol, malezas, etc.). WWW.CEPIS.ORG.PE

Reserva Territorial. Áreas que por determinación legal y con base en un plan específico serán utilizadas para el crecimiento de un centro de población con prohibición estricta de darle otros usos diferentes a los especificados por las declaratorias de usos y destinos. SEDESOL

Reservas. Las áreas de un centro de población que serán utilizadas para su crecimiento. LGAH, LDUDF, CONAVI

Resistencia al Cortante. Propiedad de un elemento estructural que le permite resistir el desplazamiento entre las partículas del mismo al ser sometido a una fuerza externa. También llamada resistencia al cizallamiento.

Resistencia Térmica. Inverso de la conductancia térmica, es decir, diferencia de temperaturas necesaria para que se produzca un traspaso de calor por unidad de tiempo a través de un material.

Restricción. Limitación o afectación que se impone en los planes y programas de desarrollo urbano, las normas de ordenación y los planos oficiales de alineamiento y derechos de vía, al uso o aprovechamiento de un predio, para el cumplimiento de los objetivos y estrategias de los programas. LDUDF

Restricción De Construcción. Limitación impuesta por las normas legales urbanísticas a los predios urbanos o suburbanos y que supone una Prohibición para realizar construcciones en determinadas superficies, de acuerdo a las dimensiones y uso de las mismas, así como a las previsiones urbanísticas vigentes en las distintas zonas o áreas urbanas. SEDESOL

Restricción de Uso. Limitación impuesta por las normas legales urbanísticas a los predios urbanos o suburbanos y aun a determinados territorios, con Prohibición para establecer en ellos determinados usos o actividades, distintos a los contemplados por las disposiciones legales, con base a los planes territoriales o urbanos correspondientes. SEDESOL, CONAVI

Retardadores de Vapor. Son materiales que resisten el flujo de humedad también se denominan materiales de baja permeabilidad.

Riesgo. Es el grado de posibilidad de pérdida para un empresario, en un proceso productivo o de inversión. En contraposición, el beneficio del empresario es el premio que recibe por haber aceptado el riesgo de la producción. CONAVI

Rigidez. Medida de la resistencia que ofrece un material a la deformación.

Ruta. Es el camino que se sigue para ir de un lugar a otro.

Ruta Accesible. Circulación que puede ser transitada por personas con discapacidad y está conectada con todos los elementos accesibles para llegar a un destino final.

S

Sector Privado. Aquella parte del sistema económico cuyos recursos, bienes o decisiones son propios de los particulares. SEDESOL

Sector Público Federal. Es el conjunto de dependencias y organismos a través de los cuales el Ejecutivo Federal realiza las funciones administrativas que le corresponden, de acuerdo a las atribuciones que le confiere la Constitución y las leyes reglamentarias de la misma. SEDESOL

Sector Social. Está compuesto por las actividades y funciones propias de las organizaciones, asociaciones, sindicatos, ejidos, comunidades y demás sociedades colectivas cuyas actividades propiedad y resultados económicos pretenden satisfacer necesidades directas de los trabajadores y de sus familias. SEDESOL

Sinergia. Suma de esfuerzos complementarios, cooperación entre varios órganos, grupos, asociaciones, entidades, etc., para realizar una función o alcanzar un objetivo superior.

Señalización. Colocación o utilización de señales en una carretera, una vía férrea, un puerto, etc. Conjunto o sistema de señales. CONAFOVI.

Serpentín de Enfriamiento. Los serpentines de enfriamiento están diseñados para ser utilizados con un drenaje por gravedad, diseñado para vaciar el serpentín cuando el equipo se caliente por encima de los 200 ºF. El serpentín debe estar vacío durante el proceso de calentamiento. Esto es para reducir el vapor generado en el serpentín y crear depósitos dentro de él.

Servicios. Actividades económicas terciarias, que no producen bienes o artículos manufacturados o industrializados, sino satisfactores y facilidades destinados al bienestar y la comodidad social (agua potable, alcantarillado, teléfonos, alumbrado y energía, transporte, recreación, enseñanza, salud, comercio, administración, etc. Conjunto de bienes o acciones que se brindan a la comunidad para satisfacer las necesidades colectivas de los centros de población, tales como abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, alumbrado, alcantarillado, entre otros. CONAFOVI.

Servicio Público. Toda la organización del Estado que tiende a satisfacer necesidades públicas, mediante el suministro de satisfactores orientados a conseguir bienestar y comodidad social. SEDESOL.

Servicios Públicos Municipales. Son aquellos de carácter legal que el Estado atribuye al municipio a través de las constituciones de las entidades federativas y de las leyes orgánicas municipales. En forma enunciativa, más no limitativa, los ordenamientos respectivos consideran como servicios públicos municipales los siguientes: suministro y abastecimiento de agua potable, alcantarillado, alumbrado, calles y pavimentaciones, embellecimiento y conservación de los poblados y centros urbanos, limpia, mercados, panteones, parques y jardines, rastros, educación pública, seguridad pública, transporte urbano, vialidad, conservación de obras de interés social y demás que determine la ley. CONAFOVI.

Servicios Urbanos. Las actividades operativas públicas prestadas directamente por la autoridad competente o concesionadas para satisfacer necesidades colectivas en los centros de población. LGAH.

Sifón Hidráulico. Son los elementos que evitan que entre los malos olores ó gases de la red de drenaje al anterior de los edificios pero con el diámetro de tubería apropiado, permite el paso de líquidos y materias sólidas suspendidos en el agua.

Sifón Invertido. Obra accesoria utilizada para cruzar alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, conducto o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería. Es un arreglo de pozos y tuberías que trabajan a presión para conducir el agua vertida por uno de los pozos, denominado como de descenso hacia el otro pozo también llamado como de ascenso. El arreglo así formado hace posible la conducción del agua por debajo de obstáculos para continuar con la conducción como si no existiera el obstáculo, manteniendo los niveles y las velocidades existentes en la tubería antes del sifón.

Sismo. Un sismo es un fenómeno que se origina en la envoltura externa del globo terrestre, es decir, en su corteza y se manifiesta por medio de vibraciones que se producen repentinamente y que se propagan desde un punto original, el foco, en todas direcciones. SEDESOL.

Sistema. Un sistema se define como un conjunto de partes que interaccionan entre sí directa o indirectamente, de manera que un cambio en cualquiera de dichas partes afecta a las demás. La interacción puede serlógica, según el sistema sea material o conceptual. SEDESOL.

Sistema de Agua Potable y Alcantarillado. Red de servicios para la captación, distribución, regulación, inversión y recuperación de costos, que satisfacen necesidades de proporcionar agua y obras de alcantarillado a zonas urbanas que lo requieren. Para usar y aprovechar las aguas nacionales, en los gobiernos de los estados y los ayuntamientos se establecen controles, a fin de preservar las reservas acuíferas. CONAFOVI.

Sistema de Alcantarillado Pluvial. Es el conjunto de conductos y estructuras complementarias de conexión, operación y mantenimiento que permiten desalojar las aguas de lluvia desde su captación en las calles, patios y otras superficies impermeables, hasta su descarga a las corrientes naturales.

Sistema de Ciudades. Conjunto de centros urbanos de un país o región que se interrelacionan por medio de un proceso de interdependencia que les da composición a las coexistencias de cada uno de los centros, obteniéndose un todo. Su interdependencia es funcional y es la dinámica interna que manifiesta una tendencia que conlleva a su ordenación estructural. Las coexistencias de cada ciudad se interrelacionan en la disposición que tienen dentro de una red urbana. Esta ubicación es producto de la interrelación de funciones urbanas de cada ciudad, y su dimensión en población de los núcleos urbanos en números de habitantes. SEDESOL.

Sistema de Retorno: En un sistema de calefacción, la tubería a través de la que el agua producida por condensación del vapor vuelve a la caldera.

Sistema Mecánico de Edificaciones. Cualquiera de los sistemas que proporcionan los servicios esenciales de un edificio.

Sistemas de Suministro de Agua. El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas nos permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente tupida.

Sitio. Espacio geográfico considerado en todas sus características físicas, naturales y culturales, pudiendo variar cuantitativamente desde un predio urbano o suburbano hasta un espacio territorial limitado. CONAFOVI.

Sociología Urbana. Rama especializada de la sociología general que estudia las características de los fenómenos socioculturales que se dan en el medio urbano en razón de los comportamientos, organización, convivencia y relación social. SEDESOL.

Solar. Área de terreno comprendida entre las paredes exteriores de un edificio. Todo terreno comprendido en el casco urbano de una población, mientras no sea de aprovechamiento público. Fuera del casco urbano: todo terreno edificado. CONAFOVI.

Sotavento. Parte opuesta al lado que recibe el viento en un barco, un lugar, un edificio, etc; Costado puesto al barlovento.

Sub-Centro Urbano. Es aquel ámbito territorial que concentra los usos institucionales y comerciales propios de los ámbitos centrales como uso predominante, admitiendo como usos complementarios los residenciales y de servicios calificados a escala del área de influencia al que sirve.

Subcolector. Es el conducto que recibe las aguas provenientes de las tuberías denominadas como red de atarjeas.

Subsuelo. Terreno que está debajo de la capa labrantía o laborable o, en general, debajo de una capa de tierra.

Suburbano. Todo lo referente o concerniente al área periférica próxima a la ciudad: núcleo suburbano, predio suburbano, habitantes suburbano, transporte suburbano, etcétera. SEDESOL, CONAFOVI.

Sumidero. Abertura, canal o conducto por donde se sumen las aguas de lluvia o residuales. Desagüe.

Suelo. Tierra, territorio, superficie considerada en función de sus cualidades productivas, así como de sus posibilidades de uso, explotación o aprovechamiento; se le clasifica o distingue, según su ubicación, como suelo urbano, reserva territorial y suelo rural. SEDESOL, CONAFOVI.

Suelo Urbanizable. Aquel cuyas características lo hacen susceptible de aprovechamiento en la fundación o crecimiento de los centros de población, sin detrimento del equilibrio ecológico, por lo que se señalará para establecer las correspondientes provisiones y reservas. SEDESOL.

Suelo Urbanizado. Aquel donde habiéndose ejecutado las obras de urbanización, cuenta con su incorporación o reincorporación municipal. SEDESOL.

Suelo Urbano. Constituyen el suelo urbano las zonas a las que el Programa General clasifique como tales, por contar con infraestructura, equipamiento y servicios y por estar comprendidas fuera de las poligonales que determina el Programa General para el suelo de conservación. SEDESOL, CONAFOVI.

Superficie de Donación. Área otorgada a título gratuito. Cesión de una superficie según los reglamentos de construcción y de uso del suelo en la unidad habitacional que se construya en un predio. También se le conoce como área de donación. CONAFOVI.

Superficie de Edificabilidad. Superficie de edificación, superficie de piso que puede ser construida en un predio urbano, en uno o varios niveles, como resultante del índice de construcción señalado por la reglamentación respectiva. CONAFOVI.

Superficie de Estacionamiento. Conjunto de elementos urbanos que sirven para ubicar vehículos en una zona determinada por ejemplo escuelas, abastos, áreas verdes, centros recreativos, centros asistenciales al interior del lote, etc. La superficie que abarca este equipamiento estará en función de las necesidades del referido equipo. CONAFOVI.

Superficie Edificable. Superficie de un predio urbano que puede ser ocupada por construcción, como resultante del índice de ocupación marcado por la reglamentación urbanística respectiva. CONAFOVI.

Superficie en Breña. Terreno y/o Fracción de terreno, que no cuenta con las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se debe de desarrollar al construir la vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro cuadrado, conformada por la totalidad de la poligonal del predio o fracción de venta, incluyendo la de desplante o lote, áreas comunales, estacionamiento,

comercial, vialidades, así como el área de donación correspondiente, (proporcional al área que se enajenará por fracción), de acuerdo a la reglamentación local vigente, para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda. CONAFOVI.

Superficie Urbanizada. Terreno y/o fracción de terreno lotificado (unifamiliar o multifamiliar), que tiene las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se puede desplantar de inmediato vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro cuadrado, considerando solamente al área de desplante o lote, áreas comunales y las áreas de estacionamiento. CONAVI.

Subdivisión de Áreas o Predios Rústicos. La partición de dos o más fracciones, de un terreno ubicado fuera de los límites de un centro de población o de las zonas de crecimiento de los Programas de Desarrollo Urbano.

Sustentable/Sustentabilidad/Sostenido/Sostenible. Es la característica que define a aquel tipo de desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Según esta definición, el desarrollo económico y social debe descansar en la sustentabilidad y como conceptos clave en las políticas de desarrollo sostenible, se identificaron los siguientes puntos:

a. La satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad: alimentación, vestido, vivienda, salud.

b. La necesaria limitación del desarrollo impuesta por el estado actual de la organización tecnológica y social, su impacto sobre los recursos naturales y por la capacidad de la biosfera para absorber dicho impacto.

Para motivos del equipamiento urbano se establece que los análisis poblacionales (socioeconómico-culturales) del lugar donde se insertará el nuevo conjunto permitirán alcanzar la característica de "sustentable", mediante el estudio de modelos dinámicos (su evolución en el tiempo a mediano plazo y el espacio del contexto urbano inmediato al conjunto), de donde la capacidad que se podría comprometer como un recurso no renovable, es la dotación de suelo para equipamiento urbano. ONU.

T

Tamaño de la Localidad. Término usado en los Censos Nacionales. Se define por el número de habitantes residentes en la localidad en el momento del censo. SEDESOL

Tanques de Tormenta. Es una infraestructura del alcantarillado consistente en un depósito dedicado a capturar y retener el agua de lluvia, sobre todo cuando hay precipitaciones muy intensas, para disminuir la posibilidad de inundaciones en los casos en que la capacidad de escurrido del agua es menor que el volumen de lluvia.

Tapajuntas. Listón que sirve para tapar o cubrir el espacio que queda entre el marco de una puerta o una ventana y la pared.

Tasa de Crecimiento. Es la variación (aumento, reducción, o bien ausencia de cambio) de un indicador en un período dado, expresado como porcentaje del indicador al comienzo del período.

Las tasas de crecimiento contienen varios conjuntos de información. CONAVI

Tasa de Urbanización. Indicador que mide el crecimiento porcentual de la población que vive en núcleos urbanos respecto a la total; considerado en períodos determinados, generalmente anuales, deducidos de los períodos intercensales que actualmente se consideran cada diez años. SEDESOL

Tenencia de la Tierra. 1.- Es la ocupación y posesión actual y material de una determinada superficie de la tierra. Es el conjunto de disposiciones legales que establecen los actos constitutivos de-la posesión, los requisitos conforme a los cuales debe ejercerse y los derechos y obligaciones que generan. SEDESOL. **2.-** Acción de poseer físicamente una superficie de tierra determinada. Puede suceder que ambas calidades, tenencia y propiedad, coinciden en una misma persona, o bien el poseedor ostente sólo esta calidad, llegando con el tiempo a adquirir la propiedad por cualesquiera de los medios que señalen las leyes, tales como la herencia, la prescripción positiva, la donación, etc. Es la ocupación y posesión legal, actual y material de una determinada superficie de la tierra. CONAVI

Tenencia de la Vivienda. 1.- Se refiere a los arreglos legales que permiten a las personas ocupar la vivienda. Se consideran dos modalidades: vivienda propia, cuando ésta es propiedad de cualesquiera de las personas que la habitan, esté total o parcialmente pagada, y vivienda no propia, es decir, alquilada, prestada o que ha sido proporcionada como parte de un trabajo. Se puede considerar como las principales formas de tenencia las siguientes:

- La propiedad, en que el titular, sea éste una persona física o jurídica, tiene el pleno dominio y el derecho de disponer de un bien inmueble, sin más restricciones que las que impongan las modalidades o situaciones especificas que se derivan de esta forma.

- El arrendamiento, responde a una forma de tenencias en que el sujeto se relaciona con la vivienda o el suelo que ocupa, a través de un derecho personal referido al propietario y que emerge de un contrato.

- El desmembramiento del dominio, es la forma de tenencia que corresponde con aquellas situaciones en donde el sujeto posee un bien inmueble a través de un derecho real, cuyo origen radica en el propietario entrega el bien y constituye un favor de uno o varios terceros tal derecho.

- La tenencia cooperativa, en donde las sociedades cooperativas de vivienda, en tanto entidades con personalidad jurídica, puede adquirir bienes inmuebles en propiedad. SEDESOL. 2.- Situación legal o de hecho en virtud de la cual los ocupantes habitan la vivienda. Se considera únicamente la propiedad de la vivienda sin importar la del terreno.

La tenencia se clasifica en propia y no propia y al interior de éstas, respectivamente según su clase en: pagada, pagándose, otra situación y en rentada y otra situación. CONAVI

Terreno en Breña. Terreno y/o fracción de terreno, que no cuenta con las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se debe de desarrollar al construir la vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro cuadrado, conformada por la totalidad de la poligonal del predio o fracción de venta, incluyendo la de desplante o lote, áreas comunales, estacionamiento, comercial, vialidades, así como el área de donación correspondiente, (proporcional al área que se enajenará por fracción), de acuerdo a la reglamentación local vigente, para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda. CONAVI

Territorio. Base física del Estado, demarcada dentro de límites específicos; provee el medio ambiente particular y los recursos materiales y que comprende, además, el suelo en donde la Nación está asentada, el subsuelo, el espacio aéreo y las aguas territoriales hasta determinada distancia en millas, que muchos países del Tercer Mundo han fijado en 200 millas marítimas. Delimita el ámbito de ejercicio del poder del Estado. CONAVI

Titular. Persona física o moral a cuyo nombre se expide la licencia o permiso y, en su caso, presenta el aviso o manifestación de construcción. LDUDF

Toma Domiciliaria: Tubería que conecta un edificio a una tubería principal, que ha sido instalada por la compañía suministradora o una corporación local.

Topografía. Técnica de representación gráfica sobre planos, cartas o mapas, del conjunto de accidentes y particularidades que tiene un terreno en su superficie. CONAVI

Trampa Hidráulica. Son los elementos que evitan que entre los malos olores ó gases de la red de drenaje al anterior de los edificios pero con el diámetro de tubería apropiado, permite el paso de líquidos y materias sólidas suspendidos en el agua.

Transporte. Traslado de personas y/o mercancías de un lugar a otro. Se le clasifica en: urbano, suburbano, foráneo, regional, nacional, etcétera, en función de su alcance; colectivo o individual, de acuerdo a la utilización de los medios o unidades de transporte; de carga o de pasajeros, atendiendo al elemento transportado: automotor, eléctrico, pedestre, etc., de acuerdo al origen de la fuerza que lo impulsa. Se utiliza por extensión, para denominar los medios utilizados para transportar, pero la verdadera acepción es la que se refiere a la acción o servicios de transportar. SEDESOL

Tratamiento. Aplicable a las aguas grises o negras. Es la remoción por métodos físicos, químicos y biológicos de materias en suspensión, coloidales y disueltas producto del uso humano o animal.

Tratamiento Bituminoso. Comprende el estudio de los agregados pétreos y su dosificación con un producto asfáltico.

Traza Urbana. Estructura básica de una ciudad o parte de ella, en lo que se refiere a la vialidad y demarcación de manzanas o predios limitados por la vía pública. Representación gráfica de los elementos mencionados para un medio urbano existente o en proyecto. SEDESOL, LDUDF, CONAVI.

Tubería. Tubo o serie o sistema de *tubos empalmados, utilizados para el transporte de fluidos.

U

Unidad Ambiental. Porción de la región de estudio que presenta características físicas homogéneas, fundamentalmente referidas a climas, suelos, vegetación y eventualmente, a geo formas. SEDESOL

Unidad de verificación: la persona física o moral que realiza actos de verificación. Ver Verificación. LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN

Unidad Habitacional. Proyectos de vivienda construidos por organismos del sector público, la mayoría se localizan en el anillo intermedio y en la periferia del área metropolitana. La mayoría son bloques de apartamentos multifamiliares o de casas en hilera. Los estándares de la construcción y de los servicios domiciliarios y comunitarios son frecuentemente altos. Conjunto de viviendas con una nomenclatura común oficial, que comparten mismo espacio y tienen mismo origen. CONAVI

Unidad Vecinal. Conjunto habitacional relacionado con un determinado plan urbano que se toma como unidad física y social de organización; generalmente proporcionada en función de la población necesaria para ser servida por una escuela primaria; se estima una población entre 3 y 9 mil habitantes tendiendo siempre a la media, o sea 5 a 6 mil personas. SEDESOL

Urbanismo. Disciplina científica orientada a la planificación de ciudades, del crecimiento de las existentes y del tratamiento de aquellas que funcionan mal o están deterioradas; así como a fomentar y guiar en la práctica los procesos de crecimiento, cambio y arreglo del medio urbano. Es una actividad interdisciplinaria en los aspectos de planeación y control, y un proceso, en tanto su relación continúa en el tiempo con su realización; debiendo tener características de una función y acción gubernamental de participación social continua, ya que el objetivo fundamental es lograr el bienestar social, adecuando el proceso del urbanismo a las necesidades y demandas de la población. El urbanismo debe considerar, estudiar y planificar el medio urbano con relación a la interacción dinámica de éste con su región o territorio circundante. Estudio de la creación, desarrollo, reforma y progreso de las ciudades; ordenación de los lugares y de los locales diversos que deben abrigar el desarrollo de la vida material, sentimental y espiritual en todas sus manifestaciones individuales y colectivas. Abarca tanto las aglomeraciones urbanas como los agrupamientos rurales. CONAVI

Urbanista. Técnico capacitado en la teoría y práctica del urbanismo, concebido éste como una conjunción de aspectos tratados por diversas disciplinas, por lo que significa la preparación y capacidad de coordinar, dirigir y sintetizar en la decisión, la labor interdisciplinaria de un grupo de trabajo técnico especializado. CONAVI

Urbanización. Es el proceso por el cual la población de un país pasa, de ser principalmente rural, a ser urbana. Se debe a la emigración de las personas del campo a la ciudad en busca de mejores empleos y condiciones de vida. Transformar el suelo acondicionándolo para el uso urbano, mediante la ejecución de obras previamente planeadas relacionadas con la lotificación, construcción de vías públicas; introducción de infraestructura urbana y saneamiento. Es el proceso mediante el cual un predio se acondiciona para el uso urbano, mediante la ejecución de obras relacionadas con la lotificación, la introducción de infraestructura, construcción de vías públicas y equipamiento urbano. CONAVI

Urbanizar. Transformar un terreno en área poblada, definiendo vialidades y lotes, con las redes de servicios y los terrenos para equipamientos urbanos que permitan las comodidades necesarias. CONAVI

Urbano. Todo lo perteneciente, relativo o concerniente a la ciudad o espacio geográfico urbano. CONAVI
URBE. Ciudad populosa. CONAVI

Uso del Espacio. Los términos uso y utilización del espacio suelen emplearse para diferenciar la manera distinta como el espacio participa en las actividades productivas y de consumo. Las actividades usan el espacio en la medida que necesitan ocupar un área para realizar sus funciones; la mayoría de las actividades humanas usan el espacio: plantas industriales, establecimientos comerciales, servicios, viviendas, etc. Ver Destinos, Uso del suelo, Usos, Utilización del espacio. SEDESOL

Uso del Suelo. 1.- Es el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. De acuerdo a lo anterior, los principales usos que se dan a un conjunto habitacional son: habitacional, vialidad, equipamiento urbano, espacios exteriores (recreación, áreas verdes, estacionamientos) y donaciones. Los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de un centro de población. CONAVI. **2.**- Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. SEDESOL

Usos. 1.- Aprovechamiento, a título particular, de áreas o predios declarados. «Son los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas áreas o predios. Ver Destinos. SEDESOL **2.**- Los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de la ciudad o centro de población. LDUDF.

V

Válvula. Son dispositivos para interrumpir automáticamente el suministro de agua y así controlar o proteger partes de la red o artefactos sanitarios.

Válvula Check. Válvula que evita la circulación de un líquido o gas en sentido contrario al deseado. También llamada válvula antirretorno.

Válvula de Alivio de Vacío. Válvula instalada en un sistema que libera la presión sobre un cierto nivel predeterminado.
Válvula de Compuerta. Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido.

Válvula De Contraflujo. Válvula que evita la circulación de un líquido o gas en sentido contrario al deseado. También llamada válvula antirretorno.

Válvula Termostática Mezcladora. Válvula mecánica o manual que permite regular las cantidades de agua fría y/o caliente que llegan hasta ella.

Vecindario. Es el entorno inmediato de los residentes del desarrollo. El vecindario se origina en la proximidad residencial de las familias, que provoca puntos de contacto y recorridos comunes en espacios, tales como patios, pasajes o calles locales.

Conjunto de viviendas integradas en un espacio donde los vecinos establecen reiteradas comunicaciones, y en el

que las familias comparten una determinada estructura físico-espacial, lo que lo convierte en una unidad de experiencia, en un lugar de comunidad. Es el entorno inmediato de los residentes del desarrollo. El vecindario se origina en la proximidad residencial de las familias, que provoca puntos de contacto y recorridos comunes en espacios, tales como patios, pasajes o calles locales.

Verificación: la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado. LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN

Vialidad. Conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación o desplazamiento de vehículos y peatones. Se distinguen en el medio urbano tres formas de vialidad: vehicular, peatonal y la especial, destinada esta última a la circulación de vehículos especiales. En cuanto a la extensión territorial considerada, puede ser vialidad local, urbana, suburbana, regional, estatal, nacional, internacional, etc. (1). SEDESOL. CONAVI

Vialidad Peatonal. Espacios o franjas de terrenos destinados especialmente a la circulación de peatones fuera de la circulación vehicular, como adición o parte de las vialidades para vehículos (aceras y andadores) o separados totalmente de los mismos en el interior de las manzanas. CONAVI

Vialidad Primaria. 1.- Red vial que estructura los espacios en la totalidad del área urbana y forma parte de su zonificación y de la clasificación general de los usos y destinos del suelo. SEDESOL. **2**.- Avenidas rápidas, sin acceso directo a las viviendas. Generalmente son vías tangenciales o perimetrales que distribuyen o encauzan el tránsito general. CONAVI

Vialidad Secundaria. 1.- Red vial destinada fundamentalmente a comunicar la vialidad primaria con todos los predios del centro de población. SEDESOL. **2.-** Calles con tránsito vehicular lento, sirven de penetraciones para dar acceso al conjunto. CONAVI.

Vialidad Terciaria. Calles con tránsito vehicular de baja velocidad. Son aplicables en los interiores de cada zona, dando acceso directo a estacionamientos colectivos, viviendas y a los demás elementos del conjunto. CONAVI

Vialidades. Es el sistema de circulación e interrelación entre todos los puntos de una zona que formen parte de un sector o localidad. La vialidad peatonal se constituirá como un sistema integrado por plazas, plazoletas, andadores, áreas verdes, arborización y mobiliario urbano. Se distinguen en el medio urbano tres formas de vialidad: vehicular, peatonal y la especial. De uso gratuito y común, las que permiten el tránsito de vehículos y personas, incluye banquetas y camellones. Se subdivide en vialidad primaria, vialidad secundaria, las cuales deben entregarse al Municipio; vialidades que no se deben entregar al Municipio, las de acceso a vivienda o terciarias, el área peatonal. CONAVI

Vivienda. 1.- Se entiende por vivienda al ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario. Considerada como un proceso, se pueden abrir tres líneas básicas de acción en el campo habitacional:

- Vivienda progresiva: Se considera como la línea de acción orientada a incrementar el inventario habitacional existente, mediante programas caracterizados por abrir un proceso que permita complementar y consolidar la vivienda en el tiempo.

- Mejoramiento de vivienda: Esta línea de acción no incrementa el inventario de vivienda existente, sino lo conserva, lo consolida, lo rehabilita y busca optimizar su utilización como recurso de la propia política habitacional.

- Vivienda terminada: Es la línea tradicional que ha seguido la «producción de vivienda en producción financiada» bajo la gestión de agentes públicos y privados; consiste en la realización de viviendas completas y acabadas en un proceso continuo y único. SEDESOL. 2.- Estructura material destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables y un espacio para cocinar, y generalmente, sobre todo en el medio urbano, un espacio para baño y limpieza personal. Es el ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario. Es el componente básico y generador de la estructura urbana y satisfactor de las necesidades básicas del hombre, por lo cual no se considerará aisladamente, sino como elemento del espacio urbano.

- Vivienda accesible. Se entiende por vivienda accesible aquella que se proyecta y construye con base en las necesidades específicas de un usuario con discapacidad, a fin de crear las condiciones favorables de funcionalidad y satisfacer las necesidades de accesibilidad.

- Vivienda adaptable. Se entiende como vivienda adaptable aquella que se proyecta y edifica con base en un diseño que no implica grandes obras de construcción, a fin de crear las condiciones favorables de funcionalidad para satisfacer las necesidades de accesibilidad de sus ocupantes.

La vivienda adaptable se generará desde el origen del proyecto arquitectónico y requiere ubicarse en la planta baja, contar con un baño y un espacio adaptable como recámara, así como tener al mismo nivel los accesorios de entrada y al patio de servicio, criterios de diseño y construcción que permitirán evitar costos adicionales de obra.

En los casos de vivienda usada, la adaptabilidad de la vivienda podrá llevarse a cabo con la aplicación de los criterios de diseño, mismos que no implican considerables obras de modificación.

- Vivienda básica: Es la vivienda con una superficie de construcción que alcanza hasta los 30 metros cuadrados. Generalmente, es de carácter progresivo

- Vivienda colectiva: Es aquella vivienda destinada al alojamiento de personas que por motivos de asistencia, salud, educación, religión, disciplina o servicio, deben cumplir con reglamentos de convivencia y comportamiento. Se clasifican en: hotel, motel, posada, mesón, pensión, casa de huéspedes, casa de asistencia, hospital, sanatorio, clínica, casa de salud, orfanatorio, hospicio, asilo, casa cuna, casa hogar, internado escolar, residencia estudiantil, convento, monasterio, seminario, congregación religiosa, cárcel, prisión, reclusorio, reformatorio, consejo tutelar, centro de rehabilitación para infractores, correccional, penitenciaría, colonia penal, campamento de trabajo, barraca de trabajadores, plataforma petrolera, cuartel, campamento, guarnición, base, destacamento de policía, militar o naval, albergue o dormitorio público, campamento de refugiados o damnificados, burdel o prostíbulo, etcétera.

- Vivienda de interés social: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda de Interés Popular: La vivienda cuyo precio de venta al público es superior a 15 salarios mínimos anuales, vigentes en el Distrito Federal y que no excede de 25 salarios mínimos anuales. LDUDF

- Vivienda digna: es considerado como el límite inferior al que se pueden reducir las características de la vivienda sin sacrificar su eficacia como satisfactor de las necesidades básicas, no suntuarias, habitacionales de sus ocupantes. Este tipo de vivienda cumpliría simultáneamente con los siguientes requisitos:

a) estar ocupada por una familia, b) no tener mas de 2.5 habitantes por cuarto habitable; c) no estar deteriorada, d) contar con agua entubada en el interior, e) contar con drenaje; f) contar con energía eléctrica. Adicionalmente, la vivienda debe proveer entre otras, las siguientes condiciones: protección, para aislar en forma suficiente, permanente y regulable a voluntad, de los agentes exteriores potencialmente agresivos, de origen climático, residual, de catástrofes naturales, etc.; condiciones de higiene suficientes para reducir enfermedades patógenas imputables a las características de la casa habitación, tales como: ventilación, asoleamiento e iluminación, espacio útil por ocupante que evite el hacinamiento (proximidad obligada, persistente, interferencia entre los ocupantes de un recinto o vivienda), flexibilidad e idoneidad en las instalaciones para el almacenamiento de agua potable, disposición y eliminación adecuada de residuos. Asimismo, debe permitir privacidad externa e interna, comodidad y funcionalidad mediante un diseño idóneo y uso correcto de los materiales de construcción que propicie la expresión cultural de sus ocupantes; localización adecuada y seguridad en la tenencia.

- Vivienda económica: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda en arrendamiento: Vivienda terminada unifamiliar o multifamiliar, cuyo propietario otorga el usufructo a un tercero a cambio de una renta.

- Vivienda marginal: Aquella que es resultado de asentamientos irregulares y se desarrolla sin ajustarse a los ordenamientos aplicables.

- Vivienda media: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda mejorada: Reparación y remodelación de pisos, paredes y estructura en general, que puede incluir ampliación de la vivienda así como la introducción y/o mejoramiento de instalaciones hidráulica, sanitaria y eléctrica.

- Vivienda multifamiliar: Habitación que da alojamiento a dos o más familias y que se encuentra en un terreno común a las viviendas que contiene. Se caracteriza por estar basada en un régimen de propiedad en condominio. Habitaciones que son ocupadas (en propiedad o renta) por mas de 2 familias o personas en un lote.

- Vivienda nueva: La vivienda por iniciar, en proceso o terminada, que nunca ha sido habitada y tenga hasta 3 años de antigüedad. (Instructivo de Presentación, Evaluación y Aprobación de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2).

- Vivienda particular: Vivienda destinada al alojamiento de una o más personas que forman uno o más hogares. Se clasifica en: casa independiente, departamento en edificio, vivienda en vecindad, cuarto en azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, y refugio.

- Vivienda popular: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda progresiva: La que comprende un núcleo especial básico (baño, cocineta, cuarto de usos múltiples y una recámara) con posibilidad de crecimiento por etapas. (Instructivo de Presentación, Evaluación y Aprobación de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2). Considera las viviendas con desarrollo gradual, a partir de una unidad básica de

servicios y/o un espacio habitable de usos múltiples. Su terminación definitiva se realiza por etapas de acuerdo con la disponibilidad de recursos económicos y necesidades de los propios usuarios.

- Vivienda residencial: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda residencial plus: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda rural: Es aquella cuyas características deben ser congruentes con las condiciones económicas y sociales del agro mexicano, tanto las que prevalecen globalmente como las que se presenten de manera específica en cada microrregión.

- Vivienda social: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.

- Vivienda terminada: La que está integrada por estancia-comedor, cocina, dos dormitorios y un baño completo, área de guardado y patio de servicio, cuya construcción fue ejecutada conforme a licencia de construcción y a la normatividad establecida por el Instituto (Instructivo de Presentación, Evaluación y Aprobación de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2). Realización de viviendas completas y acabadas en un proceso continuo y único bajo la gestión de agentes públicos y privados.

- Vivienda unifamiliar: Habitación que da alojamiento a una familia y que está construida en un terreno propio e independiente. Habitación que es ocupada (en propiedad o renta) por una familia o persona en un lote.

- Vivienda unifamiliar/plurifamiliar: Se refiere al número de familias que cuentan con un espacio propio para habitar, pero comparten por diseño original algunas secciones estructurales. CONAVI

- Vivienda tradicional. Ver capítulo 3 Tipología de Vivienda

Z

Zapatas Aisladas. Zapata de concreto armado que sostiene un pilar exento.

Zapatas Corridas. Cimiento continuo de un muro de cimentación, en el que las cargas se reparten uniformemente. También llamada zapata lineal.

Zona. Espacio geográfico determinado o delimitado en función de características u objetivos específicos. Área cuyos límites son determinados por razones administrativas, políticas, fiscales, económicas o geográficas. CONAVI

Zona de Desastre. Territorio en el que los asentamientos humanos contenidos en él, en razón de fenómenos físicos naturales o provocados por él, alteran negativamente y súbitamente sus sistemas de convivencia y obras materiales Ver Desastres, Predicción de desastres. SEDESOL

Zona Federal. En materia de aguas: La faja de diez metros de anchura contigua al cauce de las corrientes o vasos de los depósitos de propiedad nacional, medida horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor a cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por la Comisión Nacional del Agua. Por su propiedad: predio, área o zona de propiedad nacional. SEDESOL

Zona o Área Metropolitana. En términos generales se define a la zona metropolitana como extensión territorial en la que se encuentra la unidad político-administrativa de la ciudad central así como todas las unidades político-administrativas de localidades contiguas que presentan características urbanas tales como sitios de trabajo, o lugares de residencia de trabajadores dedicados a labores no agrícolas y que mantienen una relación socioeconómica directa, constante, intensa y recíproca con la ciudad central. La zona metropolitana es el resultado de distintas expresiones de la forma de vida de la sociedad industrial que influye progresivamente sobre cada vez más territorio periférico alrededor de las ciudades, e incorpora a su área de predominio directo y continuo más zonas, ya sea para uso predominante habitacional o para que trabajen empleados, obreros, profesionistas y empresarios que diariamente viajan entre el centro y la periferia metropolitana.

De esta manera la ciudad central extiende su dominio sobre los municipios (o delegaciones) vecinos con los cuales conforma un conjunto de unidades político-administrativas integrado social y económicamente. El concepto general de un área metropolitana es el de una unidad integrada económica y socialmente con un núcleo reconocido de gran volumen de población. SEDESOL

Zona Industrial. Zona o espacio geográfico urbano que dentro de una estructura de zonificación de usos del suelo ha sido clasificada o destinada especialmente para la conservación o instalación de establecimientos industriales, con base en la reglamentación correspondiente. CONAVI

Zona Metropolitana del Valle de México. Ámbito inmediato de influencia, socioeconómica y físico-espacial de la zona urbana del Valle de México; integrada por las 16 demarcaciones territoriales del DF y los municipios correspondientes del Estado de México y del Estado de Hidalgo. LDUDF

Zona Sismica. Región donde se registran sismos con

mayor frecuencia. SEDESOL

Zona Típica. Aquella colonia, barrio, villa, pueblo o parte de ellos, que por haber conservado en alguna proporción la forma y unidad de su traza, incluyendo su tipología, edificaciones, plazas, jardines, así como tradiciones y acontecimientos culturales, los identifican como testimonios de una forma de vida urbano o rural. SEDESOL

Zona Turística. Es en la que los aprovechamientos de los recursos naturales que en razón de su atractivo, son susceptibles de desarrollarse en forma predominante dedicadas a alojamientos temporales, vacacionales o recreativos, o bien casas-habitación SEDESOL

Zonificación. 1.- Acción y efecto de zonificar o dividir en zonas, de acuerdo a fines u objetivos específicos. CONAVI **2.-** La determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población; sus aprovechamientos predominantes y las reserves, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento del mismo. LGAH. **3.-** La división del suelo urbano o de conservación en zonas, para asignar usos del suelo específicos o una mezcla de ellos, en relación a las características socioeconómicas y de funcionamiento de dichas zonas; constituyendo uno de los principales componentes del ordenamiento territorial. LDUDF

Zonificación de Usos del Suelo. Aspecto de la planificación urbanística que consiste en el ordenamiento de los elementos y actividades urbanas y regionales por sectores parciales o zonas, en función de sus características homogéneas y con el fin de lograr mayor eficacia en su utilización; evitando interferencias entre las actividades y promoviendo el bienestar de la población.

La zonificación se manifiesta en una reglamentación legal de usos del suelo y planos de zonificación en que se delimitan y especifican los diversos usos. CONAVI

Zonificación Primaria. Es en la que se determinan los aprovechamientos genéricos, o utilización general del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación.

Corresponde a los planes regionales de desarrollo urbano y a los planes de desarrollo urbano de centros de población. SEDESOL

Zonificación Secundaria. Es en la que se determinan los aprovechamientos específicos, o utilización particular del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación, acompañadas de sus respectivas normas de control de la densidad de la edificación. Corresponde a los planes parciales de urbanización. SEDESOL

Zonificación Urbana. Parte de la zonificación de usos del suelo que se refiere a un espacio geográfico urbano. SEDESOL.

CAPÍTULO 3 - TIPOLOGÍA DE VIVIENDA

SECCIÓN 301
CLASIFICACIÓN DE LA VIVIENDA

301.1 Consideraciones Generales. La construcción de vivienda depende en gran medida de las fuerzas del mercado y de las políticas de las fuentes de financiamiento. Las principales características que diferencian a las viviendas son: precio final en el mercado, forma de producción, y superficie construida o número de cuartos, entre otros.

301.2 Clasificación por precio. Toma como fundamento el precio y la forma de producción de la vivienda. Ver Tabla 301.2. La vivienda se clasifica en económica, popular y tradicional, llamadas comúnmente como viviendas de interés social, así como las viviendas media, residencial y residencial plus, construyéndose en conjuntos habitacionales y fraccionamientos.

301.3 Clasificación por forma de construcción. La construcción de vivienda puede ser por encargo a desarrolladores privados o por autoconstrucción. (Ver Tabla 301.3)

La autoconstrucción se entiende como la edificación de una construcción destinada para vivienda realizada de manera directa por el propietario, poseedor o usuario, de forma individual, familiar o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por autoconstrucción.

Tabla 301.2 Clasificación de la vivienda por precio promedio

Promedios	Económica	Popular	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie construida promedio	30 m2	42.5 m2	62.5 m2	97.5 m2	145 m2	225 m2
Costo promedio:						
Veces Salario Mínimo Mensual del D.F (VSMMDF)	Hasta 118	De 118.1 a 200	De 200.1 a 350	De 350.1 a 750	De 750.1 a 1,500	Mayor de 1,500
Número de cuartos	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras	Baño Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras	Baño ½ baño Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala familiar	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicios Sala familiar

Tabla 301.3. Clasificación por forma de construcción.

A)	Por encargo a un profesionista
B)	Realizado por el propietario
C)	Mediante asociaciones o formación de grupos

301.4 Clasificación por número de viviendas por lote. Este tipo de vivienda puede ser definida como: Unifamiliar o Plurifamiliar como se muestra en la Tabla 301.4.

Tabla 301.4. Clasificación por número de viviendas por lote

Vivienda Unifamiliar	
A)	Un nivel
B)	Dos niveles
Vivienda plurifamiliar	
C)	Duplex
D)	Un nivel
E)	Dos niveles
F)	Cinco niveles
G)	+ de 5 niveles

301.5 Condominios. El condominio es una forma de propiedad sobre un grupo de departamentos, viviendas, casas, locales o naves de un inmueble, construidos en forma vertical, horizontal o mixta, para uso habitacional, comercial o de servicios, industrial o mixto, y susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél o a la vía pública y que pertenecieran a distintos propietarios, los que tienen un derecho singular y exclusivo sobre su propiedad y, además, un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble, necesarios para su adecuado uso y disfrute.

301.6 Tipos de condominio y áreas. Todo condominio cuenta con las siguientes áreas:

- Área privativa. Es aquella de propiedad exclusiva del condómino.

- Área común. Es aquella cuya propiedad es común al conjunto de condóminos, y que debe permanecer indivisa y de uso general para los mismos.

- Área común de uso restringido, que es aquella cuya propiedad es común a solamente una parte de los condóminos, conforme a las disposiciones establecidas al momento de la creación del condominio o modificadas por la asamblea de condóminos.

- Los condominios podrán ser de tipo vertical, horizontal, y mixto.

Los condominios habitacionales, podrán ser de los siguientes tipos:

UNIFAMILIAR.- En donde la construcción está destinada para alojar una sola familia por predio.

DUPLEX O DOBLE.- En donde la construcción está destinada para alojar dos famitas en un mismo predio.

PLURIFAMILIAR O MULTIFAMILIAR.- En donde la construcción está destinada para alojar más de dos familias en un mismo predio.

CONDOMINIO VERTICAL.- La modalidad en la cual cada condómino es propietario de un piso, departamento, vivienda o local de un edificio y además, copropietario de sus elementos y áreas comunes, así como del terreno e instalaciones de uso general.

CONDOMINIO HORIZONTAL.- La modalidad en la cual cada condómino es propietario de un área privativa del terreno, y en su caso, de la edificación que se construya en ella, a la vez que es copropietario de las áreas, edificios e instalaciones de uso común.

CONDOMINIO MIXTO.- La combinación de un mismo predio de las modalidades señaladas en las definiciones precedentes de la Sección 301.6.

301.7 Organización y reglamento del condominio o fraccionamiento. Los condominios o fraccionamientos deben contar con una normatividad mínima que permita la operación, convivencia, mantenimiento y mejora de los conjuntos habitacionales y de la calidad de vida de quienes los habitan. Esta normatividad está representada en el Reglamento del Condominio, o reglamento interno del fraccionamiento, que tiene su marco de aplicación al interior del conjunto, y en él se establece la organización interna para la operación del fraccionamiento o condominio, quien representa al condominio ante la autoridad, las obligaciones y facultades del administrador y comité de vigilancia, así como las principales obligaciones de los propietarios y/o habitantes, entre otros aspectos.

PARTE 2

PLANEACIÓN Y DISEÑO URBANO

2

CAPÍTULO 4 - DESARROLLO URBANO, CONJUNTOS HABITACIONALES, ESTRUCTURA URBANA, LOTIFICACIÓN Y DONACIONES

SECCIÓN 401
GENERALIDADES

401.1 Consideraciones generales. Todo conjunto habitacional debe cumplir con las disposiciones establecidas en las Secciones 401 a 407.

401.2 Desarrollo urbano. Corresponde al ámbito de la autoridad competente la administración y vigilancia del desarrollo urbano de los centros de población a través de los programas de desarrollo urbano municipal, de centros de población, sectoriales, parciales, atlas de riesgos y demás que aplique en su caso, a lo cual debe supeditarse cualquier proyecto y autorización de conjuntos habitacionales.

401.3 Autorizaciones. Las autorizaciones de todo conjunto habitacional, además de lo previsto en este capítulo, deben sujetarse a las disposiciones establecidas en la Sección 105.1.1.

SECCIÓN 402
CONDICIONANTES PARA CONJUNTOS HABITACIONALES

402.1 Consideraciones generales. El propósito de esta sección es establecer los criterios para una adecuada selección de los terrenos en donde se pretenda desarrollar vivienda, y minimizar y mitigar los impactos ambientales por esta práctica y no exponer la seguridad de la edificación ni de sus habitantes.

402.2 Evaluación del predio. Se deben realizar los estudios necesarios o contar con la documentación que permita verificar las condiciones del contexto regional y urbano del predio, así como de las características del medio físico natural, de la infraestructura, de la vialidad, de transporte, del equipamiento urbano y de la vulnerabilidad y posibles riesgos, así como de los aspectos legales del predio.

402.3 Ámbito regional. Se debe realizar un análisis del ámbito regional en donde se ubica el predio en estudio, para conocer los factores externos que influyen en su desarrollo, como son los usos y destinos, provisiones y reservas del suelo, la infraestructura y equipamiento con que cuenta la región y los tipos de riesgos a los que pueden estar expuestos los servicios vitales, las personas, sus bienes y el entorno.

Los desarrollos habitacionales de más de 15 mil habitantes deben elaborar un estudio que identifique los impactos en la vialidad y el transporte, el balance hídrico, energético y en el medio ambiente. Dicho estudio debe proponer además las acciones de mitigación que correspondan, mismas que deben ser aprobadas por la autoridad competente.

402.4 Ámbito urbano. El uso del suelo del terreno elegido debe ser compatible con lo establecido en la legislación y/o los planes o programas de desarrollo urbano aplicables.

402.5 Restricciones de las construcciones. Deben responder a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano y el Atlas de Riesgo Municipal, las disposiciones jurídicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes, y todas las disposiciones emanadas de Leyes y Reglamentos inherentes a la materia.

402.6 Medio físico natural. Para la construcción de vivienda, sin menoscabo de las disposiciones legales aplicables, debe evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones:

402.6.1 Topografía. En función de la pendiente y sus accesos deben evitarse sitios como:

a. Los ubicados en cañadas, barrancas, cañones susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales.

b. Los que presenten erosión severa, con cárcavas profundas a menos de 100 m de separación.

c. Los que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo en, o sobre las viviendas. En caso de terrenos localizados al hombro o al pie de una ladera, se debe verificar la susceptibilidad a deslizarse mediante inspección geológica y pruebas geotécnicas. En caso de que la ladera presente condiciones de inestabilidad, se debe considerar la factibilidad de su estabilización.

402.6.2 Hidrología. Se deben observar las restricciones en las franjas paralelas a cuerpos

de agua, según se indica en la Ley Federal de Agua. Deben evitarse los sitios ubicados en áreas reservadas para recargas de acuíferos y en las lagunas de regulación de los escurrimientos en los ríos.

402.6.3 Vulnerabilidad geológica. Deben evitarse los sitios comprendidos en:

a. Lugares que presenten fallas geológicas o activas.

b. Las laderas de un volcán, sea éste activo o no.

402.6.4 Tipo de suelo. Deben evitarse los sitios con suelos:

a.Que contengan arenas o gravas no consolidadas.

b.Los sujetos a erosión hídrica.

402.7 Vulnerabilidad Meteorológica, como consecuencia de las grandes precipitaciones pluviales y las corrientes de aire transformadas en ciclones y huracanes. Se debe tomar en consideración la morfología de los suelos, la posición de los vientos dominantes y el grado de precipitación máxima, para mitigar la fuerte presión en el desalojo del agua excedente. Deben evitarse los sitios comprendidos en:

a. Áreas con peligro de desbordamiento de ríos.

b. Zonas de marea de tormenta y de oleaje, particularmente las generadas por ciclones tropicales.

c. Terrenos sujetos a un proceso erosivo causado por los vientos y/ o por el escurrimiento excesivo de las aguas, como playas o dunas.

d. Zonas a menos de 500 m de cuevas o meandros de ríos que no sean estables.

402.8 Infraestructura riesgosa. Ámbito urbano. Dentro del ámbito urbano deben evitarse sitios ubicados:

a. En áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de basura en general.

b. En áreas que fueron cementerios.

c. Dentro del derecho de vía de ductos o tuberías que conduzcan materiales peligrosos, así como de caminos, vías de ferrocarril y cuerpos superficiales de agua, por donde se transporten materiales peligrosos.

d. Dentro del radio de afectación derivado de algún desastre químico causado por alguna fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad del mismo.

e. Los que anteriormente hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o infecciosos.

f. Los que se localicen en yacimientos petrolíferos que permitan una explotación de los mismos o que presenten probabilidades de futuros aprovechamientos.

402.9 Vialidad y comunicaciones. Deben determinarse derechos de vías de carreteras y de líneas de comunicación, como ramales o líneas de distribución de alumbrado público, teléfono, telégrafo o televisión por cable.

Se deben respetar los límites de influencia de campos de aviación según las regulaciones aplicables.

402.10 Integración urbana. La estructura vial del desarrollo habitacional debe ser congruente con la estructura vial del programa de desarrollo urbano a fin de garantizar una correcta integración del proyecto tanto con el contexto urbano inmediato como con el resto del centro de población.

Cuando el desarrollo no se encuentre en una zona previamente urbanizada o en el área de crecimiento de una zona previamente urbanizada, se deben considerar las previsiones necesarias para que en un futuro se pueda dar continuidad a las vialidades primarias y secundarias del desarrollo.

402.11 Infraestructura. Los predios donde se pretenda edificar un conjunto habitacional deben contar con los servicios de infraestructura, aprobados por la autoridad competente indicados en la **Tabla 402.1.**

Tabla 402.1
Infraestructura Mínima

Servicio	Característica
Agua potable	Conexión asegurada a la red pública o pozo de extracción.
Agua residual.	Conexión con descarga asegurada a la red general, planta de tratamiento o fosa séptica en caso de aplicar.
Agua pluvial	Conexión con descarga asegurada a drenes pluviales públicos, lagunas o pozos de absorción.
Energía eléctrica	Debe contar con punto de conexión a la línea alimentadora.
Vialidad	Debe contar con vialidad de acceso al predio.

402.12 Servicios públicos. Los desarrollos habitacionales deben facilitar y permitir a la autoridad competente la introducción de los servicios públicos de transporte, vigilancia, correo y recolección de basura de acuerdo con las disposiciones de la autoridad misma y las necesidades de la población prevista del proyecto.

402.13 Factibilidades y restricciones. Previamente a la aprobación del proyecto y ejecución de obra, todo conjunto habitacional debe contar con la aprobación de la autoridad competente en materia de:

a. Factibilidades de suministro de agua potable, desalojo y disposición de aguas residuales y pluviales, conexión de energía eléctrica, e integración vial.

b. Restricciones, dimensión y cruce de derechos de vía de líneas de alta tensión, ductos de combustibles, fibra óptica, vías de ferrocarril y otros similares.

c. Restricciones y separaciones que deben guardarse entre las edificaciones y los elementos que representen un riesgo para las mismas y para la salud de las personas que las habitan, tales como depósitos de combustible, gasolineras, rellenos sanitarios, depósitos químicos, playas, ríos, lagos, canales, pantanos y otros de índole semejante.

402.14 Evaluación y mitigación de riesgos. Con el objeto de identificar, prevenir y mitigar los riesgos inherentes al inmueble respectivo, los responsables de construir los desarrollos habitacionales deben de presentar los estudios de mecánica de suelos y demás necesarios en congruencia con lo establecido por la reglamentación que incide en la autorización de licencias o permisos de construcción, a fin de garantizar que el desarrollo de las obras corresponda con las recomendaciones, adecuaciones, procedimientos de diseño y construcción, así como las obras complementarias o de protección derivadas de dichos estudios, de acuerdo con lo siguiente:

a. Análisis, mecánica de suelos y capacidad de edificación sobre el terreno del proyecto.

b. Identificación de zonas sujetas a deslizamientos o derrumbes.

c. Identificación de zonas sujetas a inundación.

d. Identificación de cuevas, meandros y fallas del subsuelo.

e. Cauces superficiales y volúmenes de escurrimiento con los períodos de retorno solicitados.

f. Proyecto de saneamiento para aguas residuales domésticas, pluviales y manejo de desechos sólidos.

g. Previsión de protecciones contra huracanes, ventiscas y lluvia extrema.

h. Previsión de protecciones en frentes de costa, playas y dunas.

i. Integración vial.

Los desarrollos habitacionales de más de 15 mil habitantes, deben elaborar los estudios de riesgo que establece el Centro Nacional de Prevención de Desastres, y proponer las acciones necesarias para reducir aquellos riesgos mitigables, mismas que deben contar con el visto bueno de la autoridad competente.

SECCIÓN 403
CONJUNTOS HABITACIONALES

403.1 Conjunto habitacional. Se entiende por "conjunto habitacional" toda unidad habitacional, fraccionamiento habitacional o agrupamiento de vivienda en cualquiera de sus modalidades y regímenes de tenencia, así como la división de un terreno en manzanas y lotes para vivienda, equipamiento, comercio y servicios con una o más vías públicas y con obras de urbanización para la dotación de equipamiento e infraestructura, según lo designado por este Código y por la autoridad competente.

403.2 Condominios. La vivienda en condominio está sujeta a las disposiciones de este Código, sin eximirla de los requerimientos legales estipulados en la materia por la autoridad competente.

403.3 Clasificación de los conjuntos habitacionales. La clasificación de los conjuntos habitacionales queda establecida de la siguiente manera:

a. Conjuntos habitacionales urbanos

b. Conjuntos habitacionales turísticos

c. Conjuntos habitacionales campestres.

403.4 Desarrollos habitacionales urbanos. Los desarrollos habitacionales se clasifican como urbanos cuando están integrados a un centro de población o presentan características de centro o sub-centro urbano. Cuando se ubiquen fuera del polígono del programa de desarrollo urbano del centro de población deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano, deben promover la integración social a través de la mezcla de tipologías de vivienda y del establecimiento de los equipamientos de acuerdo a lo señalado en este Código, siempre en congruencia con los usos y destinos y densidades establecidos en los programas de desarrollo urbano del centro de población.

403.5 Desarrollos habitacionales turísticos (T). Los desarrollos habitacionales se clasifican como turísticos cuando la mayoría de las viviendas se destinen al alojamiento de una población que visite el sitio con fines recreativos, incluye: venta o renta de viviendas de tipo unifamiliar o multifamiliar, venta o renta de lotes para casas rodantes o desmontables, así como venta de tiempos compartidos y renta de espacios hoteleros. Cuando los desarrollos habitacionales turísticos se ubiquen fuera del polígono del programa de desarrollo urbano del centro de población, deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano.

403.6 Desarrollos habitacionales campestres (C). Los desarrollos habitacionales se clasifican como campestres cuando los usos del suelo contemplen amplios espacios recreativos, destinados a la agricultura o a la ganadería en pequeña escala con vivienda unifamiliar con o sin servicios públicos, pero cuyas viviendas tengan acceso a luz artificial, agua potable y descarga de aguas residuales. Cuando éstos se ubiquen fuera del polígono del programa de desarrollo urbano del centro de población, deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano.

SECCIÓN 404
ESTRUCTURA URBANA
ÁREAS Y DENSIDAD

404.1 Estructura de los desarrollos habitacionales urbanos. Las vialidades y el equipamiento deben conformar una estructura jerárquica que promueva la integración social y la convivencia a través de la creación de vecindarios de 100 a 1,000 habitantes, barrios de 1,000 a 5,000 habitantes y colonias de 5,000 a 25,000 habitantes, dando preferencia al transporte público y la movilidad no motorizada.

404.2 Delimitación de áreas. Los desarrollos habitacionales deben delimitar claramente las áreas de uso privativo, y las de uso público.

404.2.1 Área privativa. El área que resulte de restar al área total del conjunto habitacional las áreas destinadas a la vía pública y las donaciones para el equipamiento y la infraestructura pública.

404.2.1.1 Área vendible habitacional. El área vendible habitacional es igual a la superficie de lotificación destinada para vivienda. En los desarrollos que consideran el régimen de propiedad en condominio, incluye las áreas de uso común destinadas a áreas verdes, estacionamientos, calles, andadores y accesos compartidos de uso privado.

404.2.1.2 Área vendible comercial y de servicios. El área destinada a equipamiento comercial y de servicios.

404.2.1.3 Área vendible comercial y de servicios. El área vendible comercial y de servicios debe calcularse, cuando menos, a razón de 0.5 m2 por vivienda o 0.13 m2 por habitante, quedando eximida de este efecto la vivienda campestre.

404.2.2 Área de vialidad pública. El área de vialidad pública es la superficie destinada para calles y andadores públicos cuya dosificación, secciones y características deben estar de acuerdo con lo previsto en la **Sección 701.**

404.2.3 Área destinada a equipamiento. El área destinada a equipamiento se integra sumando las áreas destinadas a educación, recreación, deporte, salud, cultura, administración pública, abasto y transporte entre otras. Las áreas destinadas a equipamiento se clasifican de a acuerdo a su uso público o privado, en caso de que sean de uso público se deben transferir al estado o municipio o la autoridad que los represente.

404.2.4 Área de donación para infraestructura. El área de donación para infraestructura corresponde a la superficie destinada para pozos de extracción de agua, tanques de almacenamiento de agua, pozos de absorción, plantas de tratamiento y demás obras similares. Las áreas de donación para infraestructura deben transferirse al organismo operador o a la autoridad competente para su administración y mantenimiento. Las superficies adicionales que sirvan zonas fuera del desarrollo, deben ser motivo de convenio entre la autoridad y el propietario de dicho conjunto.

404.3 Densidad de población. Se determinarán dos indicadores de densidad:

1. La densidad de población se calcula dividiendo la población del conjunto entre la superficie del terreno en hectáreas. La población se calcula de acuerdo a lo que señala la **Sección 501.4**.

2. La densidad neta de vivienda se calcula dividiendo el número de viviendas entre el área destinada a este uso incluyendo la mitad del arroyo de las vialidades que la sirven.

404.3.1 Densidad e intensidad de uso del suelo. La densidad de la población y la vivienda determinan las cargas sobre la infraestructura y el equipamiento habitacional y deben estar en estrecha correspondencia con las previsiones para su dotación.

Para promover la inclusión social, el cuidado del medio ambiente y un uso racional de los recursos cuando se apliquen recursos públicos, los desarrollos habitacionales deben considerar como mínimo las siguientes densidades netas de vivienda:

• De 500 a 5,000 habitantes, 60 viviendas por hectárea

• De 5,001 a 15,000 habitantes 70 viviendas por hectárea.

• Más de 15,000 habitantes 80 viviendas por hectárea

404.4 Diversidad. Los desarrollos habitacionales de más de 250 viviendas deben promover cuando menos dos tipologías de vivienda y dos prototipos. En desarrollos de más de 1,000 viviendas se deben promover cuando menos dos tipologías de vivienda y tres prototipos y en desarrollos de más de 5,000 viviendas, se deben utilizar cuando menos tres tipologías y cinco prototipos de vivienda.

Se considerarán como tipos: la vivienda unifamiliar, dúplex, tríplex o vivienda multifamiliar. Los prototipos deben estar diferenciados por la sobreposición de espacios de distintas unidades de vivienda, no por compartir muros medianeros y como prototipos las variaciones de los tipos que se diferencien en cuando menos 15% de la superficie edificada o en 30% de la superficie del lote o proporción prorrateada de suelo utilizado.

El número de soluciones de vivienda de cada tipo y prototipo, debe responder a los distintos grupos de la población que se pretende atender de acuerdo con el ámbito territorial del desarrollo. La vivienda productiva o con comercio se puede contabilizar en cualquiera de los tipos y prototipos.

SECCIÓN 405
DONACIONES

405.1 Donaciones. Las áreas de donación se deben sujetar a lo establecido en esta Sección.

405.2 Clasificación de las áreas de donación. Las áreas de donación se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

1. Áreas de donación para equipamiento (ver subdivisión en la **Sección 501.3**).

2. Áreas de donación para infraestructura, las cuales se subdividen en:

a. Vialidades públicas.
b. Andadores.
c. Derechos y servidumbres de paso.
d. Áreas para obras de infraestructura.

SECCIÓN 406
SEÑALAMIENTO VIAL, MOBILIARIO URBANO Y VEGETACIÓN

406.1 Señalamiento vial. Los desarrollos habitacionales deben contar con el suficiente señalamiento vial, horizontal y vertical, de acuerdo con lo indicado en la Sección 702 en materia de:

a. Acotamiento de carriles de circulación.

b.Señalamiento informativo, preventivo y restrictivo.

c. Nomenclatura de calles en cada crucero vial.

d. Acotamiento de cruces peatonales mediante franjas en el pavimento o cambio de textura y color apropiados para este fin.

e. Semáforos, en su caso.

f. Todos aquellos que establezca la autoridad competente.

406.2 Mobiliario urbano. Los desarrollos habitacionales deben contar con el suficiente mobiliario urbano, de acuerdo con los requerimientos y dosificación establecidos por la autoridad competente, en materia de:

a. Basureros con separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

b. Paraderos de transporte público y sitios de taxi, en su caso.

c. Teléfonos públicos, en su caso.

d. Bancas públicas en espacios abiertos.

e. Buzones públicos, en su caso.

406.3 Vegetacion. En áreas jardinadas se debe contar, como mínimo, con un árbol o planta resistente al clima de cuando menos 1.80m de altura por cada 50m2 de espacio público excepto en plazas y a cada 15 m en cada una de las aceras. El diseño de áreas verdes se debe basar en la Guía de Diseño de Áreas Verdes en Desarrollos Habitacionales de Conavi.

CAPÍTULO 5 - EQUIPAMIENTO URBANO

SECCIÓN 501
LINEAMIENTOS GENERALES

501.1 Consideraciones generales. Todo desarrollo habitacional debe acatar las disposiciones establecidas en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, elaborado por la SEDESOL.

501.2 Marco legal. Corresponde a la autoridad competente del estado y el municipio establecer las responsabilidades de cada uno de los actores en la provisión y operación de cada uno de los equipamientos requeridos, a fin de satisfacer las necesidades de la población entrante y en el futuro el de la población esperada.

501.3 Subsistemas. El equipamiento urbano se clasifica en los siguientes subsistemas:

a. Educación.
b. Recreación.
c. Deporte.
d. Cultura.
e. Salud.
f. Asistencia Social.
g. Comercio.
h. Abasto.
i. Comunicaciones.
j. Transporte.
k. Administración Pública.
l. Servicios Urbanos.

501.4 Cobertura y vinculación. La dotación y distribución del equipamiento así como la determinación de las áreas destinadas al mismo, debe corresponder a la población atendida. La población se debe calcular considerando dos habitantes por cada cuarto dormitorio de cada vivienda y un habitante por alcoba o cuarto estudio, y el resultado se multiplicará por un factor de ocupación simultánea de 0.80. Los desarrollos habitacionales que se construyan por etapas deben cumplir con los requerimientos de equipamiento que se determinen para el conjunto mayor, agregando para este propósito todas las etapas del desarrollo. Los futuros crecimientos de las viviendas no inciden en este cálculo de población. El equipamiento será desarrollado de acuerdo al número de habitantes por etapa terminada.

501.5 Acciones de Coordinación. La autoridad competente debe establecer los mecanismos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno, promotores de vivienda y participación ciudadana para asegurar la ejecución paralela de los programas de vivienda en lo que se refiere a las fases de planeación, proyecto, construcción y operación del equipamiento.

CAPÍTULO 6 - INGENIERÍA URBANA

SECCIÓN 601
CONSIDERACIONES GENERALES

601.1 Requerimientos de ingeniería urbana. El plan maestro de infraestructura para todo conjunto habitacional debe diseñarse atendiendo los siguientes requerimientos de ingeniería urbana, en concordancia con la autoridad correspondiente y los organismos operadores.

1. Estudios de topografía, geotécnicos, metereológicos, geohidrológicos y de impacto ambiental.

2. Factibilidad de servicios, puntos de conexión de electricidad y de agua potable y puntos de descarga de alcantarillado sanitario y pluvial.

3. Demanda de servicios según la población servida.

4. Pozo de extracción de agua potable, en su caso.

5. Tanques de almacenamiento y distribución de agua, en su caso.

6. Volúmenes de descargas.

7. Planta de tratamiento, en su caso.

8. Pozos de absorción, en su caso.

601.2 Acceso a servicios. Todas las viviendas y los equipamientos en el desarrollo deben tener acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo con los proyectos autorizados por las autoridades locales competentes.

SECCIÓN 602
AGUA POTABLE

602.1 Consideraciones generales. Los proyectos ejecutivos de suministro de agua potable, deben realizarse conforme a la normatividad establecida por la Comisión Nacional del Agua (CNA). Deben elaborarse bajo la acción coordinada del proyectista, la empresa a cargo de la ejecución y las áreas técnicas de la autoridad federal, estatal y municipal competente en la localidad.

602.2 Suministro de agua. La selección de la fuente de suministro de agua potable, en cuanto a tipo, destino, calidad y volumen de abasto, debe ser aprobada por la autoridad competente. El suministro de agua potable debe realizarse en el siguiente orden: captación, conducción, almacenamiento regulado, red de distribución y toma domiciliaria. De acuerdo con las características del sitio del proyecto el agua puede ser conducida por bombeo (red, manantial o pozo), o bien por gravedad (manantial o presa). El tanque de regularización se debe localizar preferentemente, en una zona alta aledaña a la localidad, para que el agua sea conducida a la red por gravedad.

602.3 Potabilidad. El agua suministrada se debe desinfectar mediante clorinación cuando la fuente sea un pozo y mediante una planta clarificadora potabilizadora con desinfección terminal cuando el agua provenga de un río, lago o presa. Ambos métodos deben ser aprobados por la autoridad competente. La desinfección (cloración) se debe aplicar en la entrada del tanque de regularización. Cuando las condiciones así lo permitan, se puede bombear el agua directamente a la red con desvío y acumulación de las excedencias al tanque de regularización.

El agua debe cumplir los límites permisibles de calidad del agua para consumo humano que establece la **NOM-127-SSA1-1994**.

602.4 Sistema. Los sistemas de agua potable deben incluir el proyecto de obra civil, trazo, excavación, cama, atraques, registros y cajas de válvulas, entre otros, el electromecánico (tuberías, equipos de bombeo, válvulas, piezas especiales), el de electrificación y el de alumbrado en las áreas de operación de sus equipos.

602.5 Estimación de demanda. La dotación de agua potable se determina de acuerdo con el número de habitantes servidos, la ubicación geográfica, tipo de vivienda y los demás usos; tales como: equipamiento, áreas verdes, comercio y servicios. Las zonas que no dispongan de indicadores para calcular la demanda de agua potable, deben adoptar los valores medios de la **Tabla 602.1.A.**

Tabla 602.1 A. Dotación media de agua potable

Tipo de clima	Dotacion por tipo de vivienda l/persona/día		
	Residencial	Media	Popular
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100
Frío y semifrío	250	195	100

602.6 Normatividad y referencias. Los proyectos de suministro de agua potable deben apegarse a las normas y referencias indicadas en la Parte X de este CEV.

602.7 Proyecto. El proyecto de suministro de agua potable debe estar compuesto, principalmente, por una memoria descriptiva y de cálculo, los planos y las especificaciones de materiales y equipos y los lineamientos de operación y de mantenimiento.

Los niveles de detalle se relacionan con la etapa del proyecto ya sea si se trata de una factibilidad o del proyecto ejecutivo previo a la construcción.

Las memorias deben describir y justificar los métodos y los criterios empleados y las razones que llevan a la definición de los distintos componentes del sistema.

El proyecto debe contener los datos generales de la localidad tales como la ubicación geográfica, la altitud, el clima, la topografía, las estadísticas y proyecciones de la población en el periodo de diseño, los planes de desarrollo, la dotación por habitante y la vida útil del conjunto habitacional programado.

602.8 Diseño geométrico. El diseño geométrico de la red de agua potable debe definir, basado en la topografía y la zonificación del conjunto habitacional, el trazo por las calles, los derechos de vía o límites de predios. Debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y tomar en cuenta factores constructivos como la excavación en roca y en general el costo de la construcción, su interacción con el diseño hidráulico para optimizar los diámetros y las presiones del sistema tales como los gradientes hidráulicos, los almacenamientos auxiliares, la localización de tanques, las reservas y otros similares.

602.9 Diseño hidráulico. El diseño hidráulico determina las características físicas de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema descritos a continuación.

602.9.1 Población. La población a considerar en el proyecto debe ser igual al total de habitantes servidos al final del periodo de diseño. La autoridad competente debe observar la demanda de agua potable a partir de las características socioeconómicas, los planes de desarrollo que definen las zonas habitacionales actuales y futuras por grupo demográfico; es decir el crecimiento histórico con las variaciones observadas en las tasas, la migración y perspectivas de desarrollo de la localidad con un horizonte de al menos 20 años con datos cada 5 años.

602.9.2 Fuente de abastecimiento. La fuente de abastecimiento debe cumplir con tres requisitos primordiales:

1. Cantidad: determinada por medio de estudios y aforos.

2. Calidad: determinada por medio de análisis físicos y químicos.

3. Continuidad: garantía de que, tanto en época de lluvia como de estiaje, su abastecimiento es suficiente.

La dotación media de agua potable, también conocida como consumo per cápita se determina de acuerdo a lo indicado en la Sección 602.5.

En forma alternativa, se debe analizar el resultado de aplicar a la proyección de la demanda las posibles tendencias de disminuir el consumo per cápita como resultado de la aplicación de políticas de uso racional del agua, tarifas fuertemente diferenciadas o el reciclado de aguas tratadas.

Se debe considerar la demanda estimada para la protección contra incendio según las condiciones particulares de cada localidad.

602.9.3 Demanda. La demanda se calcula en función del periodo de diseño determinando el consumo proyectado de la localidad e incluyendo una provisión para las fugas. Otras demandas dentro del conjunto habitacional por concepto de equipamiento, áreas verdes, comercio y otros usos, también deben incluirse en el cálculo del proyecto.

Para diseñar y modelar el funcionamiento hidráulico se determina la demanda de diseño que es distinta a la media anual obtenida del estimado de las dotaciones medias y es debida fundamentalmente a la fluctuación de los consumos en el día o la noche, a la estación del año y a los días laborables.

De no tenerse datos aplicables a la localidad, se debe emplear al menos como coeficiente de variación diaria 1.4 y de variación horaria 1.55 para obtener así los gastos máximos horario y diario en su límite inferior.

El diseño hidráulico de las redes se debe hacer considerando el consumo máximo horario más el estimado de la demanda industrial o comercial y el gasto contra incendio, en caso de requerirse.

602.9.4 Periodo de diseño y vida útil. El periodo de diseño y la vida útil del proyecto deben considerar, en materia de agua potable, tanto las estrategias

municipales, estatales y federales conjuntas, como las etapas modulares de crecimiento.

El periodo de diseño en los siguientes casos debe ser: para pozos, 5 años; para embalses 50 años; y para líneas de conducción, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, tanques de regulación y redes de distribución, de 5 a 20 años.

La vida útil en los siguientes casos debe ser: para pozos, de 10 a 30 años; para líneas de conducción, de 20 a 40 años; para estaciones de bombeo, 40 años; para bombas e instalaciones electromecánicas, de 5 a 20 años; y para redes de distribución, de 20 a 40 años.

La vida útil, que siempre es mayor que el periodo de diseño, debe garantizar que la obra funcione eficientemente, sin presentar sobrecostos de mantenimiento ni insuficiencias administrativas ni operativas.

602.9.5 Presión de operación. La presión de operación debe garantizar el suministro eficiente de agua en todos los niveles de la edificación previstos en el proyecto. Para tal efecto se debe cumplir con lo siguiente:

Tabla 602.9.5

Condición	kPa	mca	Kgf/cm2
Mínima absoluta cuando exista demanda máxima	98	10	1
Mínima operacional	147	15	1.5
Máxima operacional	392	40	4
Máxima absoluta a cualquier hora	490	50	5

602.9.6 Velocidades máximas permisibles. Para evitar el desgaste excesivo de las tuberías y probables pérdidas de agua en el sistema, se deben emplear las velocidades máximas expresadas en la **Tabla 602.9.6**, según tipo de material.

Tabla 602.9.6

Material	Velocidad Máxima en m/seg
Concreto simple hasta 450 mm.	3,0
Concreto reforzado 600mm.	3,5
Fibrocemento	5,0
Acero	5,0
Policloruro de vinilo PVC	5,0
Polietileno de alta densidad	5,0

Para contrarrestar la precipitación de partículas, la velocidad mínima permitida es de 0.30 m/seg

602.9.7 Cálculo hidráulico. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, para el cálculo hidráulico se deben utilizar los siguientes métodos:

1. Flujo permanente: Ecuaciones de energía Bernoulli y ecuación de cantidad de movimiento.

2. Pérdidas de energía por fricción en las tuberías: Las expresiones de Darcy-Weisbach donde el coeficiente f se obtiene del diagrama de Moody o la ecuación modificada de Colebrook-White.

3. Ecuación de Manning donde los coeficientes de rugosidad varían desde 0.016 para el concreto áspero hasta 0.009 para el PVC.

4. Procedimientos para calcular las pérdidas locales en la entrada a tanques, reducciones curvas, derivaciones, piezas especiales y otras

5. Considerar y diseñar los dispositivos necesarios para los fenómenos transitorios y la admisión y expulsión de aire.

6. Identificar las condiciones críticas para el perfil o las líneas piezométricas del sistema.

Estos métodos, tomando las debidas precauciones, y si así lo aprueba la autoridad competente, pueden ser substituidos por otros similares igualmente aceptados por la ingeniería hidráulica.

602.9.8 Regularización. Para que el servicio de agua requerido en todos los usos del conjunto urbano sea eficiente, sin importar la diferencia entre las aportaciones y los consumos, la regularización debe contemplar lo siguiente:

1. Almacenar agua en las horas de menor demanda y distribuirlas en las horas de mayor demanda.

2. Para el coeficiente de regulación, tomar en cuenta las horas de alimentación y bombeo, así como el efecto de las tarifas eléctricas asociadas.

3. Revisar los datos referidos en la normatividad vigente para algunas ciudades y las recomendaciones generales para poblaciones pequeñas según sea o no el suministro de 24 horas.

4. Si bien son comunes los rangos de variación entre las 7 y 19 horas, es necesario hacer el estudio detallado.

602.9.9 Redes para conducción de agua potable. Las redes de conducción se integran principalmente por las tuberías, las válvulas, las piezas especiales, las estaciones de bombeo, y los dispositivos de control que también se deben diseñar tomando en cuenta la protección de las

redes por sismo, por corrosión y por incrustación o erosión (control del pH y del oxígeno disuelto).

Las redes para la conducción del agua potable deben estar por encima de las del alcantarillado y separadas al menos 400 mm de las líneas de electricidad o de gas.

La profundidad y el procedimiento al preparar la cama y los rellenos debe ser tal que prevenga las roturas de líneas tomando en cuenta las cargas vivas a las que normalmente se someten los distintos elementos de las redes. Antes de instalar los tubos debe proveerse de una cama o plantilla que permita asentar y nivelar adecuadamente la tubería. Los rellenos deben ser hechos también compactando cuidadosamente y en capas con material de granulometría controlada.

La profundidad minima de la zanja o cepa para la instalación de las tuberías debe regirse por la **Tabla 602.9.9.**

La red de agua potable debe cumplir con la norma de hermeticidad **NOM-013-CNA**, y lo que establece la **Sección 2708 del Capítulo 27** de este Código.

Tabla 602.9.9 Profundidad de la zanja o cepa

Diámetro mm	Profundidad al lomo mm
Hasta 50	700
De 50 a 900	900
De 900 a 1220	1100
Mayores de 1220	1300

602.10 Toma domiciliaria. La toma domiciliaria debe instalarse como lo indica la **NOM-002-CNA-1995** con especial observancia de las pruebas hidrostáticas para verificar presiones y detectar posibles fugas.

En la instalación de una toma domiciliaria únicamente se deben emplear materiales aprobados para este fin. Se prohíbe uso de mangueras de plástico o poliducto. Se debe evaluar que los materiales y componentes empleados sean los correctos, que la presencia de sustancias agresivas en el agua y el suelo sea eliminada, que la instalación no sea dañada por cargas extremas y que las condiciones hidráulicas de funcionamiento y los procedimientos de construcción sean los adecuados y estén apegados al proyecto autorizado.

SECCIÓN 603
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL

603.1 Consideraciones generales. Los estudios y proyectos ejecutivos diseñados para la eliminación y desalojo de las aguas residuales y pluviales, deben realizarse conforme a la normatividad relativa de la CNA y estableciendo una coordinación en todo lo necesario entre la empresa encargada para su ejecución y el área técnica de las autoridades municipales, estatales y federales competentes en la localidad.

La recolección y desalojo de las aguas residuales y pluviales debe realizarse a través de redes diseñadas hidráulicamente eficientes para que cada uno de los elementos componentes cumpla su función y eviten generar problemas de saneamiento parcial o total en sus áreas de influencia.

La red de alcantarillado sanitario debe cumplir con la norma de hermeticidad **NOM-001-CNA** y lo que establece la **Sección 2709 del Capítulo 27** de este Código.

El alcantarillado sanitario debe permitir la recolección y desalojo de aguas residuales del conjunto habitacional, así como su disposición final mediante la red pública municipal o planta de tratamiento. Este sistema debe cumplir con las normas de ingeniería sanitaria, higiene y seguridad establecidas en este Código y por la autoridad competente.

El alcantarillado pluvial debe permitir la recolección y desalojo del agua de lluvia del conjunto habitacional, vía superficial o subterránea o ambas, así como su disposición final mediante la red pública municipal, drenes naturales, cuerpo receptor u obra de infiltración o reutilización. Este sistema debe cumplir con las normas de ingeniería sanitaria, higiene y seguridad establecidas en este Código y por la autoridad competente.

Se prohíbe la mezcla de redes y sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, salvo cuando las aguas residuales hayan sido tratadas y cumplan con la calidad establecida en las normas respectivas indicadas en la **Parte X** de este CEV.

603.2 Elementos componentes. Los sistemas de alcantarillado deben diseñarse y construirse con los elementos componentes adecuados para realizar el proceso de saneamiento hidráulico de principio a fin. Estos componentes, según su caso, deben ser las descargas domiciliares o albañales, descargas de coladeras pluviales, atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y estructuras de absorción o reutilización del agua principalmente.

603.3 Diseño de los alcantarillados sanitario y pluvial. Los alcantarillados sanitarios, se deben diseñar por separado de los de aguas grises y pluviales y según las particularidades de cada caso cumpliendo con lo siguiente:

1. Las dimensiones de los alcantarillados debe corresponder a los requerimientos de la población

total del conjunto habitacional que se trate.

2. Se debe asegurar que las tuberías operen parcialmente llenas, es decir de 60 a 70 por ciento de su capacidad para diámetros iguales o mayores de 150 mm y de 70 a 80 por ciento de su capacidad para diámetros menores de 150 mm.

3. El diámetro mínimo de los albañales de la descarga domiciliar no debe ser menor de 150 mm. La pendiente mínima debe ser de 1 por ciento o 10 milésimos. La profundidad de los registros debe tener como mínimo 600 mm.

4. Las atarjeas deben tener un diámetro mínimo de 200 mm y deben cumplir con el tirante adecuado y las velocidades establecidas en esta sección.

5. De acuerdo con la topografía del terreno se deben instalar registros, pozos de visita y estructuras de caída más lo que se requiera.

6. Las pendientes de las tuberías deben regular las velocidades a razón de 0.60 m/seg. como mínimo para evitar la sedimentación de sólidos y de 3.00 m/seg. como máximo para contrarrestar el desgaste de las paredes interiores.

603.4 Proyecto. El proyecto de la red debe estar compuesto principalmente, por una memoria descriptiva y de cálculo, los planos y las especificaciones de materiales y equipos, los lineamientos de operación y los de mantenimiento. El grado de complejidad y detalle del diseño geométrico e hidráulico, debe estar relacionados con la fase de proyecto. Si se trata del proyecto ejecutivo previo a la construcción, el diseño debe estar completo. Las memorias deben, además de describir los métodos utilizados, justificar los criterios empleados y explicar la definición de los elementos componentes del sistema.

El proyecto, si así procede, debe incorporarse a los incentivos y ordenamientos institucionales, que privilegian la separación de drenajes de aguas residuales, pluviales y grises para tratamiento, infiltración y reutilización según su caso.

603.5 Diseño geométrico. El diseño geométrico debe ajustarse al trazo de vialidades, topografía, zonificación interna, derechos de vía y limites de predios. Asimismo debe ser congruente con el perfil del terreno, y tomar en cuenta factores constructivos tales como la excavación en roca y en general la repercusión en el costo de la construcción. La interacción con el diseño hidráulico debe orientarse a optimizar los diámetros, las pendientes y las velocidades del sistema.

603.6 Diseño hidráulico. El diseño hidráulico, que determina las características físicas de todos y cada uno de los elementos del sistema, debe considerar los siguientes aspectos.

603.6.1 Población. Se deben aplicar los criterios de la Sección 602.5 de agua potable.

603.6.2 Dotación media de agua potable. La base para diseñar la red de alcantarillado sanitario es la dotación media de agua potable o consumo per cápita, también y según lo señalado en la Sección 602.2 se determina de acuerdo con la magnitud y tipo de la población, su ubicación geográfica y los diversos servicios por cubrir (doméstico, comercial e industrial).

603.6.3 Demanda. La demanda utilizada en el diseño del abastecimiento de agua potable se debe utilizar para determinar el gasto de aguas residuales. En la práctica y a reserva de lo que dictamine la autoridad competente, se debe considerar del 75% al 80% de la demanda de agua potable para calcular el gasto promedio de aguas residuales.

Para la estimación de los gastos de diseño en las redes de alcantarillado se utiliza el medio mencionado y a partir de lo anterior, se calculan el mínimo, el máximo instantáneo y el máximo extraordinario para las redes de alcantarillado. El gasto mínimo corresponde a la mitad del gasto medio pero nunca debe ser inferior a 1.5 l/seg. El gasto máximo instantáneo se determina a partir del gasto medio afectado por un coeficiente, conocido como de "Hamon" equivalente a 3.8, constante para poblaciones menores de 1,000 habitantes y de 2.17 constante para poblaciones mayores de 63,450 habitantes.

El gasto máximo extraordinario se obtiene aplicando al gasto máximo instantáneo un coeficiente igual a 1, siempre que no haya aportaciones pluviales al alcantarillado sanitario. De no ser así, este coeficiente debe aumentar a 1.5.

603.6.4 Periodo de diseño y vida útil. El período de diseño y la vida útil del proyecto de alcantarillado sanitario deben considerar, tanto las estrategias municipales, estatales y federales conjuntas, como las etapas modulares de crecimiento.

603.6.5 Fórmula de Manning. De acuerdo con la recomendación de la CNA, debe emplearse la fórmula de Manning para calcular la velocidad del agua cuando las tuberías trabajen a tubo lleno y, asimismo, las relaciones hidráulicas y geométricas cuando las tuberías trabajen a tubo parcialmente lleno.

Las velocidades permisibles, en función del tipo de material a utilizar, es de máximo 3 a 5 m/seg para evitar erosión y la minima para evitar deposición es de 0.3 m/seg, calculada al gasto mínimo con su tirante correspondiente. El valor mínimo del tirante es de 10 mm para el caso de pendientes mayores o de 15 mm en la pendiente promedio.

603.7 Materiales. Los tipos y especificaciones de los materiales que componen el diseño geométrico e hidráulico son los siguientes:

603.7.1 Tuberías. El material de la tubería está determinado por factores como la resistencia mecánica y a la corrosión, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de manejo y de instalación, así como de mantenimiento y reparación. Algunos de estos materiales son:

Concreto simple con junta hermética (CS) fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana **NMX-C 401-1996 ONNCCE**, en la que se detalla la calidad de los materiales. En las juntas de las tuberías de concreto deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la misma norma.

Concreto reforzado con junta hermética (CR) fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma **NMX-C-402-1996-ONNCCE**, a diferencia del concreto simple, el núcleo de este tubo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal, se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres espesores de pared. En las juntas de las tuberías de concreto reforzado deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la norma señalada.

Fibrocemento (FC) se fabrica con base en la norma **NMX-C-039-1981**, en clase b-6, b-7 y b-12.5, y cada una de ellas para dos tipos de anillos de hule según la norma **NMX-T-021** en función del diámetro del tubo, de 15 a 90 cm., se usan anillos de hule sencillos, para coples sencillos: de 100 a 200 cm., se usan anillos de hule roscados para coples roscados.

Policloruro de vinilo (PVC).- fabricada con diámetro de 10 a 60 cm. En dos series: métrica, de acuerdo a las normas **NMX-E-215/1-1994** (tubos) y **NMX-E-215/2-1999** (conexiones), en los tipos1 16.5, 20 y 25 e inglesa, de acuerdo a las normas **NMX-E-211/1-1999** (tubos) y **NMX-E-211/2-1994** (conexiones), en los tipos2 35, 41 y 51. Existe también la tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales, que actualmente se fabrica en diámetros de 16 a 31.5 cm., de acuerdo con la norma mexicana **NMX-E-221/1-1999.**

Polietileno de alta densidad (PEAD) se fabrica, de acuerdo con la norma mexicana **NMX-E-216-1994-1994-SCFI**, en diámetros de 100 a 900 mm y en tramos de 12 m. Se clasifican de acuerdo con el espesor de la pared y su resistencia, en: rd-21, rd-26, rd-32.5 y rd-41. El sistema de unión es por termofusión.

603.8 Descargas domiciliarias. También llamada albañal, es la tubería que permite el desalojo de las aguas desechadas de las edificaciones a la red de atarjeas, inicia en un registro con tapa hermética localizado en el interior del predio, y se instala a una profundidad mínima de 600 mm, una pendiente mínima de 1 % (10 milésimas) y con un diámetro mínimo de 150 mm, termina con la conexión a la atarjea, por medio de un codo de 45º.

Los procedimientos de instalación y las piezas utilizadas en las descargas domiciliarias varían según el tipo de material, de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

Concreto. Se conecta con una pieza del mismo material, con campana para unir con un anillo de hule y con espiga en el otro extremo, cortado a 45° para su unión cementada con la atarjea. A esta pieza, conocida como "slant", se le acopla un codo de 45° de concreto, con campana y espiga, que se une a la vez con el albañal exterior. **Ver figura 603.8A**

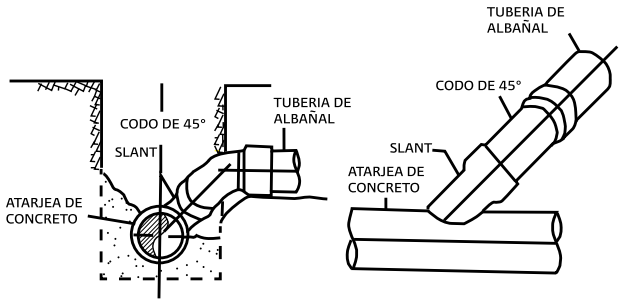


Fig. 603.8A Descarga recomendada con tubería de concreto

Fibrocemento. Se conecta igual que el de concreto, uniendo con pasta epóxica el "slant" y la atarjea.

Policloruro de vinilo. Se emplea una silleta de PVC a 45o con campana, cementando el otro extremo con la atarjea, el codo a 45o también tiene espiga y campana y se acopla al albañal con anillo de hule. La unión con la atarjea también puede ser con un par de abrazaderas, para lo cual, la silleta requiere un anillo de hule para lograr la hermeticidad. **Ver figura 603.8B**

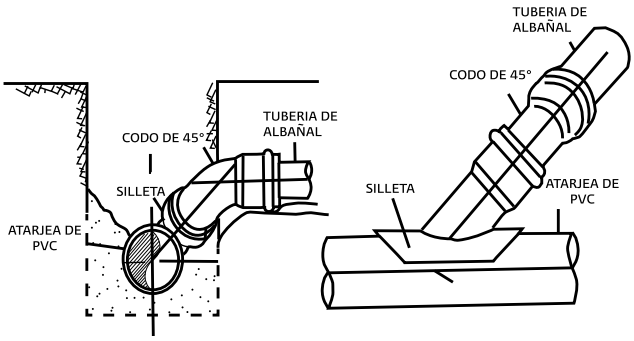


Figura 603.8B. Descarga recomendada con tubería de PVC

Polietileno de alta densidad (PEAD). Este material se une el "slant", también de polietileno, con la atarjea a través de una silleta y abrazaderas, o soldando las

piezas con soldadura de aporte. **Ver figura 603.8C.**

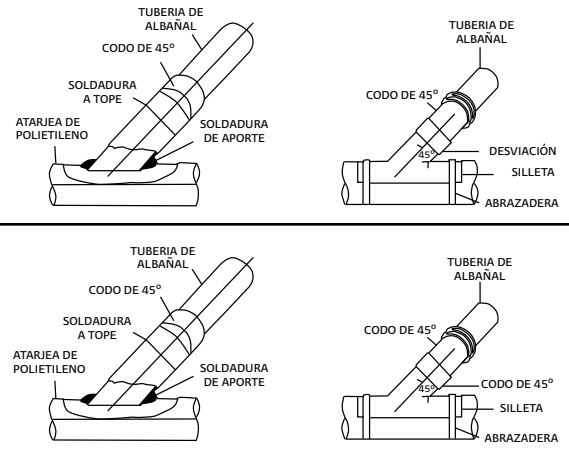


Figura 603.8C. Descarga recomendada con tubería de PEAD

603.9 Consideraciones constructivas. Las zanjas, hechas para facilitar la instalación y proteger las tuberías, deben contar con una plantilla o cama imprescindible en aquellas excavadas en material duro, consistente de un piso de material fino colocado sobre el fondo de la zanja y previamente arreglado con la concavidad necesaria para asegurar que la tubería se apoye en toda su longitud especialmente en las campanas o acoplamientos.

La tubería debe ser cubierta hasta una altura de 300 mm arriba de su lomo con material granular fino, colocado a mano y compactada cuidadosamente, llenando los espacios libres bajo la tubería y adyacentes a la misma en capas no mayores de 150 mm. El resto del relleno de la zanja puede ser a volteo compactado, según el tipo de terreno y del tipo de vialidad en la que se encuentre, considerando el tipo de tránsito vehicular esperado.

El colchón mínimo necesario para evitar roturas de conductos ocasionadas por las cargas vivas está en función del diámetro de la tubería a instalar, para lo cual debe cumplirse lo especificado en las **Tablas 603.9A** y **603.9B.**

Tabla 603.9A Colchón mínimo para evitar roturas de conductos

Para diámetros en mm	Altura en mm
Hasta 450	900
De 450 a 1220	1000
De 1220 a 1830	1300
Mayores de 1830	1500

Tabla 603.9B Profundidad mínima de la cepa o zanja

Para diámetros en mm	Profundidad en mm, más el diámetro
Hasta 50	700
De 50 a 900	900
De 900 a 1200	1100
Mayores de 1220	1300

En profundidades de más de 3 m es conveniente realizar el estudio de redes de atarjeas laterales. Se debe cumplir lo establecido en las normas correspondientes respecto a las pruebas de hermeticidad, para evitar la contaminación de los mantos acuíferos y de los suelos por fallas en las juntas de las tuberías o al incorporase materiales extraños al sistema de alcantarillado.

SECCIÓN 604
PLANTAS DE TRATAMIENTO Y FOSAS SÉPTICAS

604.1 Plantas de tratamiento. La disposición final de las aguas residuales debe acatar los parámetros establecidos en la normatividad correspondiente y para ello, se deben someter a algún tipo de tratamiento aprobado, antes del vertido al subsuelo o corrientes, cuerpos de agua o su reutilización.

Antes de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto de tratamiento se debe realizar un análisis de las aguas residuales por tratar para así, dependiendo de los resultados, seleccionar el sitio de vertido e infiltración o reutilización del agua tratada y poder escoger el tipo de planta y proceso que cada caso demande.

Para obtener agua tratada con calidad suficiente necesaria para riego de jardines o llenado de tanques de descarga de inodoros por ejemplo, se debe cumplir con la normatividad referida en la norma **NOM-003-SEMARNAT-1997.**

604.2 Elementos de una planta de tratamiento. Las plantas de tratamiento consisten principalmente de: estructuras tales como edificaciones para oficinas, clorinación, deshidratación, reactivos, laboratorios bodegas y talleres, compresores y equipo eléctrico; depósitos para regularización, cárcamos de bombeo, canales, recepción de tuberías, medidores Parshall, desarenadores, aeración, clarificación, vertido y manejo de lodos, entre los más importantes.

604.3 Fosas sépticas. Para la captación y tratamiento de las aguas residuales en los lugares donde no exista alcantarillado sanitario público, se deben utilizar fosas sépticas para una o varias viviendas e incluso para equipamiento y comercio.

Según sea el caso y las características del proyecto, dos o más fosas sépticas pueden conectarse entre sí mediante una red local. Las fosas sépticas deben permitir la remoción periódica de lodos y líquidos excedentes acumulados en ellas.

El proceso de tratamiento que realizan las fosas sépticas no debe contaminar los acuíferos ni representar un riesgo o peligro para la salud de las personas por lo que, el diseño y construcción de éstas, deben cumplir con las normas de ingeniería sanitaria,

higiene y seguridad establecidas en este Código y por la autoridad competente.

604.4 Tipos de fosas sépticas. Las fosas pequeñas y generalmente las plantas de tratamiento unitarias de las aguas residuales se pueden clasificar según sus componentes en varias clases:

- **Simple.** Cámara de retención de sólidos con rejilla y cámara de sedimentación.

- **Compuesta.** Cámara de retención de sólidos con rejilla, cámara de sedimentación y cámara de oxidación. En ambos casos se complementa el sistema con pozos de absorción o campo de riego.

- **Fosas sépticas inoculadas.** Son aquellas que por estar adicionadas con agentes biológicos aceleran la descomposición y no producen sólidos de consideración en largos periodos de funcionamiento. Se utilizan generalmente en conjuntos habitacionales y se localizan debajo de la superficie cubriéndose con elementos de ornato como pasto.

Las fosas sépticas, según el número de usuarios, deben dimensionarse de acuerdo con la **Tabla 604.4**

SECCIÓN 605
AGUAS PLUVIALES

605.1 Consideraciones Generales. El diseño de los sistemas de alcantarillado de aguas pluviales debe evitar el escurrimiento y la acumulación de agua en las vialidades de los conjuntos habitacionales y del contexto inmediato a ellos.

605.2 Estudios. El proyecto pluvial debe contar con estudios basados en la información climatológica correspondiente a los registros de precipitaciones para obtener los datos de precipitación característica poniendo especial atención a los valores de la intensidad, duración y periodos de retorno. A partir de esos datos se deben estimar los gastos de diseño para dimensionar los sistemas de alcantarillado y de la tormenta de diseño asociada.

605.3 Gastos de diseño. Para calcular el gasto de diseño se debe emplear el método de la fórmula racional que relaciona el área de captación con la intensidad de precipitación y el coeficiente de escurrimiento. Debe cuidarse la correcta selección de los valores obtenidos en las condiciones de saturación del área, precipitación, periodo de retorno y duración de la tormenta, además de otros valores como el tiempo de concentración y longitudes de captación.

605.4 Red de alcantarillado. Por lo que respecta a la red de alcantarillado pluvial, los elementos que lo integran son similares a los descritos para las aguas negras y se componen de albañales, atarjeas, subcolectores, colectores y el emisor con destino final a un cuerpo receptor.

605.5 Características. Aplican las mismas características de la Sección 603 para el diseño de los alcantarillados sanitario y pluvial.

SECCIÓN 606
GAS COMBUSTIBLE DOMÉSTICO

606.1 Gas LP. Los lineamientos relativos a las instalaciones para el gas licuado de petróleo o gas L.P destinados para uso doméstico, se incluyen en los **Capítulos 36 y 37** de este Código.

Tabla 604.4. Dimensiones de fosas sépticas según población

Población (hab)	Núm. de cámaras	Ancho (m)	Longitud (m)		Profundidad total (m)
			1º cámara	2º cámara	
1-5	2	0.6	1.3	0.7	2.1
6-10	2	0.9	1.4	0.7	2.1
11-15	2	1.0	1.7	0.8	2.1
16-20	2	1.2	1.9	1.0	2.1
21-30	1	1.4	3.3	-	2.5
31-40	1	1.5	3.5	-	2.9
41-60	1	1.7	4.1	-	3.1
61-80	1	2.0	4.8	-	3.1
81-100	1	2.2	5.3	-	3.1

606.2 Gas natural comprimido (GNC)

606.2.1 Redes de distribución primarias. La construcción operación y mantenimiento de las redes de distribución primaria que incluyen: red de tuberías con diámetros de 12″ a 8″; estaciones de regulación y medición con su equipamiento como: válvulas, reguladores, líneas de desfogue, válvulas seccionales, señalización, y protecciones, compete única y exclusivamente a PEMEX quien debe observar lo establecido en la norma **NOM-007-SECRE-1999.**

604.2.2 Redes de distribución secundarias. La construcción operación y mantenimiento de las redes de distribución secundarias que incluyen: red de tuberías con diámetros de 6″ a 2″; estaciones de regulación y medición con su equipamiento como: válvulas, reguladores, líneas de desfogue, válvulas seccionales, señalización, y protecciones, compete única y exclusivamente al distribuidor quien debe observar lo que señalan las normas **NOM-002-SECRE-2003; NOM-003-SECRE-1999 y NOM-003-SECRE-1999.**

606.2.2.1 Construcción de la red de distribución secundaria. La tubería se debe construir enterrada a las profundidades establecidas en la **Tabla 604.2.2.1**

Tabla 606.2.2.1. Profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado

Ubicación	Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
En general -Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro	60	45
-Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro	75	60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles	75	60
Cruzamientos de carreteras	120	90
Cruzamientos de ferrocarriles (ver 8.1.2):	120	120
-Tubería encamisada -Tubería sin encamisar	200	200
Cruces de vías de agua	120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación	75	60

En el caso de cruzamientos de ferrocarril, carreteras u obras especiales, la instalación de las tuberías se debe sujetar a las normas oficiales mexicanas o, en ausencia de éstas, a las especificaciones técnicas aplicables que haya emitido la autoridad competente. Cuando no existan tales especificaciones, se debe cumplir con las prácticas internacionalmente reconocidas.

606.2.2.2 Separación de tuberías. Las tuberías principales y ramales de distribución deben estar separados como mínimo 30 cm del límite de propiedad. Para tuberías mayores de 254 mm, la distancia debe ser 50 cm.

La separación mínima entre la tubería y otras estructuras subterráneas paralelas o cruzadas, debe ser de 30 cm centímetros como mínimo para prevenir daños en ambas estructuras. En el caso de estructuras preexistentes a las tuberías de gas, o cuando no sea posible conservar dicha separación entre la tubería y otras estructuras subterráneas, o bien cuando la experiencia y las prácticas prudentes de ingeniería aconsejen un incremento cautelar de la protección entre las tuberías y conductos subterráneos, se deben instalar conductos, divisiones o protecciones constituidas por materiales de adecuadas características térmicas, dieléctricas e impermeabilizantes que brinden la protección más viable y segura. En último caso, las partes pueden solicitar la intervención de las autoridades competentes para determinar la solución más factible.

Para tuberías de polietileno, la separación mínima debe ser suficiente para mantener la temperatura de operación de dicha tubería dentro del límite permitido, en caso de que la otra estructura emita calor (ductos con conductores eléctricos, vapor y agua caliente). En particular, se deben tomar precauciones para aislar la tubería de gas de cualquier fuente de calor a través del método que resulte más idóneo en función del riesgo que represente la instalación. En el caso de estructuras preexistentes a las tuberías de polietileno, se debe observar lo establecido en el inciso anterior.

606.2.2.3 Responsabilidad. El distribuidor de gas es responsable de aplicar el método adecuado para enterrar la tubería cumpliendo con todas las medidas de seguridad requeridas por la norma y por las autoridades competentes.

606.2.2.4 Permisos. Antes de iniciar las obras de construcción de la red, el distribuidor se debe comunicar con la autoridad local competente, con el objeto de obtener el permiso aplicable e información relativa a la localización de otros servicios públicos y anticipar la ruta de

las tuberías de gas con el objeto de minimizar la afectación de esos servicios y, en su caso, contactar a las compañías responsables de proveer dichos servicios para disponer de la información de los servicios existentes.

606.2.2.5 Contaminación. Si durante la excavación para el tendido de la tubería del sistema de distribución se encuentran en el subsuelo derrames de combustibles líquidos, por ejemplo, gasolina, diesel o concentración de sus vapores, el distribuidor debe dar aviso a la autoridad competente antes de continuar con los trabajos de construcción.

606.2.2.6 Excavación de zanjas. La excavación de la zanja que aloja la tubería principal de distribución y sus ramales, debe cumplir con los requerimientos de ancho, profundidad y separación de la tubería para su debida instalación.

606.2.2.7 Limpieza. Antes de colocar la tubería en la zanja, ésta debe estar limpia, libre de basura, escombro, materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías.

606.2.2.8 Preparación. La superficie del fondo de la zanja se debe emparejar y afinar de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

606.2.2.9 Responsabilidad. El distribuidor es responsable de aplicar el método adecuado para rellenar las zanjas y proteger la tubería contra daños mecánicos, de modo que el nivel de piso original permanezca sin alteración.

606.2.2.10 Suelo rocoso. En este caso, la zanja se debe rellenar inicialmente con una capa de 10 cm de cualquiera de los materiales siguientes:

a) Material producto de la excavación; limpio, libre de basura, escombro, materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías.

b) Material procedente de banco de materiales como arena, tierra fina o cualquier otro material similar que proteja la tubería.

606.2.3 Señalización en tuberías.

a) Tuberías enterradas en la vía pública: Los señalamientos se deben efectuar sobre el trazo de las tuberías que trabajan a más de 689 kPa a una distancia máxima de 100 (cien) metros. Los señalamientos seleccionados no deben interferir la vialidad de vehículos y peatones. Los señalamientos en tuberías enterradas en los cruces de carreteras o vías de ferrocarril, se deben colocar en ambos lados del trazo de la tubería;

b) En caso de tuberías enterradas, se deben colocar los señalamientos por medio de postes de concreto o acero y con letreros alusivos al contenido de la tubería "Gas Natural" y precautorios como "No excavar o hacer fuego" y con el número telefónico de emergencias de la compañía distribuidora. La compañía distribuidora debe tener planos definitivos de construcción actualizados de las redes, referenciadas a puntos fijos de la ciudad o a sistemas de ubicación electrónica;

c) Las tuberías o instalaciones superficiales deben estar señalizadas de acuerdo con la norma **NOM-026-STPS-1998** y con letreros de advertencia con las características indicadas en el inciso b);

d) Señalamientos de advertencia. Se deben instalar en ambos lados de la tubería con un fondo de color contrastante que indique lo siguiente: "Tubería de alta o baja presión bajo tierra", "No cavar", "Ancho de la franja de desarrollo del sistema", "Teléfonos, código del área y nombre de la instalación para casos de emergencia" y el "Nombre y logotipo del Distribuidor", y

e) Cinta de advertencia: a una distancia sobre la tubería enterrada y antes de tapado total de la zanja se debe colocar una banda o cinta de advertencia que indique la presencia de una tubería enterrada de gas bajo ésta.

606.2.3.1 Señalización de advertencia durante la construcción. Al realizar trabajos de construcción o mantenimiento en el sistema de distribución o al concluir la jornada de trabajo se deben colocar señalamientos visibles con indicaciones de advertencia sobre la existencia de la zanja y de la tubería de gas. Los letreros deben indicar el nombre del distribuidor y/o del constructor, los números telefónicos para atender quejas. El distribuidor debe acordonar el área para prevenir al público en general sobre dichos trabajos.

606.2.4 Inspección. Se debe realizar una inspección visual durante el desarrollo de los trabajos en todos los frentes, como son: excavación, alineado y soldado, recubrimiento y bajado y relleno de zanja de acuerdo a los procedimientos y a la normatividad existente.

606.2.5 Prueba de hermeticidad.

a) Toda tubería que conduzca gas debe ser objeto de una prueba de hermeticidad antes de ser puesta en servicio, dicha prueba debe ser realizada por personal capacitado;
b) Para efectuar las pruebas de hermeticidad se debe utilizar agua, aire o gas inerte. Sólo el distribuidor puede autorizar a realizar estas pruebas a la presión de operación con gas natural. Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba;

c) La prueba de hermeticidad para la unión de conexiones a las ampliaciones del sistema con las tuberías existentes o por reparaciones a las mismas, se pueden probar a la presión de operación con la unión descubierta y mediante la aplicación de jabonadura en la misma, y

d) El extremo de la toma de servicio debe quedar obturado por medio de una brida ciega o tapón roscado para efectuar la prueba de hermeticidad.

606.2.6 Registro de pruebas. Se debe de llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas con ayuda de los registradores gráficos adecuados de presión y temperatura.

606.2.7 Certificación de los equipos de prueba. Los equipos utilizados para determinar la variación de la presión y temperatura deben tener un certificado de calibración vigente para la prueba.

606.2.8 Hermeticidad. Al término de la prueba no debe existir cambio en la presión, por lo que se considera que la instalación es hermética. La variación de presión admisible es la atribuible a una variación en temperatura al cerrar la gráfica, esta variación debe demostrarse mediante el cálculo matemático correspondiente. En caso contrario, el sistema se debe revisar hasta eliminar las fugas repitiendo la prueba hasta lograr la hermeticidad del mismo.

La gráfica debe ser firmada por el representante del distribuidor, el representante de la constructora y la Unidad de Verificación, al reverso de la misma se debe indicar, el resultado, la hora y la fecha en que se realizó la prueba, así como la identificación del tramo de línea y material o sistema de distribución probado.

606.2.9 Servicios residenciales. Tomas de servicio. Las tomas de servicio se deben conectar a la red en la parte superior o a un costado de la tubería del ramal de suministro, pero nunca en la parte inferior.

606.2.10 Prohibición. No se permite la instalación de tomas de servicio que pasen por debajo de una construcción.

606.2.11 Ubicación de la toma. La salida de la toma de servicio debe quedar en un lugar determinado por el distribuidor de manera que los equipos de medición, regulación y corte sean accesibles para el distribuidor.

606.2.12 Válvulas. Cuando una toma de servicio no quede conectada a la instalación de aprovechamiento se debe colocar en su extremo una válvula con un tapón hermético que no dañe la tubería al colocarlo ni al quitarlo.

606.2.13 Materiales. Las tomas de servicio pueden ser de tubería de acero, cobre rígido o polietileno.

606.2.14 Servicio en edificios. Las tomas de servicio para edificios con múltiple de medición en azoteas deben cumplir con lo siguiente:

a) Se puede usar tubería de acero y/o de cobre adosada en forma visible a las paredes del edificio en posición vertical y horizontal. No se permite la instalación de tomas de servicio ocultas en las paredes ni que pasen por debajo ni por el interior de edificios.

b) Las tuberías verticales que salen del piso deben ser de acero o de cobre protegido contra daños mecánicos al menos 2 metros por encima del nivel de piso.

c) Deben tener una válvula de corte a la entrada del gas junto al edificio dentro de un registro enterrado o en la tubería vertical a una altura máxima de 1,8 metros por encima del nivel de piso.

d) Las tuberías verticales se deben sujetar con abrazaderas con material aislante, espaciadas como máximo a 3 metros.

e) Las tuberías horizontales deben quedar soportadas para evitar flambeo o flexión. El máximo espaciamiento entre soportes debe ser de acuerdo a la **Tabla 606.2.14.**

Tabla 606.2.14 Espaciamiento entre soportes

Diámetro Nominal Mm (Pulgadas)	Espaciamiento Máximo M
12,7 (1/2)	1,2
15,9 (5/8) Y 19 (3/4)	1,8
25 (1) Y Mayores	2,4

SECCIÓN 607
ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO

607.1 Electrificación. Los trabajos de electrificación para un nuevo conjunto habitacional o una ampliación, deben considerar lo siguiente:

1. Anteproyecto eléctrico, en función del sembrado de casas y edificios, las vialidades, zonas comunales como parques, escuelas, mercados, etc., y las necesidades de energía que tendrá el desarrollo habitacional para tener agua y para tratarla, tanto la potable como la servida, así como desalojarla o reutilizarla. Este anteproyecto debe entregarse a las compañías eléctricas para que lo consideren en sus planes de expansión, así como para que determinen sus necesidades.

Se debe investigar y consignar la existencia de la red de conducción y distribución de energía eléctrica y sus características en cuanto a voltaje y capacidad, existencia de transformadores, su ubicación y características, así como la existencia, ubicación y capacidad de subestaciones y líneas de alto voltaje, en su caso. Se deben consignar también los tipos de postes o conducción y su ubicación en las vialidades inmediatas al sitio y la existencia de líneas de alta tensión en el área o zona, en su caso.

2. Cuando se cuente con el sembrado definitivo se debe diseñar eléctricamente el fraccionamiento, de cualquiera de las dos formas:

A. Por parte de la compañía eléctrica: para lo que se debe proporcionar no sólo el plano de sembrado definitivo, sino además un calendario de requerimientos de energía, para que la compañía diseñe e instale sus servicios y el constructor únicamente siga las normas de la compañía de acometidas al servicio.

B. En el caso de acordarse con la compañía eléctrica, el constructor debe efectuar los trabajos de diseño de las líneas de distribución de media y baja tensión, siguiendo fielmente el manual de trabajos por terceros que tienen las compañías eléctricas. En este caso se deben seguir las normas de Distribución de Media Tensión y las de Baja Tensión de la Comisión Federal de Electricidad.

607.2 Impacto del proyecto. Para prever el impacto del nuevo proyecto, se deben cuantificar los consumos normales y máximos, especificando voltajes finales de consumo y en su caso, el requerimiento de subestación eléctrica y transformadores, indicando las capacidades y características de éstos.

Se debe consignar además, el consumo previsto para actividades normales de iluminación, y aparatos y herramientas menores (bajo voltaje-110-120 Volts) y para actividades, procesos y equipos que requieran voltajes de 220-240 u otros, así como las condiciones de consumo monofásico y trifásico de energía. Se debe consignar también en su caso, la previsión de planta de emergencia, sus características, capacidad, tipo y cantidad de combustibles.

En caso de requerirse la instalación de subestación y/o transformadores, o equipos especiales, debe consignarse el riesgo que implican los mismos, la posibilidad de contaminación del aire, agua o suelo, los tipos posibles de contaminación y las disposiciones para su control.

El sistema de electrificación debe ajustarse en todos sus conceptos a las normas y especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad y de la Secretaría de Energía.

607.3 Alumbrado público. En el proyecto se debe consignar la existencia de alumbrado público en las calles inmediatas y cercanas al sitio y en los espacios públicos cercanos, sus características generales, tipo de postes y de luminarias, capacidad de luminarias y distancias o secuencias de ubicación y su distribución en banquetas y camellones, en su caso. Se deben consignar las plazas, áreas verdes, vialidades o tramos de éstas que presenten carencia o insuficiencia de alumbrado público.

Se deben tomar en cuenta las consideraciones indicadas en la Sección 605.1 y, en caso de utilizarse postes, se deben seguir las normas correspondientes para seleccionar el tipo de poste de acuerdo a la zona.

Para el nuevo desarrollo habitacional, se deben consignar las previsiones de alumbrado exterior hacia la vía pública, de los estacionamientos de superficie, plazas de acceso y áreas verdes vinculadas a la vía pública, así como de exteriores y fachadas de edificios, señalando tipo y niveles de iluminación (postes, farolas, lámparas, reflectores, etc.).

El alumbrado público debe tener un valor mínimo de eficacia para parques y jardines de 22 lm/W. El valor mínimo para banquetas, paraderos y plazas debe ser de 70 lm/W.

Adicionalmente, se deben consignar otros factores, elementos y circunstancias relacionados con el alumbrado público inmediato al sitio, que puedan tener relación con las previsibles condiciones adecuadas de iluminación y seguridad del área.

El nivel de iluminancia o la luminancia requeridas en una vialidad se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación, en cuanto 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.

Los componentes que se utilicen en la iluminación pública deben cumplir con la norma **NOM-001-SEDE-2005** y con la norma **NOM-013-ENER** vigente sobre eficiencia energética, y lo que establece la **Sección 2706 del Capítulo 27** de este Código.

SECCIÓN 608
TELEFONÍA

608.1 Análisis previo. Se debe investigar la existencia de la red telefónica en el área y en las vialidades inmediatas al sitio, sus características generales y su ubicación (postes, cables, cajas de registro, etc.) y

particularmente el grado de saturación del sistema en la zona y la disponibilidad de líneas para las nuevas edificaciones.

En cuanto a la nueva edificación que se pretende construir, es necesario cuantificar el número de líneas necesarias y en su caso el (los) tipo(s) de conmutador(es), su capacidad y ubicación probable.

608.2 Redes telefónicas para conjuntos habitacionales. En los conjuntos habitacionales se permite la instalación de redes telefónicas mediante líneas aéreas, líneas subterráneas o ambas.

608.3. Características de las redes subterráneas para conjuntos habitacionales. La red subterránea de telefonía debe proyectarse y construirse durante el periodo de trazo de calles y banquetas, considerando las necesidades inmediatas, así como las futuras expansiones que se requerirán.

608.4. Partes que componen una red telefónica. Las partes que componen una red telefónica deben ser las siguientes: red troncal, red principal, red secundaria, y red directa, las cuales se ilustran en la figura 1 y se describen a continuación:

Red troncal. Son los cables que enlazan las centrales públicas de la compañía telefónica entre sí. Se deben agrupar en cables que se denominan "troncaleros" o simplemente troncales y a su vez se deben conectar: entre centrales de servicio local en áreas urbanas; entre centrales de servicio local y L.D; y entre conmutadores y centrales de servicio local.

Red principal. Son los cables que cubren la primera fase de enlace entre la central y la caja de distribución. Los cables principian en el distribuidor general de la central y rematan dentro de unas cajas metálicas o de material plástico, denominadas de distribución que se instalan en las calles sobre las banquetas. La construcción de este tipo de red se hace preferentemente en canalizaciones.

Red secundaria. Es aquella red que parte de las cajas de distribución en cables de determinadas capacidades, hasta una terminal para 10 servicios, conocida comúnmente como "caja chica", punto de dispersión o punto de distribución. Estas cajas se instalan en postes, fachadas o en azoteas.

Red directa. Se utiliza cuando la red secundaria termina muy cerca de la central, por lo que resulta innecesaria la caja de distribución. En estas condiciones, los pares se denominan directos, lo que significa que los puntos de distribución están alimentados directamente desde el Distribuidor General.

608.5 Cables. Los cables se utilizan de diferente tipo, de acuerdo a su función a lo largo de la red. Los cables de uso entre centrales, sólo son instalados por la compañía telefónica y no se requiere que el constructor los instale en los desarrollos habitacionales. **Ver Figura 606.5.A.** A continuación se describe la función de cada cable:

Cables subterráneos (TA, TAP, TAF). Son cables formados por pares, de conductores de cobre suave electrolíticamente puro, aislados individualmente, que se tuercen para formar pares. El aislamiento es de papel coloreado que está arrollado en forma helicoidal. Reunidos en grupos, poseen hilos de colores de acuerdo a un código, para su identificación. **Ver Figura 605.5 B.**

Cables aéreos (ASP, EKE). Son cables formados por pares, integrados por conductores de cobre suave, electrolíticamente puro y aislados individualmente con polietileno o polipropileno en colores para su identificación. Los conductores aislados se tuercen, para obtener pares, éstos se reúnen en grupos de 10 pares arrollados con hilos de colores, para su identificación.

Cables para interiores (EKI). Cable formado por pares. Los conductores son de cobre suave aislados con cloruro de polivinilo (PVC) semirrígido, en colores para su identificación. Se agrupa en grupos de 10 pares con una cinta de identificación.

Tabla 608.5 Tipos de cables para red telefónica y su utilización

Utilización	Tipo
Para Centrales	Ekc
Para Distribuidor General	Ekd
Subterráneos	Ta,Tap (Canalizados) Taf (Enterrados)
Aéreo	Asp, Eke
Interiores	Eki

ESQUEMA MOSTRANDO LAS DISTINTAS REDES.

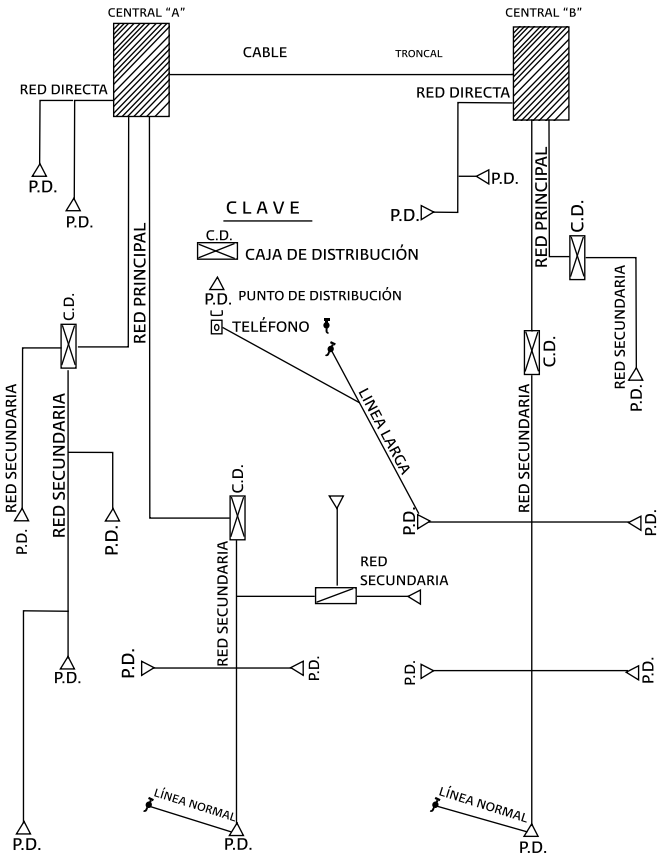


Figura 606.5 A Partes de una red telefónica

608.6. Canalizaciones. Para la red telefónica subterránea hay que construir canalizaciones por medio de ductos de cemento o tubo de asbesto que va del registro o pozos al edificio o casa, según sea el caso. Los ductos son de 4 vías de 100 mm de diámetro de 1m de longitud. El ducto que se describe posteriormente, se debe presurizar con aire seco, después de meter el cable para proteger a este último. **Ver Figura 608.5 B.**

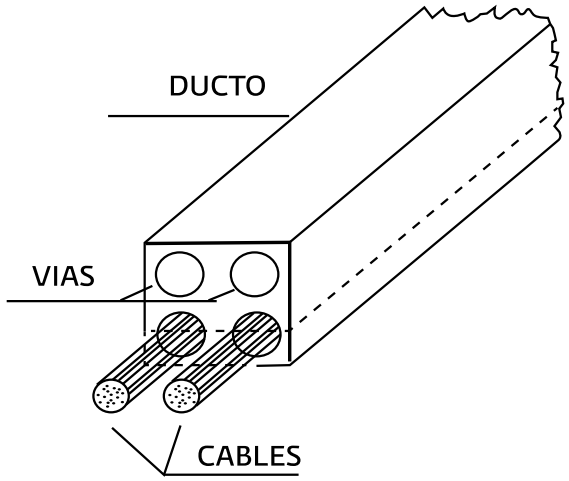


Figura 608.5 B. Cables subterráneos

608.7. Aéreo. Se consideran de tipo aéreo las instalaciones en donde se transmiten ondas por aire, las cuales requieren la instalación de antenas, para las cuales se requiere tener espacio reservado para este fin.

608.8. Pozos de visita. Los pozos de visita deben construirse para la maniobra de la instalación de los cables, para la conexión de los cables, para seccionar y mandar hacia diferentes rutas los cables y para dar mantenimiento.

Los pozos se construyen en las banquetas y en el arroyo. Estos últimos sólo en casos muy especiales. Estos pozos deben contar con tapa para su acceso y disponer de un resumidero en forma de cubo que sirve para desaguar el pozo. Deben contar además con apoyos de fierro sobre sus muros, formados por bastidores y soportes para distribuir y acomodar los cables de la mejor manera.

En las canalizaciones, los pozos se deben construir a distancias entre 50 y 100 m unos de otros, ya que resulta muy difícil el "jalado" de los cables a través de las vías de la canalización en longitudes mayores. Sin embargo, la distancia entre pozos está realmente limitada a las necesidades de los cables en cuanto a empalmes, derivaciones y a la configuración del terreno, ya sea en el plano vertical o en el horizontal.

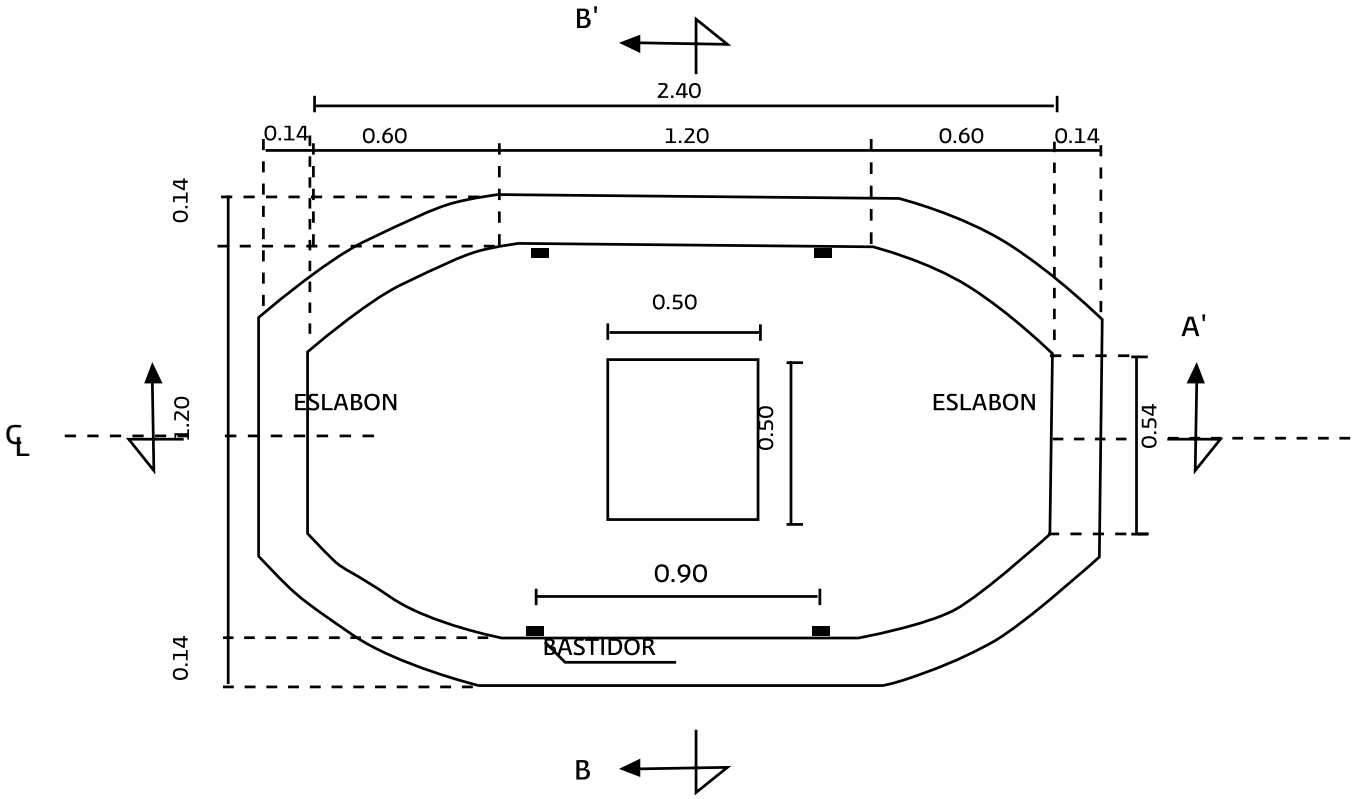
El tamaño de los pozos está en relación con la cantidad de vías de canalización.

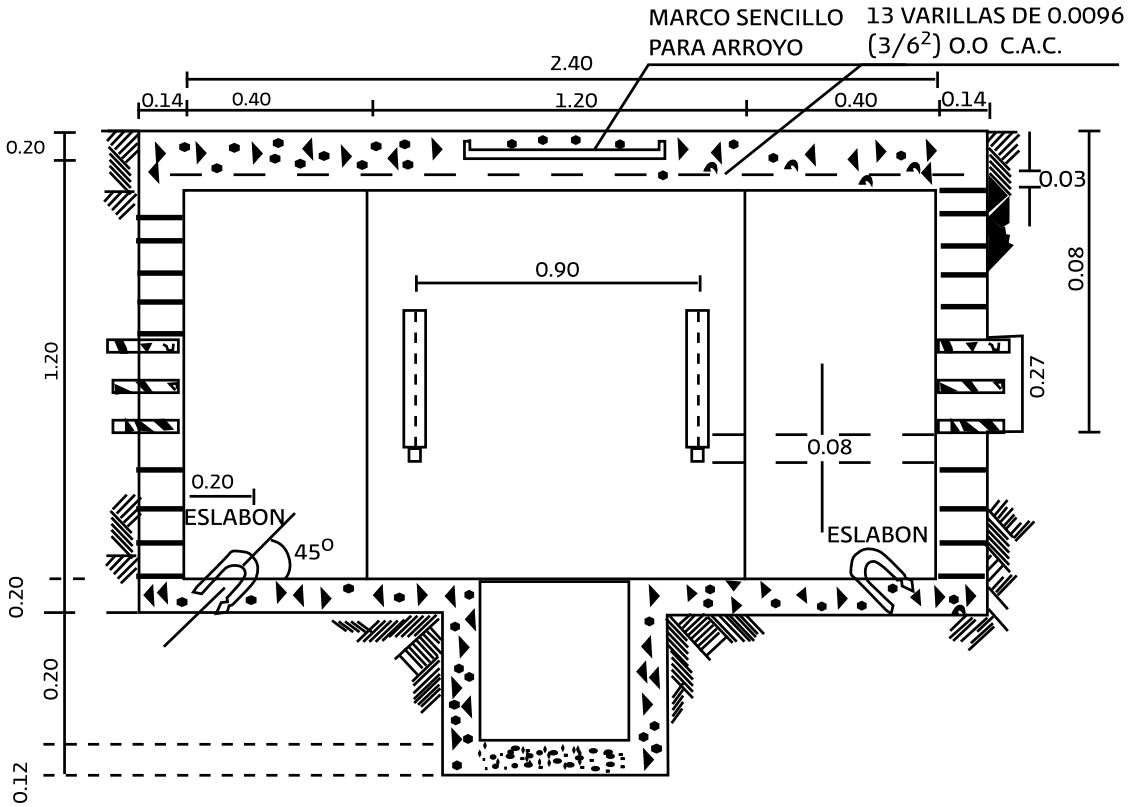
POZO MEDIANO. Se usan en canalizaciones de IV y VIII vías.

POZO GRANDE. Se usa en todos los casos en que por las condiciones del terreno, cables, bobinas o empalmes que contiene, no sea económico o cómodo utilizar el pozo mediano.

Ver Figura 608.7, la cual muestra una construcción de un pozo mediano de 2 boquillas VIII vías con su vista de planta, corte A-A y corte S-S.

Ver Figura 608.8 en donde se muestran dos cajas de distribución de 700 pares, las cuales deben quedar instaladas en la banqueta y no obstruir el paso peatonal.


B'
2.40
0.14
0.60
1.20
0.60
0.14
0.14
0.50
A'
ESLABON
ESLABON
1.20
0.50
0.54
0.90
BASTIDOR
0.14
B


MARCO SENCILLO
PARA ARROYO
13 VARILLAS DE 0.0096
(3/6²) O.O C.A.C.
2.40
0.14
0.40
1.20
0.40
0.14
0.20
0.03
0.08
0.90
1.20
0.27
0.08
0.20
ESLABON
45°
ESLABON
0.20
0.20
0.12

CORTE A - A

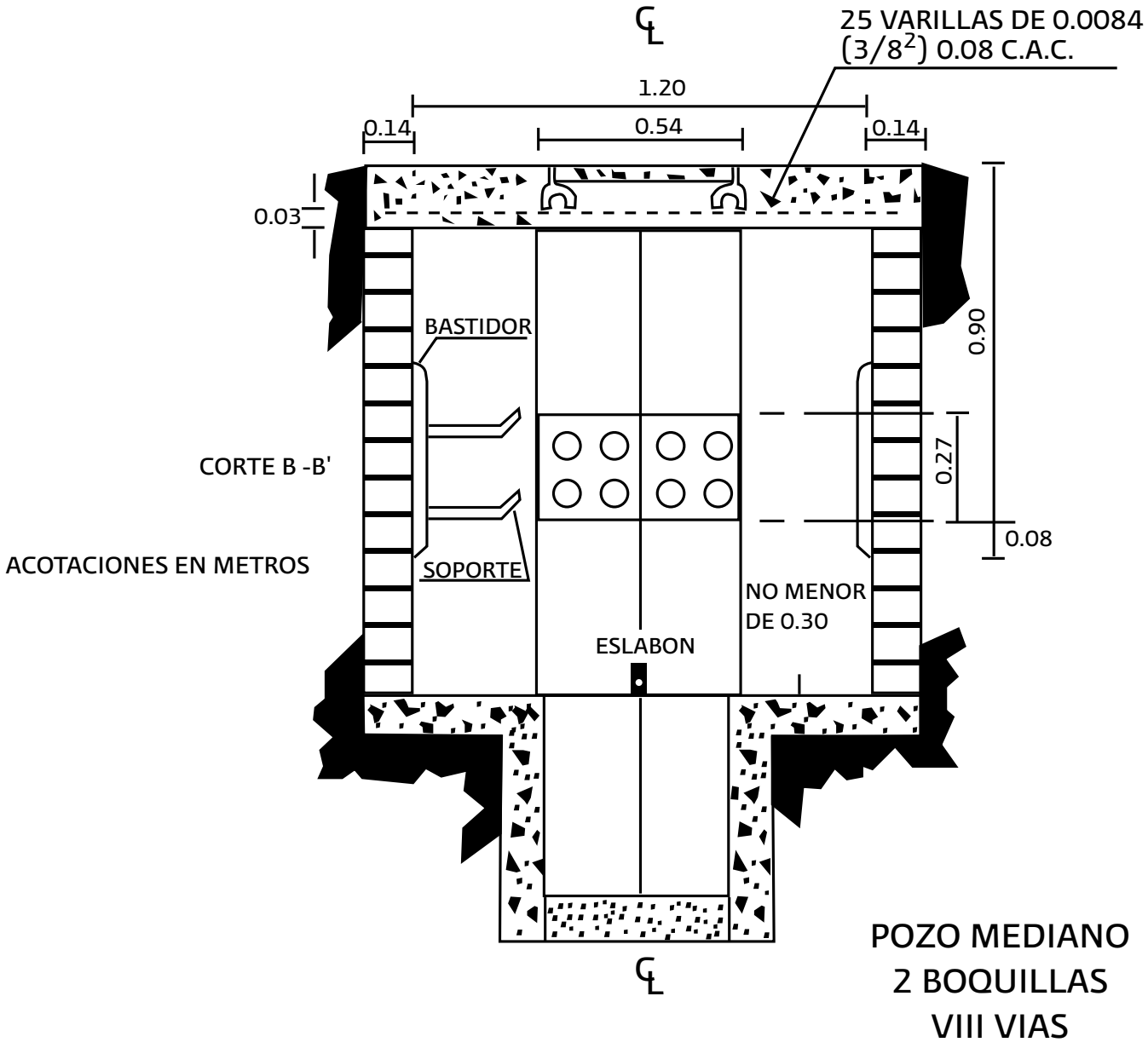


Figura 608.8 Pozo mediano.

608.9. Cajas de distribución. La caja de distribución o caja grande, es el punto de interconexión entre la red principal y la red secundaria; es decir que aquí rematan los cables principales y los cables secundarios. La unión de estas dos partes, se hace por medio de puentes. Las cajas de distribución son construidas en dos capacidades:

o Caja de 700 pares que son para 300 pares principales y 400 secundarios.

o Caja de 1400 pares que son para 600 pares principales y 800 secundarios.

608.10. Cajas terminales. De las cajas de distribución sale la red secundaria y se distribuye por avenidas y calles para proporcionar el servicio telefónico. Es subterránea, ya que es por canalización mural, por ser clavada en muros y azoteas o interior por ser instalada en tuberías y registros dentro de los edificios.

La red secundaria se remata en unas cajas llamadas cajas terminales o puntos de distribución. La capacidad normal de estas cajas es de 10 pares y dependiendo dónde estén montadas, es como se les designa; así se tiene: caja terminal en poste, caja terminal en fachada, caja terminal en registro.

SECCIÓN 701
VIALIDADES

701.1 Consideraciones generales. El diseño del sistema vial de un nuevo desarrollo debe considerar la integración del conjunto a las vialidades existentes, tomando en cuenta el incremento de tránsito vehicular que se producirá en el nuevo desarrollo.

701.2 Estructura jerárquica. Las vialidades, se clasifican jerárquicamente y son diseñadas de acuerdo con su función. Las definiciones aquí contenidas son aplicables solamente para calles de zonas habitacionales y no deben relacionarse con la clasificación de vías de comunicación elaborada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

a. El sistema bajo el cual se clasifican las vialidades jerárquicamente está definido de acuerdo con la función de la calle y el número de vehículos diarios promedio, calculados en base a estudios de generación de viajes.

b. Cada calle será clasificada y diseñada cumpliendo los estándares para cada uno de los tipos de vialidad definidos en esta sección. El tramo total de la vialidad debe ser diseñada de acuerdo al número más alto de vehículos diarios promedio, cuando éste varíe durante los diferentes tramos de la misma.

c. La autoridad local y el desarrollador deben determinar el nivel de orden de vialidad más alto requerido en el desarrollo habitacional, considerando lo siguiente:

1. El tamaño del desarrollo habitacional, según número y tipo de viviendas y el tipo de vehículos de servicios que circularán, de acuerdo con el estudio de impacto vial.

2. El desarrollo actual o potencial de los sitios adyacentes considerando la posibilidad de tráfico que cruce desde desarrollos vecinos.

3. Las vialidades propuestas para esa área, de acuerdo con el Plan Maestro de Vialidad y Transporte de la localidad.

Para adecuarse a las condiciones del terreno la separación máxima entre vialidades señalada aquí, se podrá incrementar hasta en un 30%.

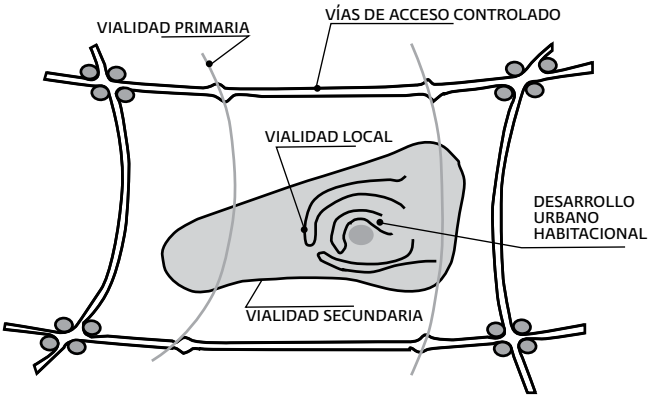


Figura 701.2 Componentes Del Sistema Vial

Vialidad nivel 1 (primaria): Vialidad para tráfico rodado y velocidades de hasta 90 km/h, su función es comunicar al desarrollo habitacional con el resto de la localidad y colectar los flujos vehiculares de las vías de menor jerarquía. Separación máxima de 1.2 km entre vialidades primarias, cuando menos dos carriles de circulación por sentido, uno de mínimo 3.25 m de ancho y otro de mínimo 3.50 m de ancho. Ambos carriles estarán libres de zonas de maniobras y de espacios de estacionamiento, camellón central de cuando menos 3.5 m de ancho, banqueta mínima de 3.00 m considerando la guarnición.

Vialidad nivel 2 (secundaria): Vialidad para tráfico rodado que funciona como colectora de las calles terciarias, su función es comunicar una o más vías de menor orden con vialidades de nivel 1, se usa normalmente para tráfico de paso o para dar acceso a los predios; en ellos, deben preverse espacios para estacionamientos, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga de mercancías. Separación máxima de 750 metros entre vialidades de nivel y nivel 2, y cuando menos dos carriles de circulación en ambos sentidos, de mínimo 3.25 m, un carril por sentido puede utilizarse para estacionamiento; banqueta mínima de 2.50 m considerando la guarnición.

Vialidad nivel 3 (local): Se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a calles colectoras. Vialidad de tráfico rodado local de velocidad de hasta 30 km/h, su función es limitar el tráfico de alta velocidad, así como el tráfico de paso debido a sus dimensiones. Separación máxima de 200 m entre vialidades y cuando menos un carril de 3.50 m de ancho libre de estacionamiento; banqueta

mínima de 2.00 m considerando la guarnición.

Vialidad nivel 4 (local con retorno): Calle con una sola vía de acceso y salida, con un retorno al final de la calle. La longitud máxima de este tipo de vialidad será de 150 m. Esta es la única vialidad vehicular que puede ser de uso privado; banqueta mínima de 1.50 m considerando la guarnición.

Andador peatonal: Vialidad en la cual el tráfico rodado está prohibido. Separa el tránsito vehicular del peatonal otorgando mayor seguridad y tranquilidad a los residentes. Reduce los costos y áreas de la red vial de acceso al introducir especificaciones menos exigentes que las usadas en la vialidad de tráfico rodado.

Peatonal con tráfico restringido: Vialidad que permite el acceso de vehículos de servicio hacia las zonas de equipamiento urbano, así como ciertos tipos de comercio ubicados en las zonas habitacionales. Su función es: a) peatonal otorgando prioridad y seguridad respecto al automóvil y b) vehicular, reservado a los vehículos de servicio.

Ciclopista: Vialidad de 1.00 m de ancho mínimo, que permite la circulación de bicicletas otorgándoles prioridad y seguridad respecto al automóvil.

701.2.1 Vías de acceso controlado. Este tipo de vialidad sólo se aplica en los nuevos desarrollos urbanos habitacionales que por su ubicación, estén afectados por una vialidad municipal de este tipo, y debe considerar las siguientes características.

- Son exclusivas para tránsito vehicular.
- No deben tener acceso directo a predios.
- Deben contar con pasos a desnivel para cruce con otras calles.
- No deben contar con posibilidad de estacionamiento sobre la vía.
- La velocidad permisible de circulación es de 70 a 90 km. / hr.
- Superficie de rodamiento de cuatro a ocho carriles divididos en dos carriles en ambos sentidos y además arroyos extras para baja velocidad.
- Cuando haya una vía de acceso controlado o una carretera, así como cualquier otro elemento que actúe como barrera transversal dentro del desarrollo, se deben edificar cruces o pasos vehiculares y peatonales, a fin de conectar las secciones del desarrollo. Esto es necesario cada vez que se considere el acceso a un equipamiento ubicado en el otro lado de la barrera.

701.2.2 Conexión de vialidades. Las vialidades de nivel 1 y de nivel 2 deben tener posibilidad de conectarse con vialidades actuales o futuras fuera del desarrollo; para este propósito no se deben edificar viviendas o equipamientos en las cabeceras de dichas vialidades y se deben diseñar retornos en los casos en los que no se prevea una conexión inmediata.

701.2.3 Separación y cruces entre vialidades.

a. Cuando dos vialidades con tránsito rodado del mismo orden se crucen, se deben prever dispositivos de seguridad como topes, señales, etc. para evitar accidentes.

b. Cuando una vialidad peatonal conecte con una vialidad de tráfico rodado, se deben prever dispositivos de seguridad como cambio de pavimento, topes, señales, etc. para que el peatón cruce sin peligro.

c. Una vialidad de menor orden no debe cruzar en ningún caso a una vialidad de orden mayor. Se debe evitar la continuidad de vialidades de distinta jerarquía en línea recta o en cruce de otra vialidad.

701.2.4 Ancho de calzada de las vialidades. Se determina en función de los requerimientos según la intensidad del desarrollo servido por dicha calle.

La intensidad del desarrollo se basa en el número de viviendas por hectárea de suelo servido por una calle en particular, excluyendo el área de espacios abiertos comunes y cualquier otra superficie con restricciones para futuros desarrollos.

a. El ancho de calzada debe considerar también posibles limitaciones impuestas por vistas, clima, pendientes del terreno, y necesidades de mantenimiento.

b. Las autoridades locales pueden requerir un ancho de calzada mayor para recibir colectores mayores o menores que sean parte de una ciclopista, según esté indicado en el Plan Maestro de Vialidad y Transporte.

701.2.5 Banquetas. La banqueta debe tener una franja de servicio de cuando menos 0.50 m considerando la guarnición y una franja para la circulación peatonal sin interferencias de mobiliario urbano, postes, instalaciones y rampas de acceso a estacionamientos, de al menos 1.0 m de ancho en calles Nivel 4; 1.5 m de ancho en vialidades Nivel 3; 2.0 m de ancho en vialidad de Nivel 2; y 2.5 m de ancho en vialidad de Nivel 1. Se deben considerar rampas en los pasos peatonales para personas con discapacidad. Al menos un árbol o planta resistente al clima de cuando menos 1.8 m.

de altura a cada 15.0 m en cada una de las aceras. La altura libre de interferencias será de 2.10 m.

a. Las banquetas deben ser construidas en forma paralela a la calle. Se puede hacer una excepción cuando se trate de preservar características topográficas o naturales, o por un interés visual, o siempre y cuando el solicitante demuestre que el sistema peatonal propuesto es una circulación segura y conveniente.

b. En las intersecciones y pasos peatonales deben incluirse rampas de acceso para personas con discapacidad.

c. Cuando la vialidad cuente con estacionamiento no paralelo a la calle, las banquetas deben diseñarse de tal forma que no lleven a los peatones a caminar entre los vehículos estacionados y el arroyo de la calle.

701.2.6 Acotamiento y hombro. El acotamiento se debe utilizar en lugar de guarniciones cuando se requiera por la autoridad respectiva, cuando por el tipo de suelo y la topografía sea preferible usarla, y/o para preservar el carácter rural de la zona.

a. El acotamiento debe ser de 1.20 m de ancho, excepto en las calles colectoras de alta intensidad con estacionamiento, en las cuales deben de ser de 1.80 m de ancho en cada lado; y, en las vialidades colectoras mayores de media y alta intensidad, deben ser de 3.20 m de ancho en cada lado. El acotamiento se debe incluir dentro del derecho de vía de las vialidades.

b. El acotamiento debe construirse con materiales tales como tierra estabilizada, grava, piedra triturada, tratamiento bituminoso, o cualquier otra forma de pavimento que soporte la carga vehicular. El acotamiento sobre vialidades colectoras y sobre las calles que forman parte de una ciclo vía debe ser pavimentado con asfalto.

701.2.7 Guarniciones. Las guarniciones o guarniciones con banqueta se usan para conducir los escurrimientos de agua, por seguridad y para delinear y proteger la orilla del pavimento.

El requerimiento de guarnición varía de acuerdo con la jerarquía de la calle y la intensidad del desarrollo. Generalmente se requieren guarniciones cuando se permite el estacionamiento sobre la calle.

a. Cuando la guarnición no se requiere, se debe definir y estabilizar la orilla del mismo tanto por razones de seguridad como para evitar la destrucción del pavimento. Se pueden requerir guarniciones para el manejo del agua pluvial, estabilización de la acera, para delinear las áreas de estacionamiento, 3.00 m a ambos lados de las alcantarillas, en las intersecciones, en las esquinas y en donde el radio de giro sea agudo.

b. El no usar guarniciones puede ser autorizado por la autoridad local y en su caso utilizar la cuneta o bordes para el drenaje cuando se demuestre que la topografía hace las veces de los bordes o cuando se desee preservar el carácter rural de la comunidad. La construcción de guarniciones puede ser omitida en desarrollos de media densidad, cuando el alineamiento del frente esté remetido más de 12.0 m y se demuestre que existe suficiente espacio para estacionamiento dentro del lote.

c. La autoridad local puede determinar el tipo de guarnición. Se permite flexibilidad en el diseño, siempre y cuando el tipo de guarnición se ajuste al sistema de drenaje propuesto. Generalmente, las guarniciones se construyen de concreto o de block de granito o de cantera.

d. Las guarniciones deben ser construidas de acuerdo con lo especificado en la normatividad respectiva.

701.2.8 Derecho de vía y ancho de la calzada. El derecho de vía de una vialidad se mide de alineamiento a alineamiento. La autoridad local debe exigir que el derecho de vía y el ancho de la calzada de una nueva vialidad que es continuación de una vialidad existente, tenga un ancho cuando menos igual al de la vialidad existente.

El derecho de vía de una vialidad debe ser suficientemente amplia para acomodar futuros desarrollos según se indique en el Plan Maestro.

SECCIÓN 702
SEÑALIZACIÓN

702.1 Control de tránsito. El diseño y la ubicación, así como el uso de los dispositivos de control de tránsito, deben cumplir con lo establecido en el "Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras", elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE).

702.2. Señalización en vialidades. Todas las vialidades deben contar con señalización horizontal y vertical. Esta última debe ser legible a una distancia de 20 m. La altura mínima de la parte inferior de los tableros debe ser de 2.10 m sobre la banqueta. La señalización debe servir también para orientar los cruces peatonales en las esquinas y los pasos de cebra.

En las intersecciones de dos vías, deben colocarse cuando menos dos letreros con los nombres de las calles y cuando menos uno en la intersecciones tipo T. El letrero no debe obstruir la vista de la vialidad y debe ser visible. El diseño del letrero debe ser consistente, de un estilo apropiado a la comunidad, de un color y tamaño uniforme y

construido de acuerdo con los estándares establecidos.

En las intersecciones con señalización, los letreros de las calles deben colocarse en la estructura que sostiene el semáforo, o en su caso convenientemente suspendido sobre la intersección de las calles. La altura libre debe ser de un mínimo de 4.50 m desde la parte más baja del letrero hasta el punto más alto de la superficie pavimentada.

SECCIÓN 703
ESTACIONAMIENTOS

703.1 Lugares para estacionamiento. Un número adecuado de lugares para estacionamiento se requiere en los desarrollos habitacionales, tanto para los residentes como para los visitantes, de acuerdo con los requerimientos establecidos en las Secciones 703.4 a 703.7 Asimismo, se deben contemplar lugares de estacionamiento para discapacitados, los cuales se consideran dentro del número total de espacios requeridos.

Los cajones de estacionamiento requeridos en los desarrollos habitacionales deben cumplir con la siguiente distribución: 50% de los cajones deben ser grandes, 50% deben ser cajones chicos y deben contar con un cajón para discapacitados por cada 25 viviendas.

703.2 Dimensiones de los cajones de estacionamiento. Los cajones de estacionamiento deben tener las dimensiones establecidas en la **Tabla 703.2.**

703.3 Áreas de estacionamiento

a. Las áreas de estacionamiento deben ubicarse a una distancia accesible a pie del área de vivienda que sirven.

b. El acceso a las áreas de estacionamiento debe estar diseñado de tal forma que no se formen filas sobre la vialidad y que exista suficiente área para los peatones. Asimismo, deberá existir suficiente espacio para entrar y salir del cajón de estacionamiento, para asegurar la movilidad y seguridad tanto de los vehículos como de los peatones.

c. El ancho de las calles que dan acceso directo a los cajones de estacionamiento deberá cumplir con los requerimientos establecidos en la Tabla 703.3 Cuando las filas de cajones estén diseñados en un ángulo diferente a 90°, solamente se permitirá la circulación en un solo sentido.

d. Cuando existan banquetas en las áreas de estacionamiento, los vehículos estacionados no deberán sobrepasar la banqueta, a menos que se amplíe su ancho en 60 cm.

e. Cuando el área de estacionamiento sea el único acceso a las viviendas, deberán considerarse las siguientes características:

- Un carril destinado al acceso de vehículos de emergencia y de servicios de cuando menos 5.40 m de ancho.
- El área de estacionamiento deberá contar con áreas de retorno cada 360 m, como máximo, las cuales deben medir cuando menos 5.40 m por 18 m.
- Las áreas de estacionamiento con más de 100 cajones deberán contar cuando menos con dos accesos y dos salidas, o contar con una entrada doble.

Tabla 703.3 Ángulos de los cajones de estacionamiento y ancho de los carriles de acceso.

Ángulo de estacionamiento	Ancho del pasillo
30	3.50
45	3.50
60	4.50
90	5.50

703.4 Dotación. La dotación de espacios de estacionamiento se establecerá en base al nivel de ingreso de la población atendida y dependiendo de las necesidades y capacidades de la zona en que se inscribe el desarrollo, como mínimos para vivienda multifamiliar se considerará un cajón de estacionamiento por cada 2 viviendas, y en vivienda unifamiliar un cajón de estacionamiento por vivienda.

703.5 Personas con discapacidades. Los edificios multifamiliares y desarrollos habitacionales deben contar con 1 cajón de estacionamiento para personas con discapacidad por cada 25 viviendas o fracción.

703.6 Estacionamientos de visita. Los edificios multifamiliares y desarrollos habitacionales deben contar con 1 cajón de estacionamiento para visitas por cada 10 viviendas o fracción. La vivienda de tipo social progresivo estará exenta de esta reglamentación.

703.7 Cajones compactos. En edificios multifamiliares y desarrollos habitacionales, se permite que hasta el 50 por ciento de los cajones de estacionamiento se asignen para autos compactos.

703.8 Entrada y salida. Los carriles de circulación para entrada y salida de vehículos deben estar perfectamente delimitados y tener no menos de 2.5 m de ancho.

703.9 Carriles de circulación vehicular. Se deben respetar los siguientes anchos mínimos: para cajones colocados a 30º y 45º la circulación de un sentido es de 3.5 m y la de dos sentidos es de 5.0 m.

Para cajones colocados a 60º la circulación de un sentido es de 4.5 m de ancho y la de dos sentidos es de 5.0 m de ancho. Para cajones colocados a 90º la circulación de uno y dos sentidos es de 5.5 m de ancho.

703.10 Protección. En los estacionamientos deben existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir el posible impacto de automóviles.

703.11 Columnas y muros. Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deben tener una banqueta de 15 cm de altura y 30 cm de ancho con las esquinas redondeadas.

703.12 Circulaciones. Las circulaciones para vehículos deben estar separadas de las de peatones.

703.13 Rampas. Las rampas deben tener una pendiente máxima de 15%, una anchura mínima en rectas de 2.5 m y en curvas de 3.5 m. El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, será de 7.5 m. Las rampas deben estar delimitadas por una guarnición con una altura de 15 cm y una banqueta de protección con una anchura mínima de 30 cm en rectas y 50 cm en curvas. En este último caso debe existir un pretil de 60 cm de altura por lo menos. Antes de que los automóviles arriben de una rampa a una circulación peatonal debe existir un espacio plano no menor de 5.0 m de largo.

703.14 Topes. Cuando el vehículo se estacione frente a una banqueta, entre las llantas y la banqueta debe existir una distancia de 60 cm franqueada por un tope o guarnición de frenado debidamente aprobado. Esta misma condición se debe ampliar a 80 cm cuando el vehículo se estacione frente a un muro.

703.15 Largo mínimo de cocheras. La cochera debe tener un largo mínimo de 5.40 m medidos, si así corresponde, del paramento de desplante de la vivienda al alineamiento del lote en vía pública.

703.16 Cocheras cubiertas. Las cocheras cubiertas o apergoladas hacia el alineamiento de la vía pública no deben ocupar más del 50% del frente del lote ni deben exceder de 9.0 m de ancho.

703.17 Puertas de comunicación. Las puertas que comuniquen a una cochera con la vivienda no deben abrir directamente a un espacio usado como dormitorio.

703.18 Pisos de estacionamientos y cocheras. El área de piso para estacionamiento de automóviles u otros vehículos debe estar en declive para facilitar el movimiento de líquidos al desagüe pluvial o hacia la entrada principal de los vehículos.

Tabla 703.2 Dimensiones de los cajones de estacionamiento

Estacionamiento en batería							
Cajón camioneta		Cajón regular		Cajón compacto		Discapacitados	
Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m
5.40	2.40	5.00	2.50	4.80	2.40	5.40	3.80
Estacionamiento en cordón							
6.00	2.40	6.00	2.40	5.10	2.20	6.00	3.60

PARTE 3
DISEÑO DEL EDIFICIO

3

DISEÑO DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 8 - DISEÑO DEL EDIFICIO

SECCIÓN 801
EMPLAZAMIENTO

801.1 Preliminares. Previo al diseño del edificio, se deben acatar las disposiciones y condicionantes establecidos en la Parte II Aspectos Urbanos, además de contar, principalmente, con los siguientes documentos:

a) Título de la propiedad, ubicación y polígono envolvente con el área respectiva.

b) Constancia de uso del suelo.

c) Alineamiento y número oficial.

d) Levantamiento topográfico.

801.2 Afectaciones. Toda edificación debe asumir y respetar las afectaciones por derechos de vía tales como líneas de alta tensión, agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, drenes, gasoductos, oleoductos y vialidades proyectadas, así como los anchos establecidos para cada uno de ellos con la autorización de la autoridad competente.

801.3 Nivel de inundación. El desplante del nivel más bajo del edificio debe estar condicionado por las disposiciones de la **Sección 824** referente al nivel de inundación de diseño.

801.4 Limitaciones de vivienda. Un condominio horizontal o vertical debe agrupar un máximo de 60 unidades de vivienda.

801.5 Limitaciones de densidad. Toda edificación se debe sujetar al coeficiente de ocupación del suelo COS y al coeficiente de utilización del suelo CUS, indicados en el o los programas de desarrollo urbano emitidos por la autoridad competente.

801.5.1 COS. El COS es la relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno, y se calcula con la expresión siguiente:

COS = 1 – (% del área libre en decimales) ÷ (área total del terreno).

La superficie de desplante es el resultado de multiplicar el COS, por la superficie total del terreno.

801.5.2 CUS. El CUS es la relación aritmética existente entre la superficie total construida en todos los niveles del edificio y el área total del predio, y se calcula con la expresión siguiente:

CUS = (superficie de desplante) x (número de niveles) ÷ (área total del terreno).

La superficie máxima de construcción es el resultado de multiplicar el CUS por el área del predio.

Las viviendas construidas en terrenos con pendiente natural deben respetar el número de niveles, que señalen los COS y CUS vigentes, en toda la superficie del terreno a partir del nivel de desplante.

801.6 Limitaciones de altura. La vivienda unifamiliar y la agrupada en condominios horizontales deben tener un máximo de tres niveles, la vivienda multifamiliar agrupada en condominios verticales debe tener un máximo de 5 niveles, con o sin elevador. En ambos casos los posibles sótanos y estacionamientos subterráneos quedan excluidos de la adición y suma de niveles permitidos. Corresponde a la autoridad competente normar las alturas máximas permitidas.

801.7 Obras de excavación y relleno. Se permite excavar o nivelar el terreno hasta el nivel de banqueta siempre que la altura de los muros de contención no sea mayor de 3.5 m.

801.8 Separación por sismo. Los muros colindantes entre predios vecinos deben estar separados por una distancia no menor de 5 cm, ni menor que el desplazamiento horizontal máximo calculado para el nivel que se trate, según el diseño por sismo referido en el Capítulo 21 de este Código.

801.9 Pasillos de servicio. Los pasillos de servicio, entre paramento y paramento, deben tener un ancho no menor de 90 cm.

801.10 Separación por iluminación y ventilación. La separación entre edificios, por motivos de iluminación y ventilación debe ser no menor de un tercio de la altura del edificio más alto. Así también la separación entre edificios debe ser condicionada por la

dimensión de los patios de iluminación y ventilación natural establecidos en la **Sección 802** de este capítulo.

SECCIÓN 802
PATIOS DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL

802.1 Área mínima. El área de los patios de iluminación y ventilación natural no debe ser menor de 4.41 m2 con lado mínimo de 2.1 m. Su cálculo, para edificios de tres o más niveles, se debe hacer multiplicando 2.1 m por un tercio de la altura del paramento.

802.2 Paramentos desiguales. Si la altura de los paramentos del patio es variable se debe tomar el promedio de los dos más altos para dimensionar el patio.

802.3 Pretiles y volúmenes. Los pretiles y volúmenes en la parte superior de los paramentos del patio, siempre que estén remetidos al menos un tercio de su altura, pueden descontarse para dimensionar el patio.

802.4 Otros espacios de servicio. En el cálculo de las dimensiones mínimas de los patios pueden descontarse de la altura total de los paramentos que lo delimiten, las alturas correspondientes a la planta baja y niveles inmediatamente superiores a ésta, que sirvan como vestíbulos, estacionamientos u otros espacios de servicio que no formen parte de la vivienda.

802.5 Patios colindantes entre sí o con la vía pública. En los patios colindantes entre sí o con la vía pública por uno o más de sus lados, y cuyos muros no excedan de 2.4 m de altura, se permite la reducción hasta la mitad de la dimensión mínima en los lados perpendiculares a dicha colindancia, pero sin disminuir de 1.4 m su longitud y de 2.94 m2 la superficie del patio.

802.6 Patios cubiertos. Los patios pueden estar techados por cubiertas o domos, ambos transparentes o translúcidos, siempre y cuando tengan una transmisión solar mínima del 85% y un área de ventilación en la cubierta no menor al 20% del área del piso del patio de iluminación y ventilación que se trate.

802.7 Pisos exteriores. Dentro del predio de la vivienda se puede pavimentar hasta el 50% del área del terreno libre de construcción. El piso exterior perimetral de la edificación debe estar, como mínimo, 5cm más abajo que el nivel de piso terminado interior. Los declives de los pisos exteriores deben drenar hacia el patio y la vía pública pero nunca hacia la vivienda.

[1] Las reglamentaciones para estos espacios de servicio están sujetas a la forma cuadrada o rectangular, cualquier otra forma debe considerar un área y lado mínimo equivalente a la resultante de las especificaciones de esta sección.

802.8 Escurrimiento de patios. Los patios posteriores e interiores cerrados deben contar con un sistema de declives, captación y drenado hacia la vía pública o colector pluvial. En ningún caso se permite que el drenado de estos patios se conecte al sistema de recolección de aguas residuales.

SECCIÓN 803
ESPACIOS PARA COCHERAS

803.1 Generalidades. Las edificaciones deben contar con los suficientes cajones de estacionamiento de conformidad con lo establecido en la **Sección 703.4.** La relación de los cajones de estacionamiento debe ser directa al acceso o accesos principales de la edificación y no contar con obstrucciones que dificulten el libre paso de los ocupantes. Las dimensiones para los espacios de estacionamientos se rigen por la **Tabla 703.**

803.2 Acomodo de cajones. Para este efecto se debe consultar la **Tabla 703** y la **Sección 703**.

803.3 Casos especiales. La dimensión de espacios para cocheras que alojen vehículos con características especiales, como vehículos que sirvan a personas con discapacidad, remolques, motocicletas y casos similares deben sujetarse a las disposiciones de la **Sección 803** y de la autoridad competente.

803.4 Cocheras cubiertas. Toda cochera cubierta hacia el alineamiento de la vía pública puede ocupar el total del frente del lote, siempre y cuando permita la iluminación y ventilación natural de los espacios de la vivienda colindantes con ésta, equivalente al 25% del área de piso de cochera.

803.5 Acceso mínimo de cocheras. El acceso mínimo de cocheras para cada automóvil debe ser de 2.4 m de ancho y 2.0 m de alto.

803.6 Puertas de comunicación. Las puertas que comuniquen a una cochera con la vivienda no deben abrir directamente a un espacio empleado como dormitorio.

803.7 Pisos de estacionamientos y cocheras. El área de piso de estacionamientos y cocheras debe tener una pendiente mínima de 1% para facilitar la descarga de líquidos al desagüe pluvial o hacia la entrada de los vehículos.

SECCIÓN 804
PERFIL DE FACHADA

804.1 Elementos de fachada. Cualquier elemento de perfil de fachada de la edificación situado a una altura menor de 2.5 m sobre el nivel de banqueta, tales como pilastras, marcos y cornisas, pueden sobresalir hacia la

vía publica hasta 10 cm. Esos mismos elementos situados a una altura mayor pueden sobresalir hasta 20 cm.

Los balcones, situados a una altura mayor de 2.5 m pueden sobresalir del alineamiento hasta un metro, las marquesinas pueden sobresalir del alineamiento hasta 1.5 m, siempre que en ambos casos dichos elementos no sean habitables y conserven una distancia mínima de los cables aéreos, postes y sus componentes de 1.5 m.

804.2 Privacidad. No se permiten, voladizos ni elementos de perfil de fachada que se proyecten sobre el predio vecino. No se permiten ventanas colindantes con el predio vecino.

804.3 Acabados en fachadas de colindancia. Las fachadas de colindancia visibles hacia el predio vecino o hacia la vía pública deben presentar muros aplanados con aplicación de pintura vinílica. En el caso de muros de colindancia recubiertos con algún tipo de impermeabilizante se debe aplicar, además, pintura vinílica. Sólo se permiten muros aparentes cuando las características de los materiales que los compongan sean las apropiadas para tal fin; ejemplo tabique cerámico, cantera, piedra laja bloques cara de piedra, texturizados o coloreados y otros similares.

SECCIÓN 805
DEFINICIÓN DE ESPACIOS

805.1 Generalidades. Los espacios de la vivienda se clasifican en habitables y auxiliares; identificándose en ambos casos los básicos y los adicionales. En este Código se norman únicamente los espacios básicos.

805.2 Espacios habitables. Se define como espacio habitable, al lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de reunión y descanso tales como dormir, comer, y estar. Los espacios habitables deben contar con las dimensiones mínimas de superficie, altura, ventilación e iluminación natural establecidas en este capítulo. Los espacios habitables se dividen en:

1. Espacios habitables básicos; es decir recámara, alcoba, estancia y comedor.

2. Espacios habitables adicionales; por ejemplo: desayunador, cuarto de servicio, estudio y cuarto de TV.

805.3 Espacios auxiliares. Se define como espacio auxiliar, al lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de trabajo, higiene y circulación tales como cocinar, asearse, lavar, planchar, almacenar y desplazarse. Los espacios auxiliares se dividen en:

1. Espacios auxiliares básicos; es decir cocina, baño, lavandería, pasillo, escalera y patio.

2. Espacios auxiliares adicionales; por ejemplo: vestidor, vestíbulo, cochera cubierta o descubierta, pórtico y patio interior.

SECCIÓN 806
ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

806.1 Generalidades. Los espacios en las edificaciones deben contar con los medios que aseguren la ventilación y la iluminación diurna y nocturna necesarias para sus ocupantes.

806.2 Ventilación de la vivienda. Los espacios de la vivienda deben tener un área de ventana. La ventilación natural se debe efectuar a través de ventanas, puertas, celosías u otra abertura aprobada hacia la vía pública, espacios exteriores o patios. Las aberturas deben tener acceso directo a ellas, o de lo contrario ser fácilmente controlables por los ocupantes de la edificación. El área de ventana y la de aberturas de ventilación se especifica en el **Capítulo 27 Sustentabilidad.**

Las ventanas no necesitan abrirse si se cuenta con un sistema de ventilación mecánico aprobado capaz de producir 0.35 cambios de aire por hora en el espacio que se trate o se haya instalado un sistema de ventilación mecánico para toda la vivienda capaz de proporcionar aire de ventilación exterior de 0.4m3 por minuto por ocupante, calculado con base en dos ocupantes para el primer dormitorio y un ocupante para cada dormitorio adicional.

806.3 Espacios contiguos. Con el objeto de calcular los requisitos de iluminación y ventilación, cualquier espacio puede ser considerado como una parte de un espacio contiguo cuando por lo menos la mitad del área del muro común esté abierta y sin obstrucciones, siempre y cuando proporcione una abertura no menor a un décimo del área del piso del espacio interior, pero no menor de 2.5 m2.

806.4 Baños. Los baños de todo tipo deben contar con un área de ventana no menor a 0.12 m2, la mitad de la cual debe abrirse.

El área de ventana en baños no es requerida si se proporciona iluminación artificial y un sistema de ventilación mecánico aprobado. Las tasas mínimas de ventilación deben ser de 1.4 m3 por minuto para ventilación intermitente y 0.5 m3 por minuto para ventilación continua. El aire de ventilación del espacio debe ser extraído directamente al exterior de la vivienda.

806.5. Aberturas de admisión. Las aberturas de admisión de aire por medios mecánicos, deben ser localizadas a más de 3.0 m de cualquier emisor contaminante, tales como respiraderos y chimeneas.

806.6 Aberturas de extracción. Las aberturas de extracción por medios mecánicos deben ubicarse sin generar perjuicios a terceros. La salida del aire no debe ser dirigida hacia banquetas o rutas de circulación horizontal y vertical.

806.7 Protección de aberturas de admisión o extracción al exterior. Las aberturas de admisión y extracción de aire por medios mecánicos al exterior deben ser protegidas con pantallas, celosías o rejillas resistentes a la corrosión con un tamaño suficiente para permitir la entrada y salida del aire y la protección contra la fauna nociva. Las aberturas deben ser protegidas contra las condiciones del clima locales.

806.8 Ventanas cubiertas. Los locales cuyas ventanas se ubiquen bajo cubiertas, balcones, pórticos o volados, se consideran iluminados y ventilados naturalmente cuando dichas ventanas se encuentren remetidas una distancia de 2.5 m como máximo. De existir una mayor distancia, el FRAE debe evaluar el caso y determinar las características de solución.

806.9 Colindancias. No se permite la ventilación e iluminación natural a través de fachadas colindantes con el predio vecino.

806.10 Obstrucción de ventanas. Objetos como calentadores de agua, recipientes de gas, o elementos similares, no deben obstruir ni disminuir la capacidad de iluminación, ventilación y visibilidad de las ventanas.

806.11 Iluminación mediante domos y tragaluces. Se permite la iluminación natural por medio de domos o tragaluces en baño, pasillo y escalera. En estos casos, la superficie del vano libre del domo o tragaluz no debe ser menor del 5 % de la superficie del espacio. El domo o tragaluz debe tener una transmisión solar mínima de 85 %.

806.12 Escaleras de uso común. Las escaleras de uso común deben estar ventiladas en cada nivel hacia la vía pública, patios de iluminación y ventilación o espacios descubiertos por medio de vanos cuya superficie no debe ser menor del 10 % de la planta del cubo de la escalera.

En el caso de no contar con ventilación natural, las escaleras en cubos cerrados deben ser ventiladas mediante tiros adosados a los paramentos verticales que la circundan, cuya área en planta debe responder a la siguiente ecuación: A= (h) (s) / 200, donde: A= área en planta del tiro de ventilación en m cuadrados, h= altura del edificio en m lineales, s= área en planta del cubo de la escalera en m cuadrados.

806.12.1 Aberturas de ventilación. Las aberturas realizadas en los tiros de ventilación mencionados en la **Sección 806.12** deben tener un área entre 10% y 15% de la planta del cubo de la escalera en cada nivel y deben estar equipadas con persianas de cierre hermético controladas por un fusible de calor.

806.12.2 Seguridad. En todos los casos, el cubo de la escalera no debe estar ventilado al exterior en su parte superior para evitar que funcione como chimenea. La puerta de la escalera para acceder a la azotea, en caso de existir, debe contar con pistón o bisagras de cierre automático, cerrar herméticamente y tener la siguiente leyenda "ESTA PUERTA DEBE PERMANECER CERRADA".

806.12.3 Iluminación artificial en escaleras. Las escaleras de uso común deben contar con los medios para iluminar los escalones y descansos; deben estar provistas con una fuente de iluminación artificial localizada en cada uno de los descansos.

No se requiere una fuente de iluminación artificial en los descansos de la escalera, si una fuente de iluminación artificial se localiza directamente sobre cada sección o tramo de la escalera.

806.13 Circulaciones horizontales y verticales. Los pasillos de circulación, escaleras, rampas y vestíbulos deben contar con fuentes de iluminación artificial, cuyo nivel de iluminación no debe ser menor de 50 luxes.

806.14 Áreas de estacionamiento. Las áreas de estacionamiento vehicular deben contar con fuentes de iluminación artificial, cuyo nivel de iluminación no debe ser menor de 30 luxes.

SECCIÓN 807
FUNCIONALIDAD DE LOS ESPACIOS

807.1 Espacios indispensables. Toda vivienda debe tener como mínimo, ya sea en espacios independientes o compartidos, una recámara, un baño completo que cuente con inodoro, lavabo y regadera y otro espacio en el que se desarrollen el resto de las funciones propias de la vivienda.

807.2 Relación entre espacios. La relación entre los espacios de una vivienda es factible siempre y cuando no se mezclen ni se afecten las actividades funcionales entre uno y otro, por ejemplo:

1. El baño no debe ser paso obligado para acceder a otro espacio.

2. La lavandería solamente puede ser paso obligado entre la cocina y: a) La alcoba, b) El patio de servicio, c) La cochera, d) El exterior.

3. La recámara no debe ser paso obligado para acceder a otro local diferente al vestidor, baño o cualquier otro local de servicio adicional, destinado

para uso exclusivo de quien o quienes allí pernoctan, exceptuando la vivienda con recámara única.

4. Cuando la vivienda tenga más de una recámara, al menos un baño, o medio baño, debe ser accesible desde espacios de circulación de la vivienda.

5. Estancia, comedor y cocina pueden constituir un espacio común pero con funcionalidad claramente definida y separada según las actividades particulares de cada espacio superpuesto.

SECCIÓN 808
ÁREA MÍNIMA DE ESPACIOS

808.1 Área libre mínima por espacio. El área libre mínima por espacio debe corresponder a lo establecido en la **Tabla 808.1.**

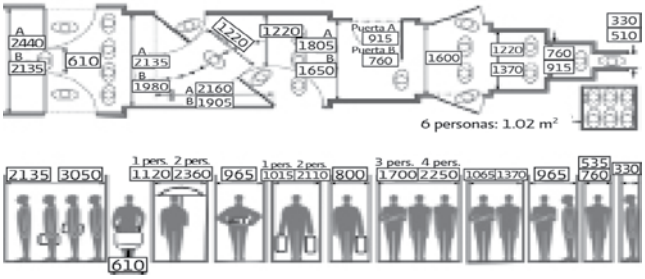
Tabla 808.1
Dimensiones Libres Mínimas Para Espacios Habitables Y Auxiliares

ESPACIO HABITABLE	ÁREA MÍNIMA	LADO MÍNIMO
Estancia	7.29 m2	2.70 m
Comedor	4.41 m2	2.10 m
Recámara*	7.29 m2	2.70 m
Alcoba	3.60 m2	2.00 m
Espacio auxiliar		
Cocina	3.30 m2	1.50 m
Baño	2.73 m2	1.30 m
½ Baño rectangular	1.69 m2	1.30 m
½ Baño alargado	1.44 m2	0.80 m
Lavandería	2.56 m2	1.60 m
Patio	1.96 m2	1.40 m
Patio-lavandería**	2.66 m2	1.40 m
Espacios superpuestos		
Estancia-comedor	12.00 m2	2.70 m
Estancia-comedor-cocina	14.60 m2	2.70 m

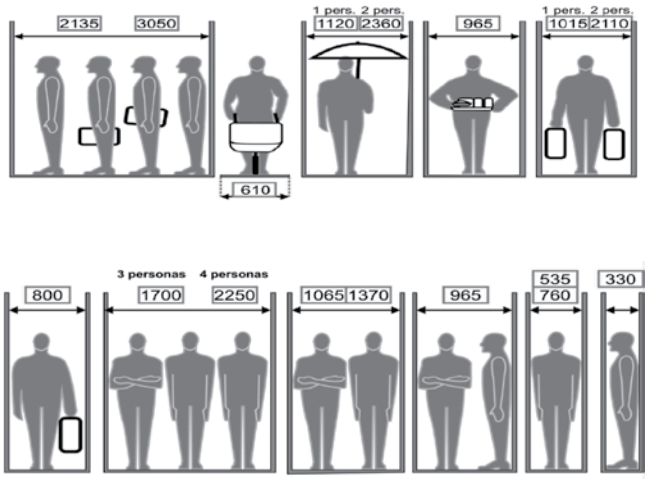
(*)Más clóset mínimo de 0.60 m por 1.50m.
(**) Cuando se requiera de recipientes de gas en el patio-lavandería, la distancia entre la salida del recipiente de gas y cualquier punto de ignición, dentro o fuera de la vivienda, debe ser de 1.50 m como mínimo.

808.2 Antropometría. El diseño de espacios debe corresponder con las dimensiones del cuerpo humano, o antropometría, y mobiliario, tomando como base las siguientes gráficas extraídas del Manual del DRO.

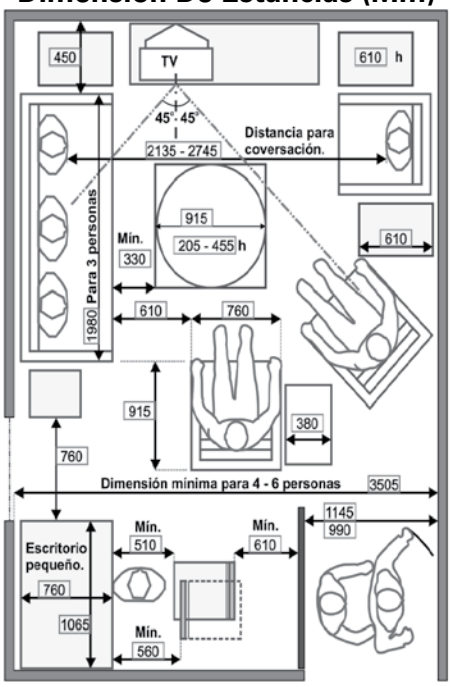
Gráfica 808.2.1
Circulaciones Mínimas (Mm)



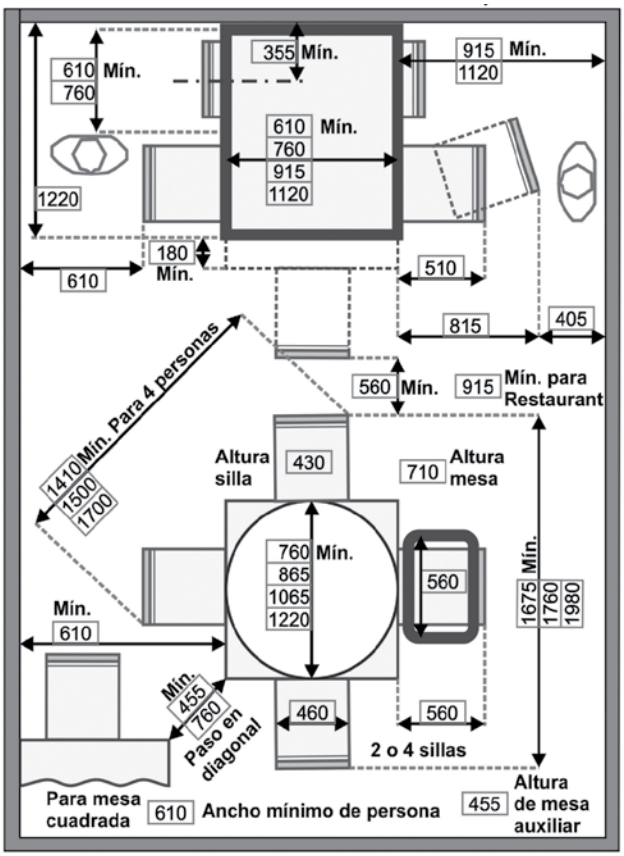
Gráfica 808.2.2
Espacios Mínimos (Mm)



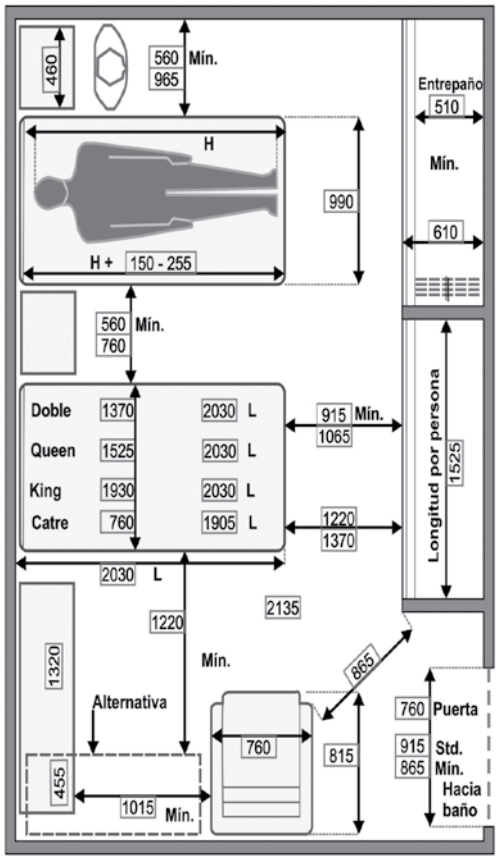
Gráfica 808.2.3
Dimensión De Estancias (Mm)



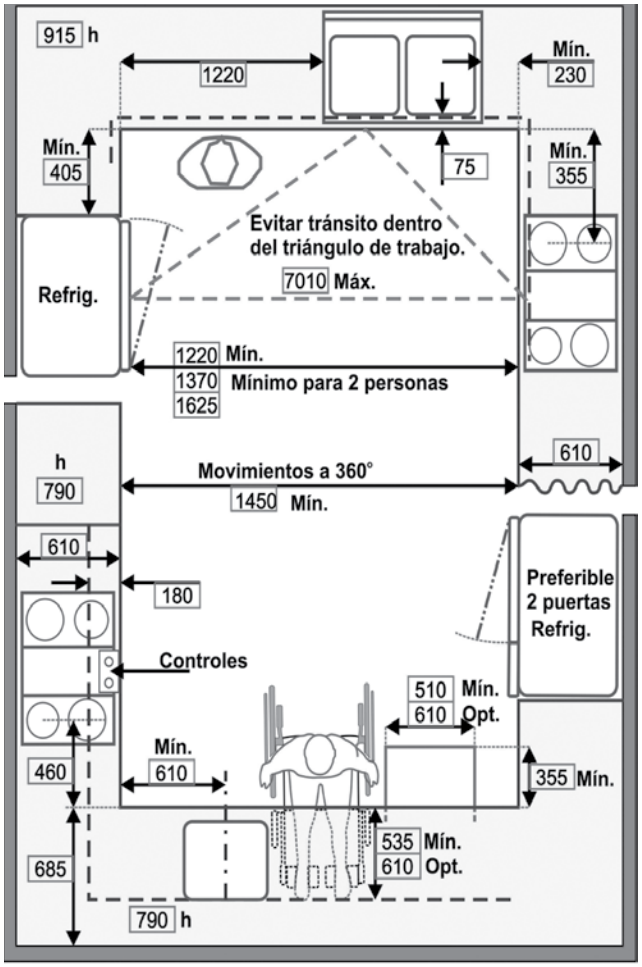
Gráfica 808.2.4
Dimensión De Comedores (Mm)



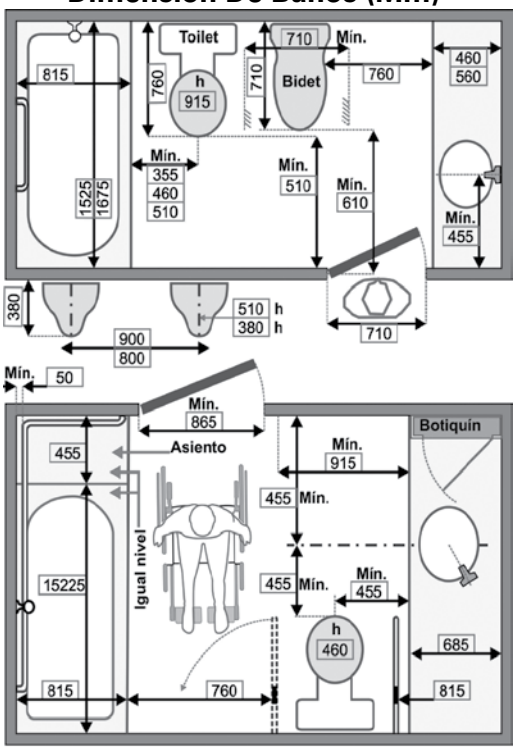
Gráfica 808.2.5
Dimensión De Recámaras (Mm)



Gráfica 808.2.6
Dimensión De Cocinas (Mm)



Gráfica 808.2.7
Dimensión De Baños (Mm)



SECCIÓN 809
ALTURA MÍNIMA DE ESPACIOS

809.1 Altura mínima. Las alturas mínimas de los espacios dentro de la vivienda deben estar de acuerdo con la región climática y con lo establecido en la **Tabla 809.**

A. Clima Cálido-Seco: 2.3 a 2.5 m
B. Clima Cálido Húmedo:* 2.5 a 2.7 m
C. Clima Templado: 2.3 m

(*) Cuando exista planta alta o se construya garantizando el aislamiento térmico del edificio, la autoridad competente puede evaluar la disminución a 2.4 m de la altura.

Tabla 809
Altura De Espacios Por Entidad

ENTIDAD	REGIÓN	ALTURA
1. AGUASCALIENTES	A	2.3 m
2. BAJA CALIFORNIA		
Mexicali	A	2.4 m
Resto de la entidad	A y C	2.3 m
3. BAJA CALIFORNIA SUR	A	2.4 m
4. CAMPECHE	B	2.5 m
5. COAHUILA	A	2.3 m
6. COLIMA	B	2.5 m
7. CHIAPAS	B y C	2.6 m
8. CHIHUAHUA	A y C	2.5 m
DISTRITO FEDERAL	C	2.3 m
9. DURANGO	A y C	2.3 m
10. GUANAJUATO	A y C	2.3 m
11. GUERRERO	B	2.5 m
12. HIDALGO	A y C	2.3 m
13. JALISCO		
Guadalajara, Ocotlán, Cd. Guzmán, Lagos de Moreno, Tepatitlán de Morelos, Arandas y S. Miguel El Alto	A y C	2.3 m
San Juan de los Lagos	A	2.4 m
Puerto Vallarta	B	2.5 m
14. ESTADO DE MÉXICO	C	2.3 m
15. MICHOACÁN		
Morelia, Zamora, Uruapan, Zacapu Tarímbaro, Pátzcuaro y Jacona	A y C	2.4 m
Lázaro Cárdenas	B	2.5 m
16. MORELOS	B y C	2.4 m
17. NAYARIT	B	2.5 m
18. NUEVO LEÓN	A	2.4 m
19. OAXACA	A, B y C	2.5 m
20. PUEBLA	C	2.3 m
21. QUERÉTARO	A y C	2.3 m
22. QUINTANA ROO		
Benito Juárez	B	2.7 m
Cozumel y Otón Blanco	B	2.6 m
23. SAN LUIS POTOSÍ	A y C	Varias
S. Luis Potosí y S. Graciano Sánchez	A y C	2.4 m
Ciudad Valles y Matehuala	A y C	2.5 m
24. SINALOA		
Culiacán, Mazatlán, Escuinapa y El Rosario		
C y B		
2.5 m		
Navolato	B	2.6 m
Guasave	B	2.7 m
25. SONORA	A	2.4 m
26. TABASCO	B	2.5 m
27. TAMAULIPAS	A	2.3 m
28. TLAXCALA	C	2.3 m
29. VERACRUZ		
Xalapa, Córdoba y Orizaba	C	2.4 m
Veracruz-Boca del Río, Poza Rica, Coatzacoalcos, Minatitlán, Tuxpan y Pánuco	B	2.6 m
30. YUCATÁN	B	2.5 m
31. ZACATECAS	A y C	2.3 m

809.2 Consideraciones especiales. En cocina, baño, pasillo y lavandería, pertenecientes a la vivienda, se acepta una altura no menor de 2.2 m, en el rango A

y C, y 2.4 m en el rango B. Para sótanos de vivienda, se acepta una altura no menor de 2.2 m en el rango A, B y C. Alturas menores de 2.2 m no deben ser consideradas como contribuyentes para el área libre mínima de cualquier espacio de la vivienda.

SECCIÓN 810
ALTO Y ANCHO MÍNIMO DE VANOS

810.1 Generalidades. Se entiende por vano a la abertura efectuada en una pared para pasar de un espacio a otro. El vano, dependiendo de los espacios que comunique, puede tener o no tener puerta. Los altos y anchos establecidos en esta sección, son a paño de muros sin los marcos de las puertas. Sobre esta base, los marcos utilizados para las puertas no deben exceder de 4 cm de espesor, en caso contrario el vano debe aumentarse en proporción del incremento del espesor del marco.

810.2 Acceso principal. El vano del acceso principal debe ser no menor de 0.9 m de ancho por 2.0 m de alto.

810.3 Acceso del baño y ½ baño. El vano del acceso al baño y al ½ baño debe ser no menor de 0.7 m de ancho por 1.9 m de alto.

805.4 Acceso de los demás espacios. El vano del acceso de los espacios restantes debe ser no menor de 0.8 m de ancho por 2.0 m de alto.

SECCIÓN 811
DIMENSIÓN DE ESCALERAS

811.1 Generalidades. Las disposiciones de esta sección son para todo tipo de vivienda a excepción de las Secciones 811.2, 811.12, 811.13 y 811.14. Una ampliación de la reglamentación de escaleras para vivienda tipo dúplex y multifamiliar está prevista en la **Sección 812.6.**

811.2 Ancho. La escalera debe tener no menos de 90 cm de ancho medidos en cualquier punto de su recorrido. El barandal o pasamanos puede estar alojado dentro de ese mismo ancho.

811.3 Escalón. El escalón debe tener una huella mínima de 25 cm y un peralte máximo de 18 cm. La relación entre ambos debe ser tal, que la suma de la huella más el doble del peralte sea superior a 61 cm, e inferior a 65 cm.

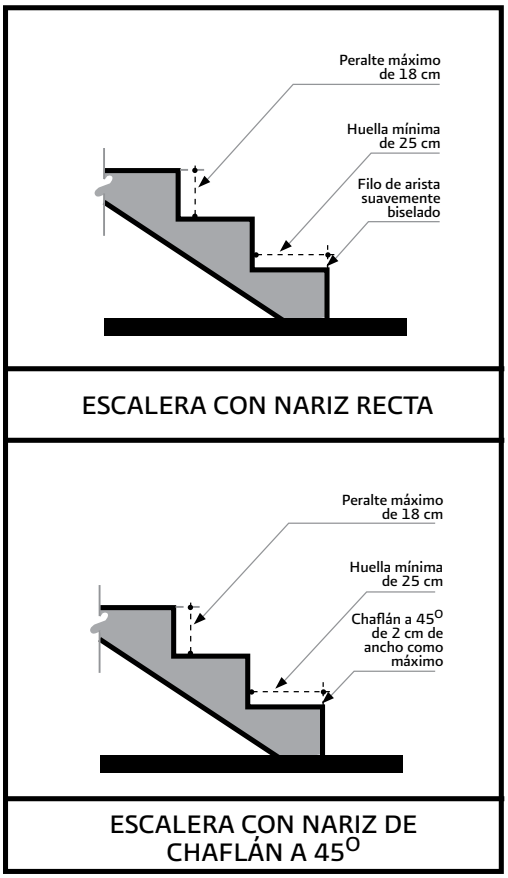
811.4 Peraltes. En ningún caso se permiten peraltes menores de 10 cm de altura. El traslape entre peraltes debe tener un mínimo de 2.5 cm y un máximo de 5 cm.

811.5 Nariz. La nariz del escalón debe ser recta, de un cuarto de caña, de chaflán a 45º o en ángulo agudo, siempre que se acate lo dispuesto en la Figura 811.

811.5.1 Nariz recta. El filo de la arista de la nariz debe estar suavemente biselado.

811.5.2 Nariz de cuarto de caña. El radio máximo del cuarto de caña debe ser de 2 cm.

Figura 811
Nariz De Escaleras



811.5.3 Nariz de chaflán a 45 grados. El ancho del chaflán debe tener un máximo de 2 cm.

811.5.4 Nariz en ángulo agudo. Se debe hacer sin exceder el rango de traslape permitido entre huellas y con la arista suavemente biselada.

811.6 Balance. En cada tramo de escaleras las huellas, así como los peraltes, deben ser todos iguales.

811.7 Acabado. El acabado de la superficie de tránsito de las huellas debe ser a prueba de derrapes.

811.8 Medidas del pasamanos. Los pasamanos no deben sobresalir en uno o ambos lados del paso del usuario de la escalera, más de 10 cm del paramento o barandal donde se apoye. La altura del pasamanos, medida verticalmente desde la nariz del escalón hasta su parte superior, debe ser de 85 cm mínimo y 95 cm como máximo.

811.9 Altura libre. La altura libre mínima en cualquier punto de la escalera, medida verticalmente desde la nariz del escalón a cualquier elemento constructivo por encima de la cabeza del usuario, debe ser de 2.0 m.

811.10 Abanicos. Las escaleras con giro en abanico, de hasta 1.2 m de ancho, no deben alojar más de tres huellas en un cuadrante cuyo ángulo no sea menor de 90º, es decir, ninguna de las huellas en abanico debe tener un ángulo menor de 30º. Una misma escalera no debe tener más de dos cuadrantes de giro.

811.11 Descansos. Cuando una escalera exceda de 16 peraltes debe contar con un descanso en la parte media cuya longitud no sea inferior de 70 cm.

811.12 Escaleras de caracol. Las escaleras de caracol con un ancho menor de 1.2 m, no deben fungir como escalera única o principal de la vivienda.

811.13 Traslado de muebles. La forma y diseño de cualquier tipo de escalera debe garantizar, entre un nivel y otro de la vivienda, el libre traslado de muebles de tamaño estándar comercial y de uso doméstico.

811.14 Barandales de protección. Los barandales de protección en escaleras, balcones, pasillos y rampas, cuya elevación exceda de 70 cm, deben tener una altura mínima de 90 cm. Para evitar la caída de infantes, los elementos constructivos de un barandal no deben permitir el paso de una esfera de 12 cm de diámetro.

SECCIÓN 812
DIMENSIÓN DE ESPACIOS DE USO COMÚN

812.1 Generalidades. Los espacios de uso común para vivienda tipo multifamiliar, se deben regir por lo indicado en la Sección 812 en lo concerniente al acceso principal, vestíbulos, pasillos, escaleras y rampas.

812.2 Circulaciones. Los conjuntos multifamiliares, horizontales y verticales, deben tener circulaciones libres que conduzcan directamente a las puertas y vestíbulos de salida o escaleras.

812.3 Distancia de recorrido. La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, circulación, escalera o rampa que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o vestíbulo de acceso a la edificación, medida a lo largo de la línea de recorrido, debe ser de 30 m como máximo. Esa distancia puede ser incrementada hasta 45 m si la edificación cuenta con un sistema de extinción de fuego aceptado por la autoridad competente.

812.4 Acceso principal. El acceso principal, hasta un máximo de 20 viviendas, debe tener un vano mínimo de 1.3 m de ancho y 2.05 m de alto. El ancho se debe incrementar 10 cm por cada 10 viviendas agregadas o fracción.

812.5 Vestíbulo. La superficie del vestíbulo, hasta un máximo de 12 viviendas, no debe ser menor de 6.0 m2, y debe tener un lado mínimo de 2.4 m. Su altura libre debe corresponder a lo indicado en la Tabla 809. Por cada vivienda agregada, la superficie del vestíbulo se debe incrementar 50 cm2 y el lado mínimo 5 cm.

812.6 Pasillo. El pasillo debe tener un ancho mínimo libre, en todo su recorrido, de 1.2 m. Su altura libre mínima debe corresponder a lo indicado en la Tabla 809.

812.7 Escalera de uso común. Los edificios deben tener escaleras que comuniquen todos los niveles, y deben cumplir con la Sección 811 a excepción de las Secciones 811.2, 811.12 y 811.13.

812.7.1 Ancho. La escalera de uso común debe tener un ancho mínimo libre de 1.2 m.

812.7.2 Descansos. Cuando una escalera de uso común exceda de 16 peraltes debe contar, en la mitad de su recorrido, con un descanso cuya longitud no sea inferior de 1.2 m. En el caso de descansos que sirvan de acceso a viviendas o espacios de servicio, la distancia mínima entre la nariz del último peldaño y el vano de las puertas a las que sirva no debe ser menor de 1.2 m.

812.7.2.1 Descansos en escaleras en "L". Los descansos en escaleras en "L" deben tener una dimensión tal que permita inscribirse un cuarto de círculo cuyo radio sea igual al ancho de la escalera sin invadir ningún paramento o barandal adyacente.

812.6.2.2 Descansos en escaleras en "U". Los descansos en escaleras en "U" deben tener una dimensión tal que permita inscribirse un medio de círculo cuyo radio sea igual al ancho de la escalera sin invadir ningún paramento o barandal adyacente.

812.7.3 Abanicos. Por seguridad, las escaleras de uso común no deben alojar más de tres huellas en un cuadrante cuyo ángulo no sea menor de 90º; es decir, ninguna de las huellas en abanico debe tener un ángulo menor de 30º. Una misma escalera no debe tener más de dos cuadrantes de giro.

812.7.4 Escaleras curvas. En escaleras curvas de uso común la huella, medida en la mitad del peldaño que forma, debe tener un ancho mínimo de 25 cm. Todos y cada uno de los peldaños deben ser idénticos en dimensión y forma, aun si se producen cambios de dirección en su curvatura.

812.7.5 Restricción. Las escaleras de caracol están prohibidas para uso común.

812.8 Rampas. Las rampas para peatones deben tener

el mismo ancho de las banquetas o pasillos a los que sirvan; siempre y cuando este ancho no sea inferior a 1.2 m. Su longitud no debe exceder de 6.0 m.

812.8.1 Pendiente. La pendiente máxima de las rampas debe ser de 10 %.

812.8.2 Acabados. La superficie de tránsito de los pavimentos de las rampas debe ser a prueba de derrapes.

SECCIÓN 813
HIGIENE

813.1 Baño. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de baño y cada área de baño de un inodoro, un lavabo y una regadera.

813.2 Cocina. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de cocina y cada área de cocina de un fregadero.

813.3 Lavandería. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de lavandería y cada área de lavandería de un lavadero.

813.4 Eliminación de aguas residuales. Todos los artefactos sanitarios deben ser conectados a un sistema de eliminación de aguas residuales aprobado.

813.5 Suministro de agua a los artefactos. Todos los artefactos sanitarios deben ser conectados a un suministro de agua aprobado. Se debe proveer de agua caliente y fría al fregadero de la cocina, lavabo, regadera, bañera, bidé, lavadora de ropa y máquina lavavajillas.

SECCIÓN 814
SUPERFICIES ÚTILES EN BAÑOS

814.1 Inodoro. La superficie mínima útil del inodoro debe ser de 0.7 m por 1.3 m; es decir 0.91 m2.

814.2 Lavabo. La superficie mínima útil del lavabo debe ser de 0.7 m por 1.3 m; es decir 0.91 m2.

814.3 Regadera. La superficie mínima útil de la regadera debe ser de 0.8 m por 0.8 m; es decir 0.64 m2. Los pisos y muros de regaderas deben terminarse con una superficie lisa no absorbente. Tales superficies del muro deben extenderse a una altura no menor de 1.8 m sobre el nivel de piso terminado.

814.4 Accesorios. Los baños deben contar, como mínimo, con los siguientes accesorios: portapapel en el área del inodoro, portacepillos con jabonera en el área del lavabo, jabonera en el área de la regadera, así como toallero horizontal y percha de gancho; los cuales deben ser colocados según los criterios antropométricos apropiados para su uso.

SECCIÓN 815
SUPERFICIE ÚTIL EN COCINAS

815.1 Estufa. La superficie mínima útil de la estufa debe ser de 0.5 m por 1.5 m; es decir 0.75 m2.

815.2 Fregadero. La superficie mínima útil del fregadero debe ser de 0.85 m por 1.5 m; es decir 1.275 m2.

815.3 Refrigerador. La superficie mínima útil del refrigerador debe ser de 0.7 m por 1.5 m; es decir 1.05 m2.

815.4 Preparación. La superficie mínima útil del área de preparación debe ser de 0.7 m por 1.5 m; es decir 1.05 m2, pero, si ésta se complementa con el área del fregadero o de la estufa puede ser de 0.4 m por 1.5 m; es decir 0.6 m2.

815.5 Circulación. La separación mínima del área de circulación de la cocina debe ser de 90 cm.

SECCIÓN 816
SUPERFICIE ÚTIL EN LAVANDERÍAS O PATIOS-LAVANDERÍA

816.1 Lavadero. La superficie mínima útil del lavadero debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m2. Esta disposición posibilita la sustitución del lavadero manual por una máquina lavadora de ropa.

Excepción: Cuando en el área de lavado se provea de un espacio para la máquina lavadora de ropa, la superficie mínima útil del lavadero debe ser de 0.6 m por 1.4 m; es decir 0.84 m2.

816.2 Lavadora de ropa. La superficie mínima útil de la lavadora debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m2.

816.3 Secadora de ropa. La superficie mínima útil de la secadora debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m2.

816.4 Calentador de agua. La superficie mínima útil del calentador debe ser de 0.5 m por 1.4 m; es decir 0.7 m2. Todos los calentadores de agua instalados que funcionen con gas LP deben tener chimenea propia la cual debe descargar a un espacio abierto. En ningún caso se permite la colocación de calentadores que funcionen con gas LP en espacios cerrados.

816.5 Cilindros de gas. La superficie mínima útil de los cilindros de gas, 1 por vivienda, debe ser de 0.45 m por 1.0 m; es decir 0.45 m2.

SECCIÓN 817
SEGURIDAD Y PROTECCIONES

817.1 Salidas de emergencia. Los condominios verticales deben disponer de medios aprobados de

evacuación y desalojo en caso de emergencia. Además deben contar con el señalamiento e instructivos visibles y legibles de rutas de evacuación, qué hacer en casos de emergencia y puntos de reunión seguros.

817.2 Alarmas de humo. En los condominios habitacionales verticales es obligatoria una alarma de humo aprobada en cada unidad de vivienda.

817.2.1 Ubicación. Los detectores de humo deben colocarse a un mínimo de 90 cm de la puerta antes de entrar a la cocina o al baño a fin de evitar que el humo de los alimentos y el vapor de agua puedan activarlos sin necesidad. Los detectores de humo se deben instalar en el cielorraso, o bien en la parte alta de la pared con la punta del detector a no menos de 10 cm ni a más de 30 cm del cielorraso. Los detectores deben estar colocados, por lo menos, a 90 cm de distancia de las rejillas de los sistemas de clima artificial.

817.2.2 Fuente de energía. Los detectores de humo deben funcionar por medio de un suministro primario de energía eléctrica de corriente alterna, preferentemente, y contar con una batería de respaldo en caso de interrupción de la energía primaria.

817.3 Seguridad contra caídas. Tanto en viviendas unifamiliares como multifamiliares, se debe limitar el riesgo de caídas por los ocupantes, para lo cual los pisos deben ser adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte su traslado. Asimismo se debe limitar el riesgo de caídas en orificios, cambios de nivel, barandales, escaleras y rampas, permitiéndose, además, el aseo exterior de las ventanas en condiciones aceptables de seguridad.

817.4 Protección de juntas expansivas. Las juntas expansivas entre elementos constructivos como escaleras, pasillos, rampas y rutas de circulación deben ser menores de 1 cm de espesor y deben rellenarse con materiales elásticos como neopreno, polímeros inyectables o caucho. En caso contrario las juntas deben estar protegidas con una moldura de aluminio de 15 cm de ancho por 3 mm de espesor, con bordes desvanecidos, fleje dilatador y acabado a prueba de derrapes.

817.5 Vidrios. Los vidrios o cristales de las ventanas de piso a techo en cualquier edificación, deben cumplir con la norma NOM-146-SCFI-2001, Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba, excepto aquellos que cuenten con barandales o protecciones a una altura de 90 cm del nivel de piso, diseñados de manera que no permitan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque de personas contra ellos.

817.6 Resistencia de barandales. Cualquier tipo de barandal debe resistir un empuje horizontal de 100 kg sobre metro lineal. Los vidrios y cristales en barandales y pasamanos, incluyendo los soportes cuando sean de cristal deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-146-SCFI 2001**, Productos de vidrio - vidrio de seguridad usado en la construcción especificaciones y métodos de prueba.

SECCIÓN 818
ALMACENAJE TEMPORAL DE BASURA

818.1 Generalidades. Toda vivienda debe contar con un espacio destinado para el almacenaje temporal de basura dentro de su predio. Las características de este espacio dependen del tipo y número de viviendas a las que brinde servicio según lo indicado en la **Sección 818.**

818.2 Vivienda unifamiliar. Las viviendas unifamiliares deben disponer al frente del predio de un espacio mínimo de 60 cm por 60 cm en planta por 1.5 m de alto sin invadir la banqueta de la vía pública.

818.3 Vivienda dúplex y multifamiliar. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben disponer de un espacio de fácil acceso y libre de obstáculos, tanto para los usuarios como para el camión recolector, donde se alojen recipientes capaces de almacenar 2 kg de basura diarios por habitante. Dicha capacidad debe multiplicarse por cada día que tarde en pasar el servicio de recolección. Estos espacios deben estar ventilados y, al mismo tiempo, protegidos a la vista mediante muros, setos, puertas o vestíbulos.

SECCIÓN 819
BUZONES

819.1 Generalidades. Toda vivienda debe contar con un buzón suficiente para recibir el correo del servicio postal. Las características de los buzones dependen del tipo de vivienda al que brinde servicio.

819.2 Vivienda unifamiliar. Las viviendas unifamiliares deben disponer de un buzón hacia el frente del predio sin invadir la vía pública, identificable para tal uso, de fácil acceso y libre de obstáculos para el usuario y el cartero.

819.3 Vivienda dúplex y multifamiliar. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben disponer de un espacio para la colocación de buzones hacia el frente de la banqueta sin invadir la vía pública o bien en vestíbulos abiertos hacia la vía pública, identificable para tal uso, de fácil acceso y libre de obstáculos para los ocupantes y el cartero. Se debe dotar de un buzón por cada vivienda.

819.4 Características. Los buzones deben ser de 10 cm por 24 cm por 30 cm en sentido horizontal

o vertical, con una ranura de 2 cm por 21 cm y portezuela de registro. Deben ser de material apropiado para resistir la acción del clima y deben evitar que la correspondencia se moje en caso de lluvia. Los buzones, especialmente los de vivienda dúplex y multifamiliar, deben contar con un identificador con el número de vivienda y cerrojo con llave en la portezuela. Las ranuras de entrada deben estar a una altura no menor de 0.9 m ni mayor de 1.6 m con respecto al nivel de banqueta o piso.

SECCIÓN 820
INTERFONOS

820.1 Interfono o intercomunicador. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben disponer, en el acceso principal o vestíbulo del condominio, de un interfono que comunique mediante voz y audio electrónico a cada una de las viviendas. La bocina del tablero del interfono se debe colocar a una altura no menor de 1.4 m ni mayor de 1.5 m sobre el nivel de la banqueta o piso.

SECCIÓN 821
RIEGO DE ÁREAS VERDES

821.1 Llaves o grifos de jardín. En el exterior de la edificación se debe contar con llaves de jardín con rosca para el riego de las áreas verdes y vegetación de patios y jardines. Las llaves de jardín deben instalarse a una altura no menor de 40 cm ni mayor de 60 cm con respecto al nivel de banqueta o piso. Cada llave de jardín debe cubrir un radio no mayor de 10 m de longitud.

821.2 Ahorro de agua. Los artefactos de riego tales como pistolas, aspersores o rehiletes deben ser de tipo ahorradores de agua. No se permite el riego a chorro directo de la manguera.

SECCIÓN 822
DIRECCIÓN

822.1 Identificación local. En todas las edificaciones se deben colocar direcciones o números oficiales aprobados de tal manera que sean visibles y legibles a simple vista de la calle o camino frontal de la propiedad.

SECCIÓN 823
ACCESIBILIDAD

823.1 Generalidades. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben apegarse a las prescripciones de accesibilidad establecidas en el Capítulo 9.

SECCIÓN 824
EDIFICACIÓN RESISTENTE A INUNDACIONES

824.1 Generalidades. Las edificaciones y estructuras localizadas en las áreas de riesgo de inundación pluvial, fluvial, lacustre o marina deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las disposiciones de la **Sección 824.**

824.2 Construcción resistente a inundación. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las áreas propensas a inundación deben ser construidas por métodos y prácticas que minimicen el daño por inundación.

824.3 Nivel de inundación de diseño o NID. El nivel de inundación de diseño o NID debe ser usado para definir las áreas propensas a inundación, y debe definir, en un mínimo, la altura básica de la crecida como la altura de cota máxima de la inundación, incluyendo la altura de la ola, con un período de retorno de 100 años o excedida en cualquier año dado.

824.4 Sistemas estructurales. Todos los sistemas estructurales de la edificación y sus componentes deben ser diseñados para resistir el colapso o movimientos laterales permanentes producidos por una inundación igual al NID.

824.5 Piso más bajo. Se entiende por piso más bajo al piso del área encerrada, incluso el sótano, pero excluyendo cualquier espacio cerrado resistente a inundación que sea solamente empleado como estacionamiento de vehículos, acceso a la edificación o almacenamiento que no forme parte de la estructura de la edificación ni viole las disposiciones de esta sección.

824.6 Protección de los sistemas mecánicos y eléctricos. Los sistemas, equipos y componentes eléctricos, y aparatos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, muebles y artefactos sanitarios, sistemas de conductos, y otro equipo de servicio deben estar localizados a la misma elevación del NID o sobre el mismo.

Excepción. Se permite colocar debajo del NID los sistemas, equipos y componentes eléctricos, y aparatos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, muebles y artefactos sanitarios, sistemas de conductos, y otro equipo de servicio siempre que los mismos sean diseñados e instalados para impedir la entrada del agua o acumulación dentro de los componentes y para resistir las cargas hidrostáticas e hidrodinámicas y tensiones, incluyendo los efectos de flotación, durante la ocurrencia de una inundación de acuerdo con las prescripciones de instalaciones hidráulicas y sanitarias de este Código.

Los sistemas de cableado eléctrico pueden ser colocados

debajo del NID siempre que se cumplan las disposiciones de la parte eléctrica de este Código para zonas húmedas.

824.7 Protección de las redes de agua y drenaje. Los sistemas de redes de agua potable y drenaje sanitario y pluvial deben ser diseñados para minimizar o eliminar la infiltración de aguas de inundación de acuerdo a las prescripciones hidráulicas y sanitarias de este Código.

824.8 Materiales resistentes a la inundación. Los materiales de construcción empleados debajo del NID deben ser resistentes a la humedad y cumplir con las disposiciones contenidas en el Capítulo 25.

824.9 Áreas de riesgo de inundación. Todas las áreas catalogadas como zonas propensas a inundación pero no sujetas a la acción de una alta velocidad de la ola deben ser designadas como áreas de riesgo de inundación. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las áreas de riesgo de inundación deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las **Secciones 824.9.1 y 824.9.2.**

824.9.1 Requisitos de elevación.
1. Las edificaciones y estructuras deben tener su piso más bajo elevado sobre el NID.

2. En las áreas de inundación poco profundas las edificaciones deben tener el piso más bajo, incluso el sótano, elevado sobre el nivel de terreno adyacente a una altura no menor de 60 cm.

3. Los pisos de los sótanos que estén debajo del nivel del terreno en todos sus lados deben ser elevados sobre el NID.

Excepción. Los espacios cerrados debajo del NID, incluso sótanos cuyos pisos no estén debajo del nivel del terreno en todos sus lados, deben satisfacer los requisitos de la Sección 824.9.2.

824.9.2 Espacios cerrados debajo del NID. Los espacios cerrados, incluso espacios angostos, que estén debajo del NID deben:

1. Ser usados sólo para estacionamiento de vehículos, accesos a edificaciones o almacenaje.

2. Ser provistos con aberturas de inundación, las cuales deben satisfacer los siguientes criterios:

a) Debe existir un mínimo de dos aberturas en lados diferentes de cada espacio cerrado; si una edificación tiene más de un espacio cerrado debajo del NID cada espacio debe tener las aberturas en los muros exteriores.

b) El área neta total de todas las aberturas debe ser, por lo menos, de 25 cm2 por cada metro cuadrado de superficie.

c) El fondo de cada abertura debe estar a 30 cm o menos sobre el nivel del suelo adyacente.
d) Las aberturas deben ser no menores de 7.5 cm de diámetro o superficie equivalente.

e) Cualquier persiana, pantalla, u otra tapa de la abertura debe permitir el flujo automático de las aguas de inundación hacia adentro y hacia fuera del espacio cerrado.

f) Las aberturas habilitadas en puertas y ventanas que reúnan los requisitos del inciso 'a' al inciso 'e', son aceptables; sin embargo, las puertas y ventanas instaladas sin aberturas no reúnen los requisitos de esta sección.

824.9.3 Diseño y construcción de cimentaciones. Las cimentaciones para todas las edificaciones y estructuras erigidas en las zonas de riesgo de inundación deben satisfacer los requisitos del Capítulo 14.

824.10 Zonas costeras de alto riesgo. Las zonas sujetas a olas mayores de 90 cm o propensas a la acción de olas de alta velocidad o a la erosión generada por oleaje, deben ser catalogadas como zonas costeras de alto riesgo. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las zonas costeras de alto riesgo deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las **Secciones 824.10.1 y 824.10.2.**

824.10.1 Ubicación y preparación del sitio.
1. Las edificaciones y estructuras deben ser ubicadas en tierra fuera del alcance de la marea alta promedio.

2. Para cualquier modificación de dunas de arena y manglares la autoridad competente debe requerir de un análisis de ingeniería que demuestre que dicha modificación no aumenta el potencial de daño de la inundación.

824.10.2 Requisitos de elevación.
1. Todas las edificaciones y estructuras erigidas dentro de las zonas costeras de alto riesgo deben ser elevadas para que todas las partes más bajas de todos los miembros estructurales que soportan el piso más bajo estén localizadas sobre el NID, con la excepción de plataformas o placas de cimentación, pilotes, cabezal de pilotes, columnas, trabes de cimentación y arrostramientos.

2. Se prohíben pisos de sótano que estén debajo del nivel de terreno en todos los lados.

3. Se prohíbe uso de material de relleno para el apoyo estructural.

4. Se prohíbe la colocación de relleno bajo las edificaciones y estructuras.

5. Excepción: Los muros y tabiques que encierren áreas debajo del NID deben cumplir los requisitos de las Secciones 824.8 y 824.10.3.

824.10.3 Cimentaciones. Todas las edificaciones y estructuras erigidas dentro de las zonas costeras de alto riesgo deben estar soportadas mediante pilotaje o columnas adecuadamente ancladas a los mismos. El pilotaje debe estar debidamente hincado en el suelo para resistir la fuerza combinada de oleaje y viento. Los valores de las cargas de agua utilizados deben corresponder en el NID. Los valores de las cargas de viento deben ser aquéllos requeridos por este Código. La longitud de penetración en tierra de los pilotes debe considerar la disminución de la capacidad resistente causada por el roce de estratos de suelo alrededor del pilote. El diseño e instalación de sistemas de pilotaje debe ser cerificados de acuerdo con la Sección 824.10.6. Las plataformas o placas de cimentación u otras cimentaciones que soporten columnas no deben ser permitidas donde los estudios de mecánica de suelos requeridos indiquen que el material del suelo bajo estas cimentaciones está sujeto a roce o erosión debido a la velocidad de flujo de la ola.

824.10.4 Muros debajo del NID. Los muros y tabiques son permitidos debajo del piso elevado, con la condición de que tales muros y tabiques no sean parte del soporte estructural de la edificación o estructura y:

1. Los componentes eléctricos, mecánicos y sanitarios no se monten sobre muros o penetren a estos para evitar la ruptura de dichos componentes por las cargas de inundación, y

2. Sean construidos con pantallas contra insectos o celosías abiertas, o;

3. Sean diseñados para romperse o derrumbarse sin causar colapso, deslizamiento u otro daño estructural a la porción elevada de la edificación o sistema de cimentación de soporte. Para tales muros las estructuras y las conexiones deben tener una capacidad de diseño admisible no menor de 50 kg por m2 ni mayor de 100 kg por m2, o;

4. Donde los valores de las cargas de los vientos de este Código excedan de 100kg por m2, los permisos de construcción deben incluir la memoria estructural firmada por el perito responsable o DRO tal que:

a) Los muros y tabiques debajo del NID que hayan sido diseñados para colapsarse ante una carga de agua menor que aquélla que pueda ocurrir durante la crecida proyectada.

b) La parte elevada de la edificación y el sistema de soporte de la cimentación han sido diseñados para soportar los efectos del viento y la acción de cargas de inundación actuando simultáneamente en todos los componentes de la edificación, estructurales y no estructurales. Los valores de las cargas del viento deben ser aquellos requeridos por este Código.

824.10.5 Espacios cerrados debajo del NID. Estos espacios solamente deben ser usados para estacionamiento de vehículos, accesos a la edificación o almacenamiento.

824.10.6 Documentos. Los permisos y licencias de construcción deben complementarse con las memorias de cálculo estructural firmadas por el perito responsable o DRO de tal manera que los métodos de diseño y construcción empleados satisfagan los criterios aplicables a esta sección.

SECCIÓN 825
ELEVADORES

825.1 Generalidades. En cuanto a circulación vertical todo edificio que exceda de cuatro niveles además de la planta baja debe contar con elevador de pasajeros, los cuales se rigen por lo previsto en la Sección 825.

825.2 Accesibilidad. Todos los elevadores deben facilitar el acceso y transporte de personas en silla de ruedas. En este sentido el ancho de la puerta debe ser de 85 cm como mínimo.

825.3 Valores. La población recomendada para elevadores debe ser de 1.75 a 2 personas por recámara por vivienda, una capacidad de uso de 6 a 7 personas por cada 5 minutos y un intervalo de espera de 50 a 80 segundos.

825.4 Espacio de espera. La distancia libre mínima entre la puerta del elevador y la pared opuesta debe ser igual a la profundidad de la cabina. La superficie libre mínima debe ser igual a la profundidad de la cabina multiplicada por la anchura del cubo del elevador. La altura libre mínima debe corresponder a lo indicado en la Tabla 825.

825.5 Estructura. El cubo, cuarto de máquinas y foso del elevador no deben tener desplomes por encima de los 25 mm. Los interiores deben ser con acabado liso. El foso debe resistir los impactos sobre los amortiguadores de la cabina y los contrapesos. Las vigas o trabes en cada nivel de piso, deben estar diseñadas con claro y sección suficientes para instalar los soportes de los rieles. Los ganchos o viguetas del cuarto de máquinas deben soportar un izamiento de 1,000 kg de peso.

825.6 Albañilería. El acceso al cuarto de máquinas, incluyendo la puerta de trampa cuando así se requiera, debe ser fácil y seguro. Se debe prever la habilitación de huecos, resanes y rellenos en los espacios de espera para la instalación de botones de llamadas y señales.

825.7 Electricidad. Se deben dejar preparaciones eléctricas monofásicas y trifásicas con interruptores y

fusibles según el diseño del elevador preestablecido.

825.8 Ventilación. El cuarto de máquinas debe tener una ventilación natural o artificial tal que permita una temperatura máxima en su interior de 35º C.

Tabla 825
Dimensiones y características
De los elevadores

	INDICACIONES	UNIDADES	CAPACIDAD Y DIMENSIONES		
CARACTERÍSTICAS	CAPACIDAD DE CARGA	kg	400	630	1,000
	VELOCIDAD DE TRANSPORTE	m/s	1.0	1.0	1.0
	POBLACIÓN CUBIERTA	Personas	150	200	300
	VIVIENDAS CUBIERTAS	Nº	32	42	60
CUBO	ANCHO	m	1.8	1.8	1.8
	LARGO	m	1.5	2.1	2.6
	ALTURA DEL FOSO	m	1.5	1.5	1.5
	ALTURA DEL TOPE	m	3.8	3.8	3.8
	ANCHO DE PUERTA	m	0.85	0.85	0.85
	ALTO DE PUERTA	m	2.0	2.0	2.0
CABINA	ANCHO	m	1.1	1.1	1.1
	LARGO	m	0.95	1.4	2.1
	ALTURA	m	2.2	2.2	2.2
	ANCHO DE PUERTA	m	0.85	0.85	0.85
	ALTO DE PUERTA	m	2.0	2.0	2.0
	CAPACIDAD DE TRANSPORTE	Personas	5	8	13
	ANCHO	m	2.4	2.7	2.7
	LARGO	m	3.2	3.7	4.2
	ALTURA	m	2.2	2.2	2.2

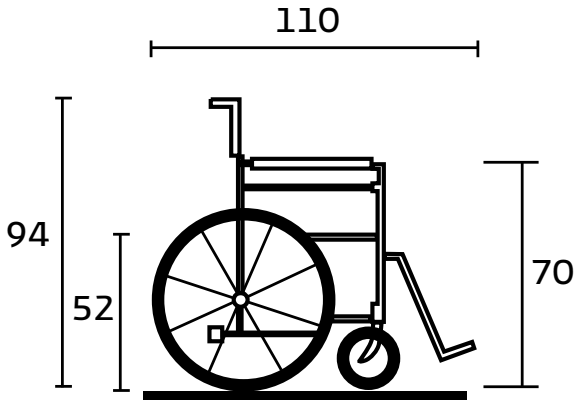
DISEÑO DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 9 - ACCESIBILIDAD EN LA VIVIENDA

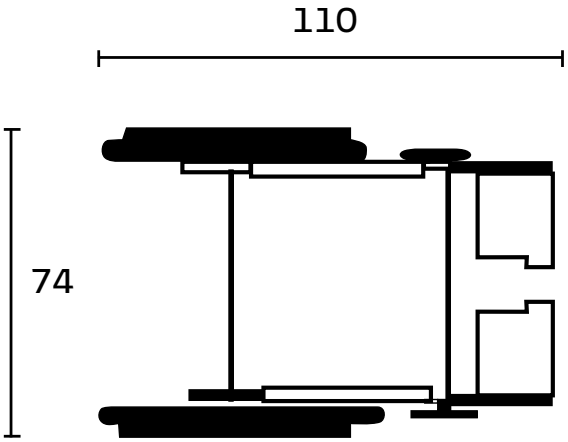
SECCIÓN 901
ACCESIBILIDAD

901.1 Consideraciones generales. Esta sección establece los lineamientos de diseño y construcción aplicables a la vivienda, áreas comunes, vialidades, equipamiento y servicios urbanos que forman parte integral de un conjunto habitacional y de su entorno urbano, con la finalidad de que sean funcionales para todos sus habitantes con impedimentos motrices, visuales y/o auditivos permitiendo desenvolverse de manera independiente de acuerdo a sus propias necesidades.

Para adecuar la vivienda, las dimensiones estándar de la silla de ruedas, por ser el elemento que más modificaciones produce en el espacio, deben ser de 1,10 m de longitud, 0,74 m de anchura y 0,94 de altura.



Vista lateral



Vista superior

Las medidas y aspectos generales arquitectónicos en diseño especial para la accesibilidad de la vivienda parten de un estándar internacional y de la Oficina de Representación para la Promoción e Integración Social para Personas con Discapacidad.

901.2 Las viviendas. Las viviendas que contemplen en su diseño criterios de accesibilidad a personas con discapacidad y que formen parte de conjuntos habitacionales deben ubicarse lo más cercano posible a rutas accesibles al acceso general del propio conjunto, así como de los servicios de transporte público y vías públicas.

Se recomienda aplicar estos criterios de diseño en las viviendas ubicadas en el nivel de acceso principal de los inmuebles proyectados en varios niveles.

En el caso de que exista el requerimiento de ubicar viviendas accesibles en niveles distintos al del acceso principal debe garantizarse el acceso libre de obstáculos hasta dichas viviendas y cumplirse las especificaciones señaladas en el presente capítulo.

901.2.1 Vivienda adaptable. Se entiende como vivienda adaptable aquella que se proyecta y edifica con base en un diseño que permita, con un mínimo de adecuaciones, crear las condiciones favorables de funcionalidad para satisfacer las necesidades de accesibilidad de sus ocupantes.

La vivienda adaptable se debe generar desde el origen del proyecto arquitectónico cumpliendo los lineamientos del presente capítulo.

En los casos de vivienda usada, la adaptación de la vivienda debe llevarse a cabo con la aplicación de los criterios de diseño contemplados en este capítulo.

901.2.2 Vivienda accesible. Se entiende por vivienda accesible aquélla que se proyecta y construye desde su origen con base en las necesidades específicas de funcionalidad y accesibilidad de un usuario con discapacidad.

SECCIÓN 902
CRITERIOS DE DISEÑO PARA ESPACIOS EXTERIORES

902.1 Áreas exteriores. Las áreas exteriores, tales como pasillos de acceso, equipamiento urbano, mobiliario urbano, deben considerar los criterios de diseño y construcción con superficies táctiles para los invidentes, mismas que deben estar libres de cualquier elemento que pudieran causar algún daño a su integridad física y que simultáneamente permitan la libre movilidad de cualquier habitante desde un acceso hasta el destino final dentro del conjunto.

902.2 Acceso urbano.

902.2.1 Rutas. Deben preverse rutas de acceso a las zonas comercial, escolar, deportiva, cultural y social más cercanas. Si no existen dentro del conjunto habitacional, debe preverse una ruta de salida del conjunto.

Estas rutas deben considerar la circulación del discapacitado sobre la(s) banqueta(s), por lo que deben colocarse las rampas necesarias.

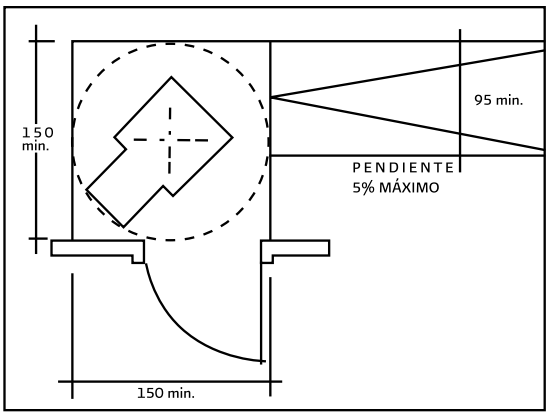
La distancia máxima de la vivienda para discapacitados a cualquiera de las zonas mencionadas debe ser de 500 m.

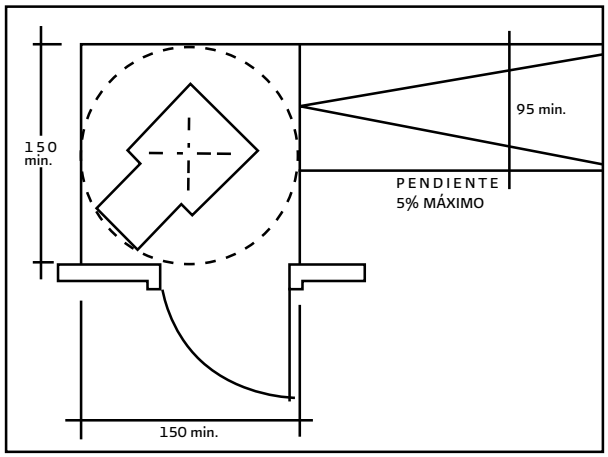
902.2.2 Acceso principal de la vivienda. El área de acceso a la vivienda ubicada al término de la rampa, debe tener como dimensiones mínimas 1,50 m x 1,50 m cuando la puerta de acceso principal tenga abatimiento hacia el interior de la vivienda, en caso contrario, a esta zona debe agregársele el espacio necesario para que la puerta abra completamente.

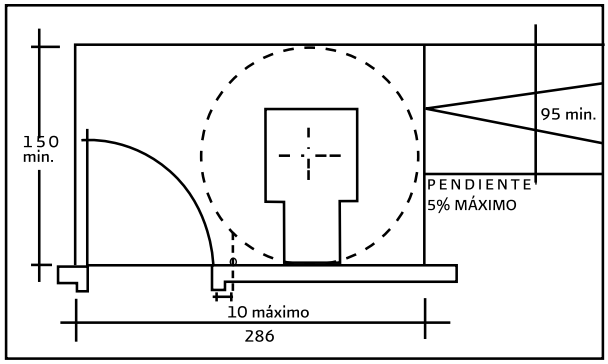
Se debe contar con protección contra la lluvia y el sol en forma de techo, volado, alero, tejabán, etcétera.

Los accesos deben estar señalizados y tener un claro libre mínimo de 1,20 m, contar con área de aproximación libre de obstáculos y con cambios de textura en piso.

Evitar pendientes y cambios bruscos en el umbral de puertas de los accesos, por lo menos, en una distancia de 1,20 m hacia el interior y exterior de la puerta.







902.3 Rampas de acceso.

902.3.1 Rampas urbanas. Las rampas que se describen a continuación son para facilitar el acceso en silla de ruedas de la banqueta a la calle y viceversa. Estas rampas deben colocarse en todas las esquinas de la cuadra en que se ubique la vivienda del discapacitado.

La pendiente máxima en estas rampas es de 12.5% con una longitud mínima de 90 cm y máxima de 152 cm. El ancho mínimo es de 95 cm.

El elemento más cercano debe encontrarse a una distancia mínima de 135 mm medidos perpendicularmente sobre los bordes de la rampa que estén más elevados sobre el nivel de piso terminado.

Cuando la pendiente sobrepase el 5% debe colocarse un barandal alineado sobre el borde lateral.

Los extremos laterales de la rampa deben construirse de manera que desde las aristas de la rampa en su parte más elevada, se trace una línea a 45° que se continúe hasta el punto en que se cruza con la prolongación de la rampa en su parte más baja formando así otro ángulo de 45°.

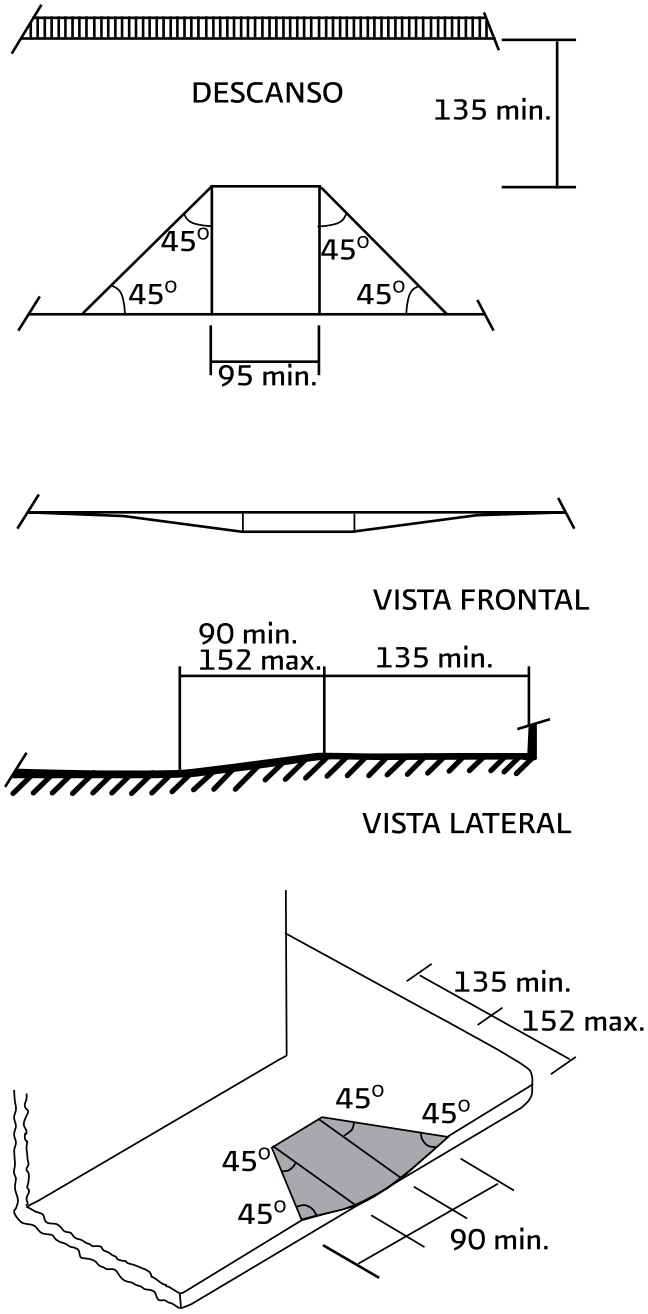
La rampa debe poseer textura antiderrapante cuya profundidad no exceda los 3 mm.

Esta textura debe estar provista de múltiples elementos que sobresalgan y aseguren las

propiedades antiderrapantes, tanto en condiciones seca como húmeda, pero que al mismo tiempo no produzcan vibraciones bruscas.

Debe evitar también la acumulación de basura y el crecimiento de elementos vegetales o de otro tipo que afecten el desplazamiento de la silla de ruedas. El material utilizado para el acabado de la rampa debe tener una dureza similar o superior a la del concreto.

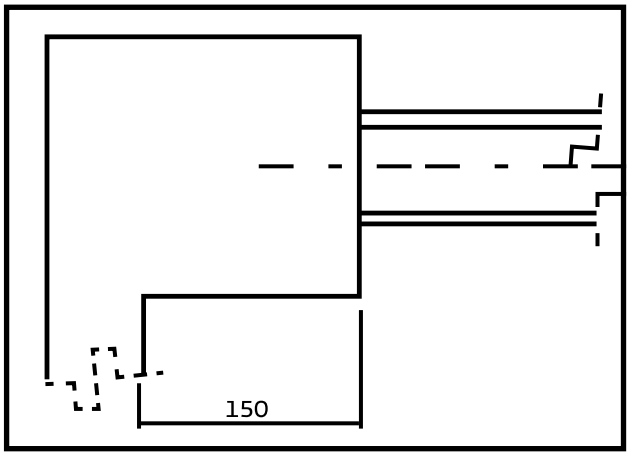
La rampa debe construirse libre de obstáculos en toda su longitud y anchura, y debe tener un color integrado contrastante con las superficies adyacentes o en su defecto una textura que la destaque y línea de color integrado que la delimite. Las rampas exteriores deben señalarse de acuerdo a lo especificado a continuación.

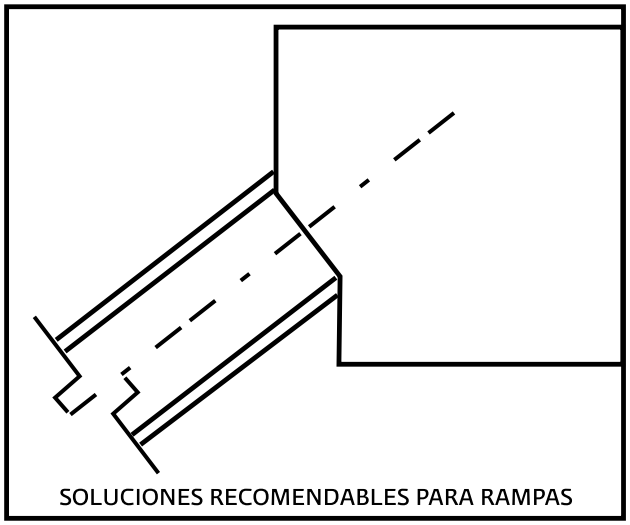


902.3.2 Ancho de rampa. La vivienda debe contar con una rampa de acceso cuya anchura mínima debe ser de 0,95 m considerando el nivel de piso terminado de la banqueta. De preferencia el acceso debe ser directo y breve.

902.3.3 Longitud de rampa. La longitud de la rampa, no debe exceder los 9,00 m. La longitud máxima de las rampas entre descansos debe ser de 6,00 m.

902.3.4 Inicio de rampa. El inicio de la rampa debe ser el mismo que el nivel de piso terminado de la acera.




SOLUCIONES RECOMENDABLES PARA RAMPAS

902.3.5 Pendiente de rampa. La pendiente de las rampas debe ser de 6%, siendo el máximo de 8%, en cuyo caso se debe reducir la longitud entre descansos a 4,50 m.

902.3.6 Piso de la rampa. El piso debe contar con textura antiderrapante cuya profundidad no exceda los 5 mm. Esta textura debe estar provista de múltiples elementos que sobresalgan y aseguren las propiedades antiderrapantes, tanto en condición seca como húmeda, pero que al mismo tiempo no produzcan vibraciones bruscas.

902.3.7 Acabado de la rampa. El material utilizado para el acabado de la rampa debe tener una dureza igual o superior a la del concreto.

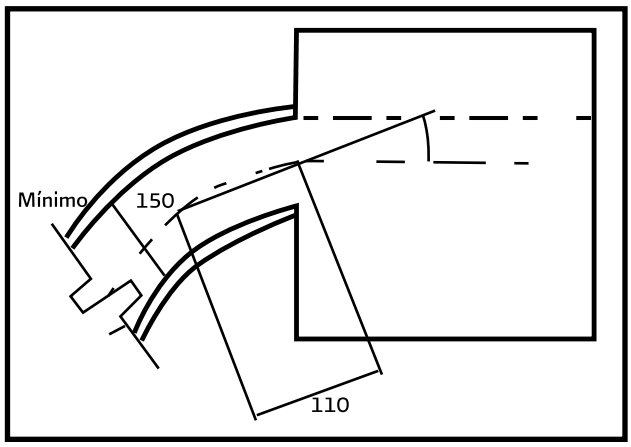
902.3.8 Obstrucciones en rampa. Debe evitarse la acumulación de basura y el crecimiento de elementos vegetales o de otro tipo que afecten el desplazamiento de la silla de ruedas. La rampa debe construirse libre de obstáculos en toda su longitud y anchura.

902.3.9 Circulaciones bajo rampa. En las circulaciones bajo rampas, debe existir una barrera a partir de la proyección del límite de 2.10 m. de altura bajo la rampa.

902.3.10 Barandal en rampa. La rampa debe contar al menos con un barandal o pasamanos a todo lo largo y con un borde de protección (alfarda) no menor de 5 cm a todo lo largo de ella, excepto en aquellos tramos en que exista pared.

902.3.11 Señalamientos al cambio de nivel. El cambio de nivel tanto en la vivienda como en la banqueta debe indicarse con algún señalamiento que pueda percibirse por el usuario, bien se trate de texturas, colores, símbolos gráficos o elementos similares colocados en el mismo sitio.

902.3.12 Rampas en curva. Para rampas curvas la anchura mínima debe ser de 1,50 m.



902.3.13 Áreas al inicio y final de rampa. En cualquier tipo de rampa, tanto en la parte inicial como en la parte terminal, debe existir un área de 1,50 m x 1,50 m que permita el giro de la silla de ruedas.

902.3.14 Descansos intermedios en rampa. Si por algún motivo es necesario construir uno o varios descansos intermedios, estos deben tener 1,50 m x 1,50 m como dimensiones mínimas.

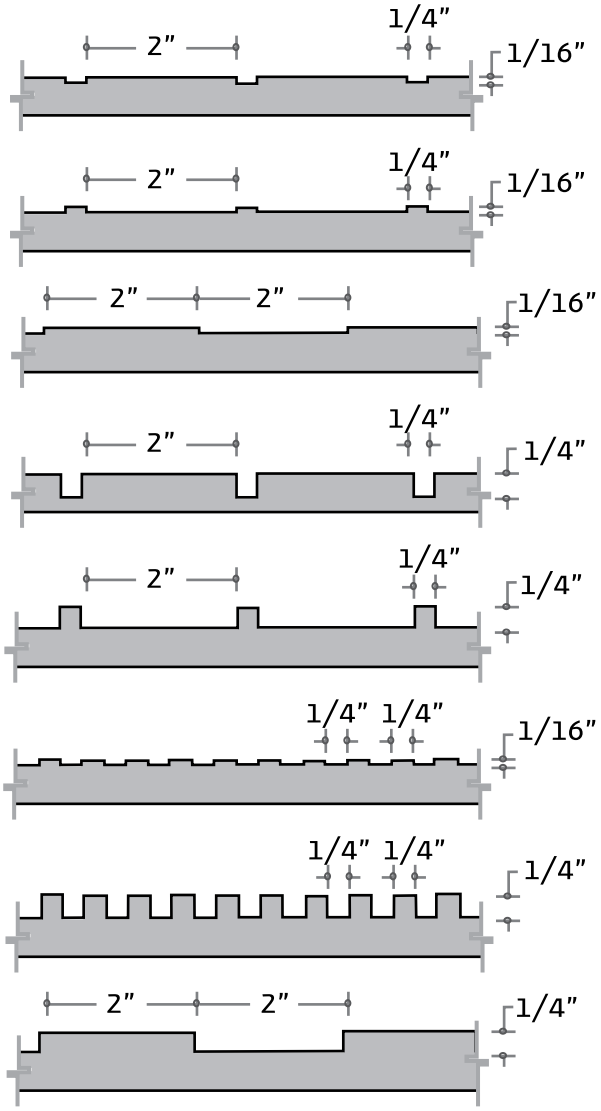
902.3.15 Unión de descansos y rampa. La unión entre la rampa y los descansos debe realizarse de manera tal que los ejes longitudinales de la rampa y de la silla de ruedas sean coincidentes.

902.4 Puertas.

902.4.1 Anchos mínimos para acceso a vivienda. La anchura mínima libre para puertas de acceso a la vivienda debe ser de 0,95 m (aproximadamente 1,00 m a paños interiores del marco).

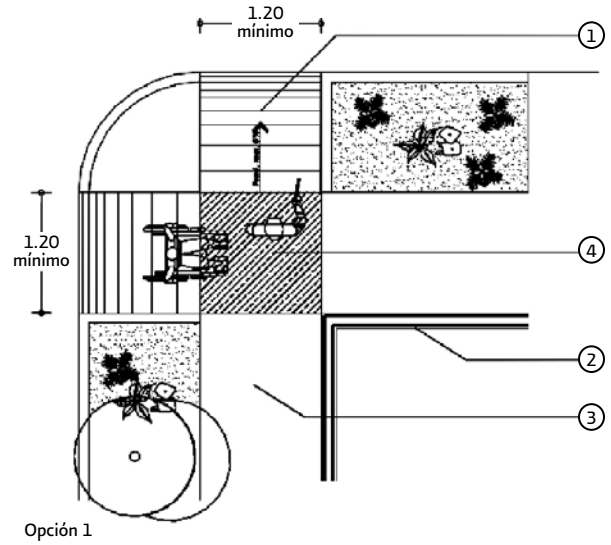
902.5 Pisos Exteriores. Los pisos exteriores deben contar con acabados antiderrapantes que no reflejen en exceso la luz y tener pendientes hidráulicas de 2%, las juntas entre materiales de pisos y en su caso la separación de rejillas, no deben ser de más de 13 mm de ancho (ver Diagrama).

- ACABADOS ANTIDERRAPANTES Y DISTINTAS OPCIONES PARA REALIZAR CAMBIOS DE TEXTURA.

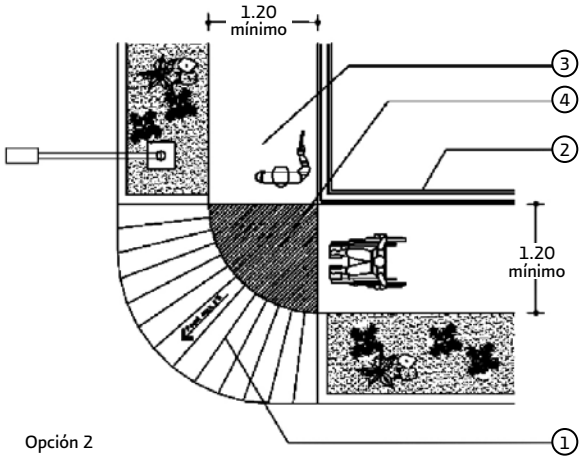


902.6 Banquetas. Deben tener un ancho mínimo libre de 1.20 m., los pavimentos deben tener superficies uniformes y antiderrapantes que no acumulen agua, las diferencias de nivel se deben resolver con rampas cuya pendiente no sea mayor al 8%, se deben evitar ramas y objetos sobresalientes que no permitan el paso libre a una altura de cuando menos 2.20 m, el mobiliario urbano no debe obstruir la circulación ni las rampas existentes.

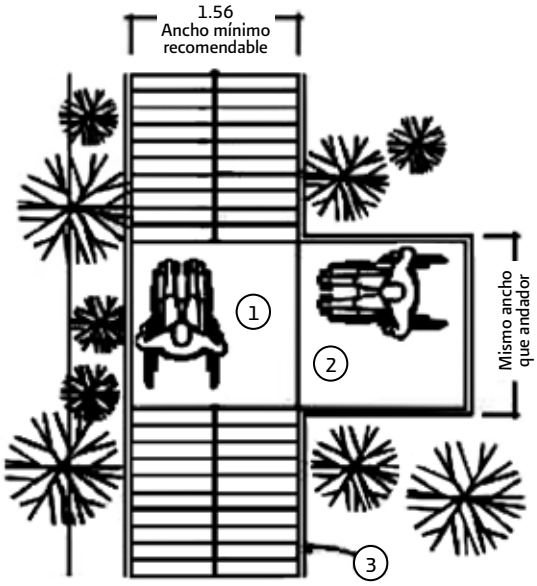
En las esquinas de las banquetas deben existir rampas con una pendiente no mayor al 8% y con un ancho mínimo de 1.20 m. (Ver **Figura 902.6**).

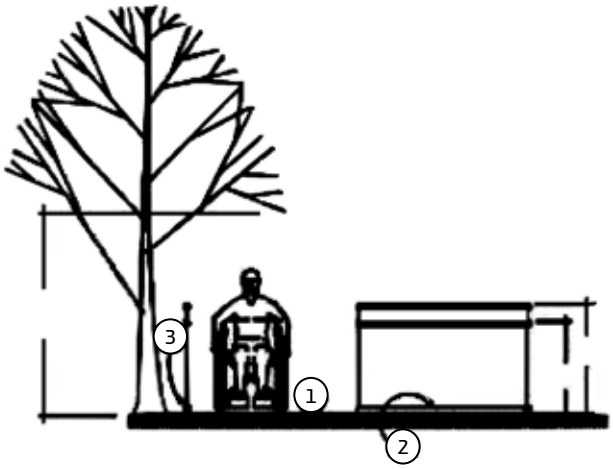


Opción 1



Opción 2





Se deben señalizar las rampas y utilizar cambios de textura en los pavimentos inmediatos a éstas.

902.7 Andadores. El ancho mínimo para andadores es de 1.20 m, deben tener superficies uniformes y antiderrapantes que no acumulen agua, las diferencias de nivel se deben resolver con rampas cuya pendiente no sea mayor al 8%, se deben evitar ramas y objetos sobresalientes que no permitan un paso libre a una altura de cuando menos 2.20 m, la instalación de pasamanos debe ser a 0.75 y 0.90 m de altura a lo largo de los recorridos, se deben utilizar cambios de textura en los pavimentos o tiras táctiles para alertar de cambios de sentido o pendiente a las personas ciegas así como bordes de protección de 5 x 5 cm.

A. El ancho mínimo recomendable para andadores es de 1.5cm.
B. Los andadores deberán tener superficies uniformes y antiderrapantes que no acumulen agua.
C. Las diferencias de nivel se resolverán con rampas cuya pendiente sea mayor a 8%.
D. Las juntas de pavimento y rejillas de piso tendrán separaciones máximas de 13 mm.
E. Se deberán evitar ramas y objetos sobresalientes que no permitan un paso libre de 1.8 m.
F. Es recomendable la instalación de pasamanos a 0.75 y 0.90m a lo largo de los recorridos, así como bordes de protección de 5x5 cm.
G. Es recomendable que a cada 30 m como máximo existan áreas de descanso cuya dimensión sea igual o superior al ancho del andador.
H. Es recomendable utilizar cambio de textura en los pavimentos o tiras táctiles, para alentar de cambios de sentido o pendiente a las personas ciegas.

1. Pavimento antiderrapante con pendiente no mayor al 8%
2. Área de descanso preferentemente sombreada.
3. Borde de protección de 5x5 cm.

Por cada 30.00 m como máximo, deben existir áreas de descanso cuya dimensión sea igual o superior al ancho del andador (ver **Figura 902.7**).

902.8 Cruceros y pasos peatonales. Deben cumplir con las mismas condiciones que las señaladas para banquetas. El paso de peatones en cabeceras de manzana con isla o camellón, debe estar libre de obstrucciones e igualmente los camellones deben estar interrumpidos con cortes al nivel de los arroyos vehiculares permitiendo un paso libre mínimo de 1.50 m. Deben contar con la colocación del señalamiento con el símbolo internacional de accesibilidad en una de las esquinas de manzana. En el caso de cruceros cuyo tránsito vehicular esté regulado por un semáforo, debe instalarse un dispositivo de paso peatonal, visual y sonoro (ver **Figura 902.8**). Se deben pintar líneas preventivas en los cruces peatonales.

902.9 Zonas de seguridad. En todos los niveles de una edificación deben existir áreas de resguardo, donde las personas puedan concentrarse en situaciones de emergencia y esperar un rescate asistido.

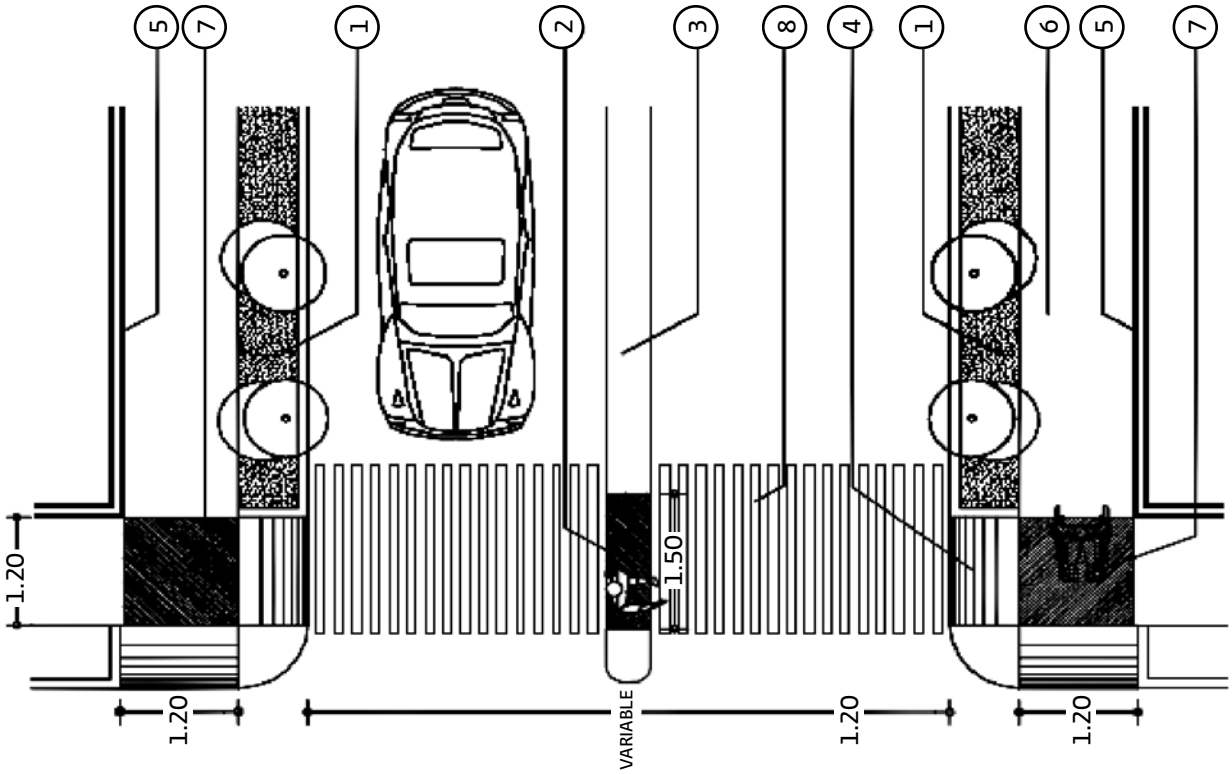
Las áreas de resguardo deben estar fuera del área de circulación.

En las áreas de resguardo no deben concentrarse humos y deben tener condiciones estructurales favorables.

Las rutas hacia las áreas de resguardo y las salidas de emergencia deben estar dimensionadas y señalizadas de acuerdo con lo especificado en la **Figura 902.9.**

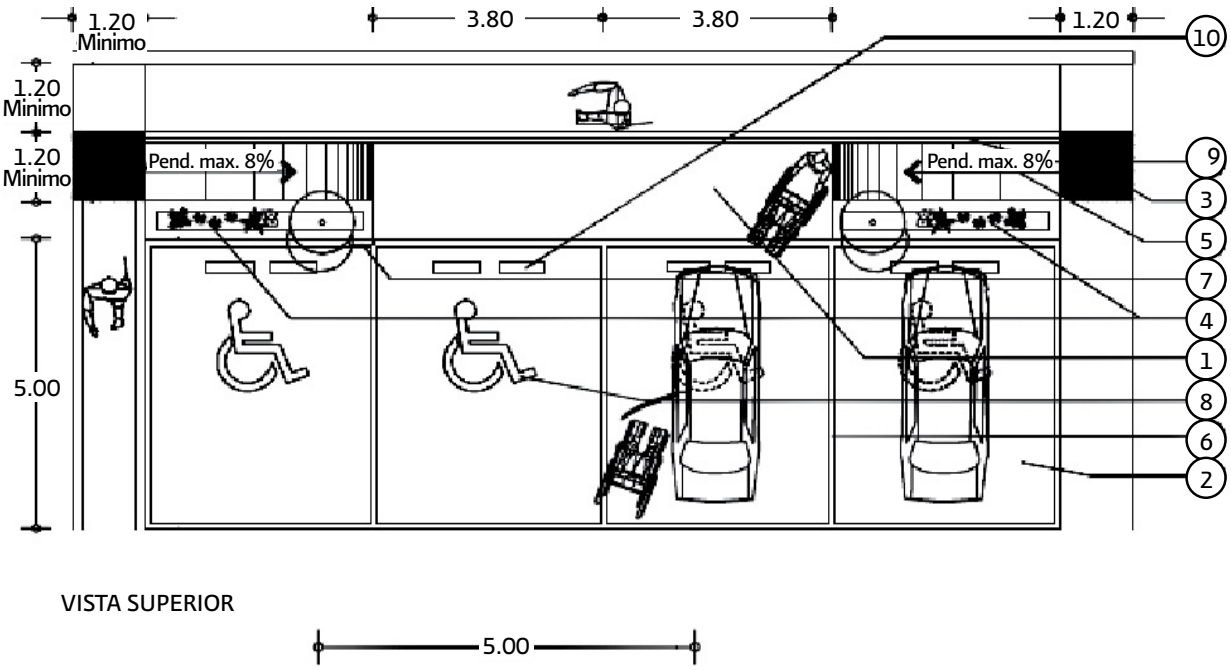
Todos los accesos, recorridos y servicios deben estar señalizados, con símbolos y letras en alto relieve y sistema braille.

Las señalizaciones deben corresponder al capítulo de señalización.



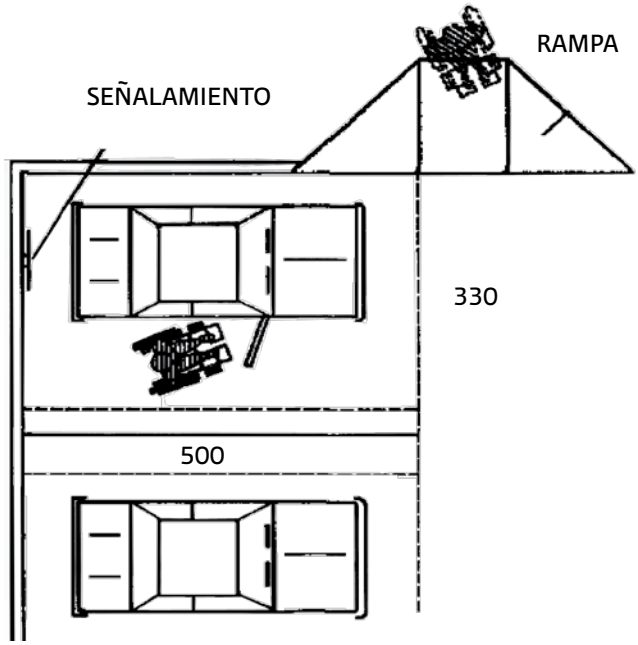
Especificaciones:

1. Zona jardinada.
2. Cruce de camellón a nivel del arroyo vehicular, con cambio de textura.
3. Camellón.
4. Rampas con pendiente máxima de 8%.
5. Pared u obstáculo.
6. Banqueta.
7. Cambio de textura.
8. Líneas que indican el cruce peatonal en pintura epóxica para exteriores color amarillo tránsito.



902.10 Estacionamiento. En las áreas de estacionamiento se debe contemplar por cada vivienda destinada a personas con discapacidad (vivienda accesible o adaptable) por lo menos un cajón para su uso exclusivo.

El área para estacionamiento en aquellas viviendas donde exista, debe encontrarse lo más cercana posible a la rampa de acceso principal.



902.10.1 Medidas del cajón de estacionamiento. Este cajón debe tener las medidas de 5.00 x 3.80 m y debe contar con los señalamientos correspondientes.

Los cajones que se ubiquen colindantes con un muro, deben contar con 0.25 m adicionales en su lado para permitir el abatimiento de puertas.

902.10.2 Área horizontal. Debe proporcionarse un área horizontal plana para evitar el desplazamiento de la silla de ruedas por sí sola, con dimensiones mínimas de 150 cm x 150 cm.

902.10.3 Piso del área de estacionamiento. El piso del área de estacionamiento debe poseer acabado antiderrapante con ranuras o entrecalles con profundidad máxima de 5 mm.

Si el nivel de piso terminado del estacionamiento no es igual al de la banqueta, debe realizarse una rampa que permita acceder a la banqueta o a la rampa de acceso a la vivienda (donde exista).

Esta rampa debe poseer una pendiente máxima de 12.5% con una longitud máxima de 152 cm y un ancho máximo de 95 cm. Además debe cumplir con los requisitos establecidos en el apartado Rampas.

El trayecto de desplazamiento desde el cajón hasta el acceso a la vivienda debe estar libre de obstáculos y contar con todas las especificaciones contempladas en este capítulo.

SECCIÓN 903
MOBILIARIO URBANO

903.1. Señalización

903.1.1 Símbolo internacional. El símbolo internacional para los discapacitados debe colocarse sobre una lámina con protección anticorrosiva, instalada a una altura no menor de 200 cm desde el nivel de piso terminado hasta el borde inferior de la lámina.

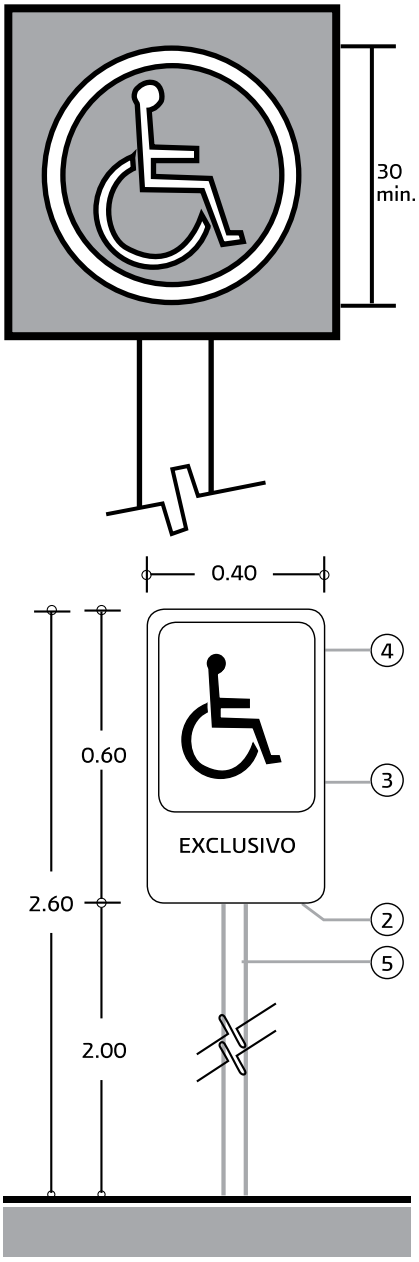
903.1.2 Esta lámina se debe fijar a un poste anclado al piso que debe ser capaz de resistir hasta 300 kgf (3000 Newton) en cualquier punto y dirección sin que la fijación al piso se afloje.

903.1.3 La fijación de la lámina al poste debe resistir hasta 100 kgf (1000 Newton).

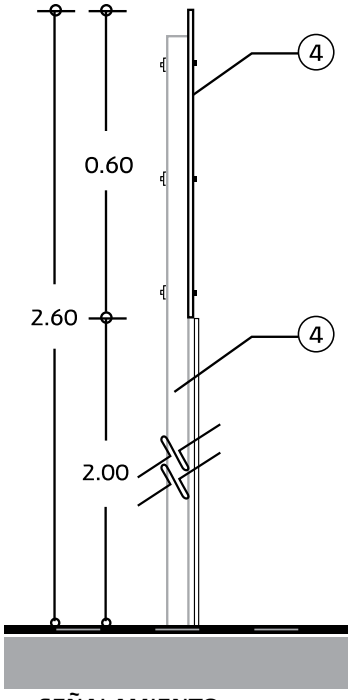
903.1.4 El símbolo no debe ser menor de 30 cm x 30 cm.

903.1.5 La figura debe estar dirigida hacia la derecha y deben respetarse las porciones indicadas en el dibujo.

903.1.6 El fondo debe ser azul marino código Pantone 288 y la figura blanca.

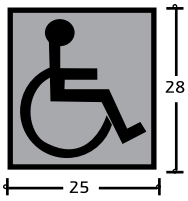
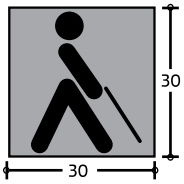


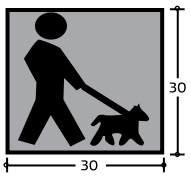
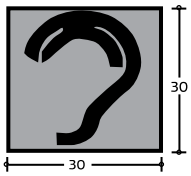
SEÑALAMIENTO
VISTA FRONTAL



SEÑALAMIENTO
VISTA LATERAL

Diagrama 902.1.2 Tabla de símbolos internacionales

Símbolo/ Trazo	Características	Requerimientos
Símbolo Mundial de Accesibilidad para Personas con Discapacidad 	El símbolo consistente en una figura humana estilizada de una persona en silla de ruedas y un cuadro plano con cara a la derecha, si indica una dirección, debe estar con la cara hacia la derecha o a la izquierda. Debe ser blanco con fondo azul Pantone N° 294 cuando esta en piso la figura y su contorno deben esta en amarillo tránsito.	Se puede hacer en placa metálica, láminas calcomanías adheribles o pin-tada sobre alguna superficie. Debe de situarse en los sitios donde haya accesibilidad para personas con discapacidad y estar siempre a la vista.
Símbolo Mundial de Accesibilidad para Personas con Discapacidad Visual 	El símbolo consiste en una figura humana estilizada de una persona de pie con bastón y un cuadro plano con cara a la derecha o a la izquierda. Debe ser blanco con fondo azul Pantone N° 294 cuando esta en piso la figura y su contorno deben esta en amarillo tránsito.	Se puede hacer en placa metálica, láminas calcomanías adheribles o pintada sobre alguna super-ficie. Debe de situarse en los sitios donde haya accesibilidad para personas con discapacidad y estar siempre a la vista.

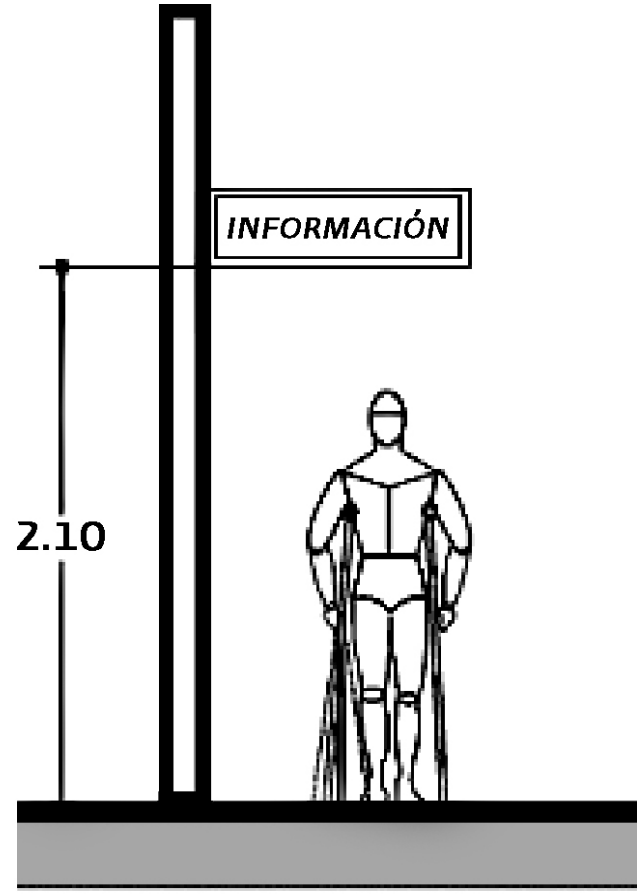
Símbolo Mundial de Accesibilidad para Personas con Perro Guía 	El símbolo consiste en una figura humana estilizada de una persona de pie con perro guía y un cuadro plano con cara a la derecha o a la izquierda. Debe ser blanco con fondo azul Pantone N° 294 cuando esta en piso la figura y su contorno deben esta en amarillo tránsito.	Se puedehacer en placa metálica, láminas calcomanías adheribles o pintada sobre alguna superficie. Debe de situarse en los sitios donde haya accesibilidad para personas con discapacidad y estar siempre a la vista.
Símbolo Mundial de Accesibilidad para Personas con Discapacidad Auditiva 	El símbolo consiste en una oreja estilizada. Debe ser blanco con fondo azul Pantone N° 294 cuando esta en piso la figura y su contorno deben estar en amarillo tránsito. Se puede hacer en placa metálica,	láminas calcomanías adheribles o pintada sobre alguna superficie. Debe de situarse en los sitios donde haya accesibilidad para personas con discapacidad y estar siempre a la vista.

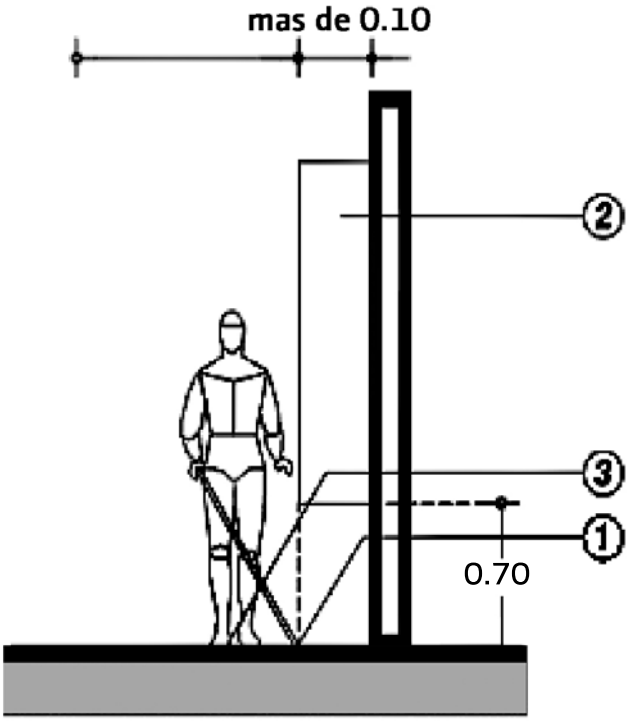
Especificaciones:

1. Lámina negra Cal. 14 acabado en pintura color blanco fluourescente.
2. Letras tipo Helvética medium de 6 cm de alto, acabado con pintura flourescente color negro.
3. Recuadro en color azul pantone número 294.
4. Simbolo acabado con pintura fluorescente, color blanco.
5. Tubo galvanizado de 51 mm (2”) de diámetro.

903.2 Elementos sobresalientes. Todos los elementos sobresalientes sobre las circulaciones, deben permitir un paso libre a una altura de cuando menos 2.20 m de altura.

El mobiliario y señalización que sobresalgan de los paramentos, deben contar con elementos de alerta y detección en los pavimentos (ver **Figura 903.2**).





EJEMPLO 2

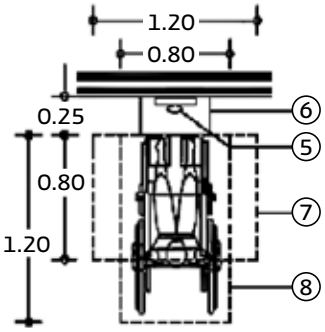
Especificaciones:

1- Cuado sobresalga un obstáculo más de 0.1 m. y esté a una altura mayor de 0.70 m. se debe indicar con un borde boleado de 0.05 m. o con cambio de textura en el piso a partir del paño exterior del obstáculo.

2- Obstáculo fijo a la pared (vitrina, teléfono, etc.,) con el borde inferior a una altura de 0.70 m. o menos del suelo, puede sobresalir lo necesario de la pared, siempre y cuando no reduzca el ancho mínimo requerido para la circulación de peatones.

3- Cambio de textura.

903.3 Teléfonos Públicos. Se debe colocar por lo menos, un teléfono para personas con discapacidad en cada agrupamiento, el cual debe ser instalado a una altura de 1.20 m medido desde el nivel del piso terminado al centro del teclado del aparato telefónico. El teclado del teléfono debe contar con sistema braille (ver **Figura 903.3**).



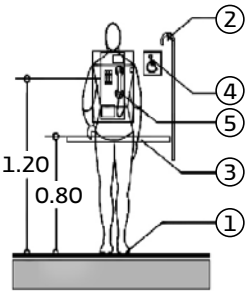
VISTA SUPERIOR

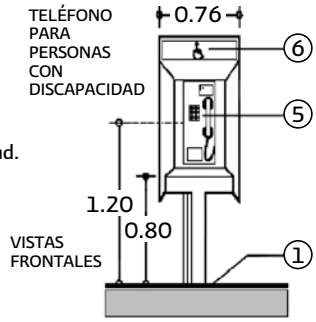
CASETA TELEFONICAS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

ESPECIFICACIONES

1. Cambio de textura de pavimento.
2. Gancho o ménsula para colgar muletas o bastones.
3. Repisa son filos.
4. Señalamientos, simbólico internacional de accesibilidad para personas con discapacidad.
5. Teléfono.
6. Caseta telefónica sin filos.
7. Espacios libre mínimo para acercamiento lateral.
8. Espacio libre mínimo para acercamiento frontal.

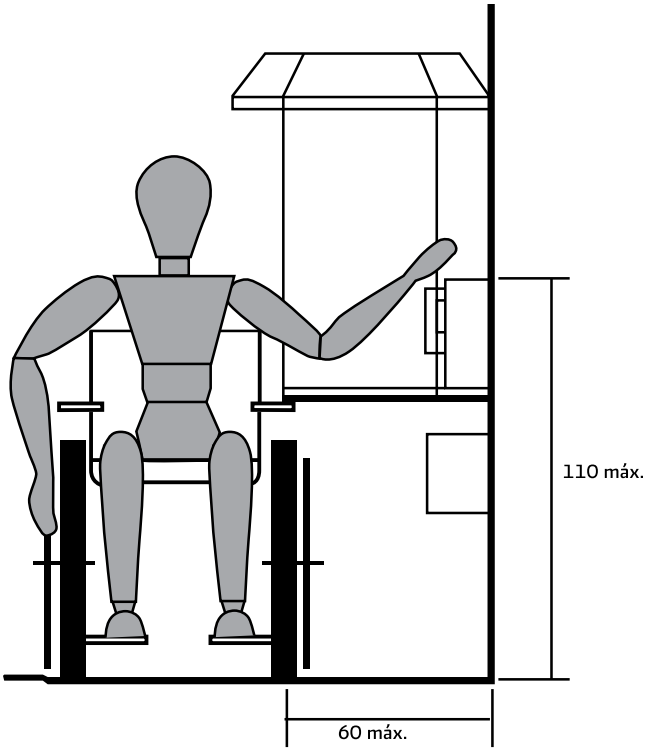
Se debe colocar por lo menos, un teléfono para personas con discapacidad en cada agrupamiento, el cual será instalado a la altura de 1.20 m de altura a centro. El teclado del teléfono contará con sistema braille.





903.3.1 El auricular de los teléfonos públicos debe ubicarse a una altura máxima de 110 cm sobre el nivel de piso terminado y debe ser posible la aproximación lateral hasta el borde del teléfono.

903.3.2 La distancia máxima entre los bordes frontales del teléfono y de la cabina es de 60 cm. Los teléfonos que se encuentren montados sobre la pared no deben tener esquinas interiores a menos de 50 cm del extremo más cercano del teléfono.



903.4 Buzones

903.4.1. Ranura de buzones. Para el caso de los buzones, la ranura en la cual se depositan las cartas debe encontrarse entre 90 cm y 110 cm de altura medidos desde el nivel de piso terminado.

Si el buzón está montado sobre la pared, éste no debe colocarse a menos de 50 cm de cualquier esquina interior que exista.

903.5 Depósitos de basura

903.5.1 Altura del depósito. La altura máxima del borde operativo de un depósito para basura no debe exceder de 90 cm desde el nivel de piso terminado.

903.6 Coladeras.

903.6.1 Las coladeras no deben ubicarse en circulaciones previstas en rutas para sillas de ruedas. Tampoco deben colocarse a menos de 2.00 m de cualquier rampa para silla de ruedas.

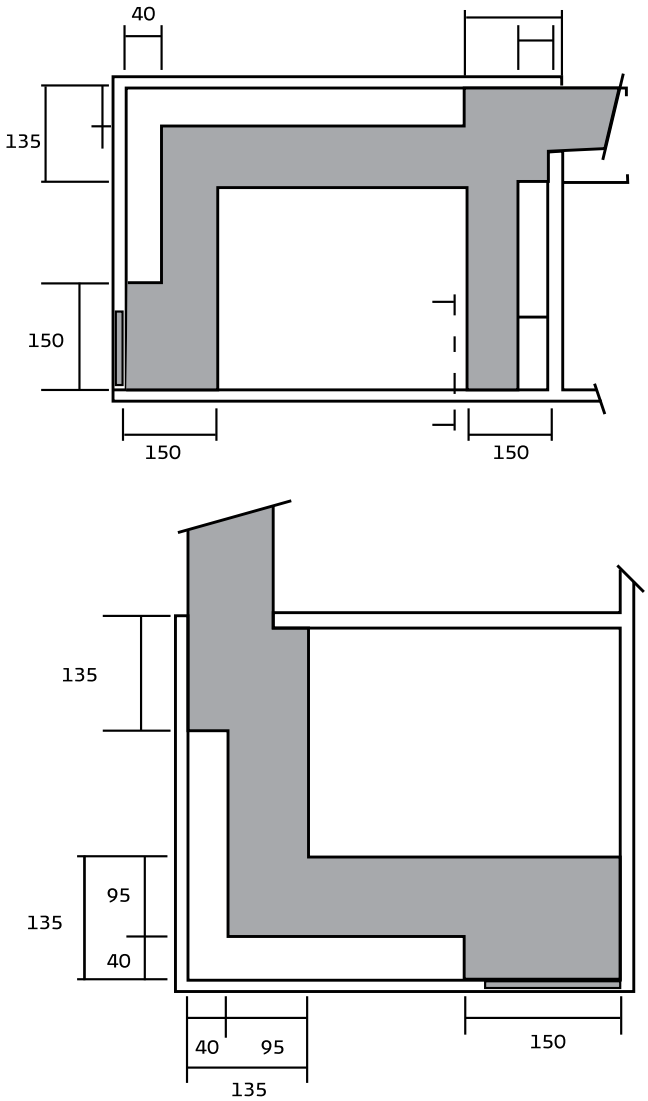
SECCIÓN 904
CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA.

904.1. Áreas

904.1.1 Ubicación de la vivienda. La vivienda individual debe ubicarse en los terrenos de mayor área

del fraccionamiento como esquina o en lotes de ajuste.

904.1.2 Área mínima. El área mínima de superficie construida por vivienda no debe ser menor de 65 m2.



904.1.3 Zona de estar. Para la zona de estar, el área mínima no debe ser inferior al 26% del área total de la vivienda (13% para el comedor y 13% para la estancia).

904.1.4 Zona de dormir. Para la zona de dormir, el área mínima en cada recámara debe ser del 12% del total de la vivienda. Para la alcoba, el área mínima debe corresponder al 8.5%.

904.1.5 Servicios. Para los servicios, el área mínima de la cocina debe ser del 6.5% del total de la vivienda.

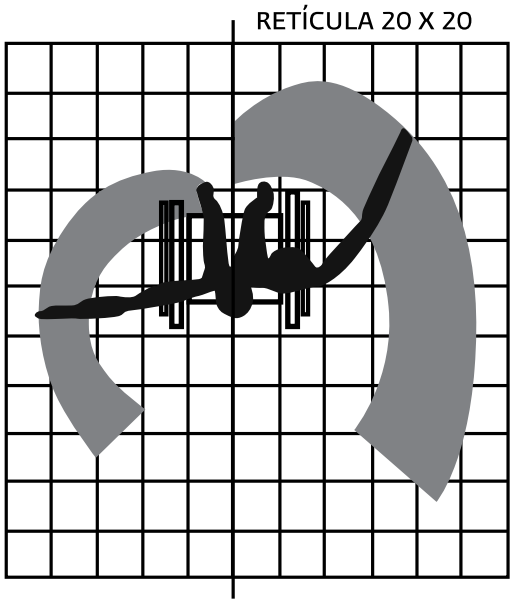
904.1.6 El área mínima del patio de servicio debe ser de 6.5% del total.

904.1.7 El espacio mínimo de circulación debe ser de 0.90 m de ancho.

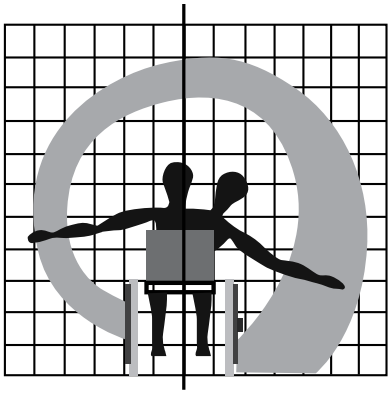
904.1.8 Debe preverse una ruta de entrada y de salida en cada uno de los diferentes espacios que componen la vivienda.

904.2 Giros.
Los alcances de las personas que utilizan silla de ruedas varían en función de la posibilidad de mover el tronco. Para realizar giros en la silla de ruedas se requiere de un mínimo de espacio que varía en función del movimiento y de los elementos circundantes.

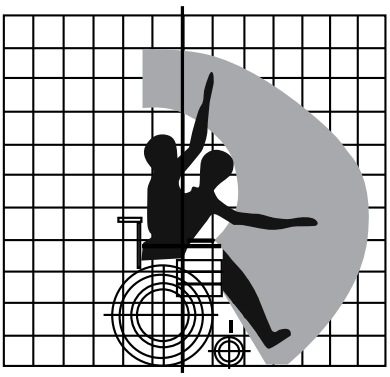
TRONCO INMÓVIL TRONCO MÓVIL



VISTA SUPERIOR



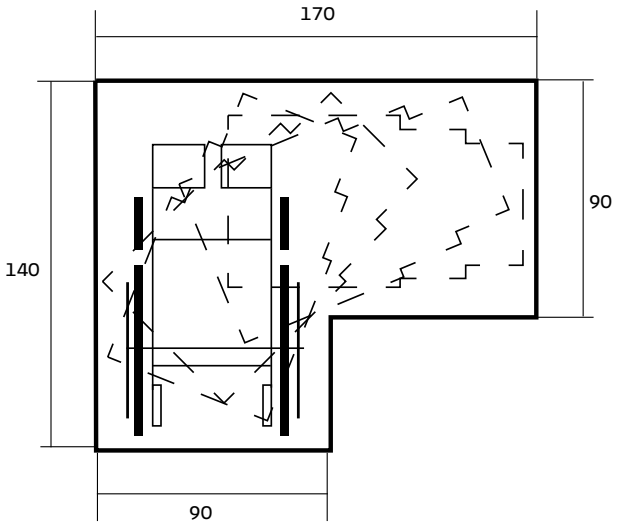
VISTA TRASERA



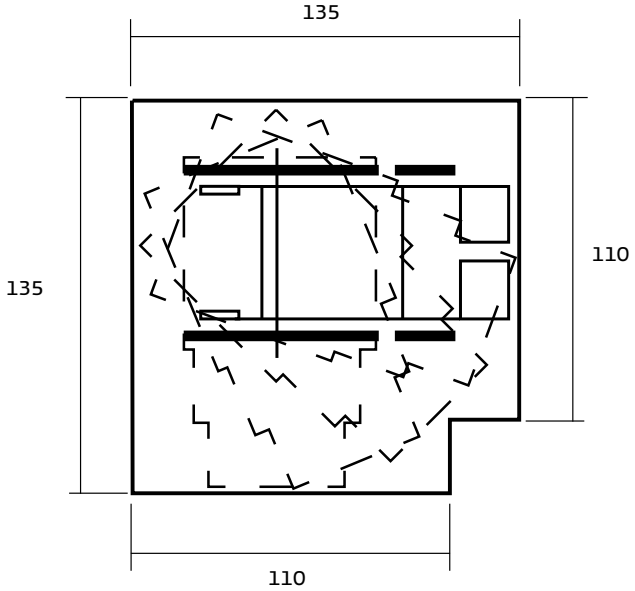
VISTA LATERAL

904.2.1 Giros de 90°. Para efectuar un giro de 90°

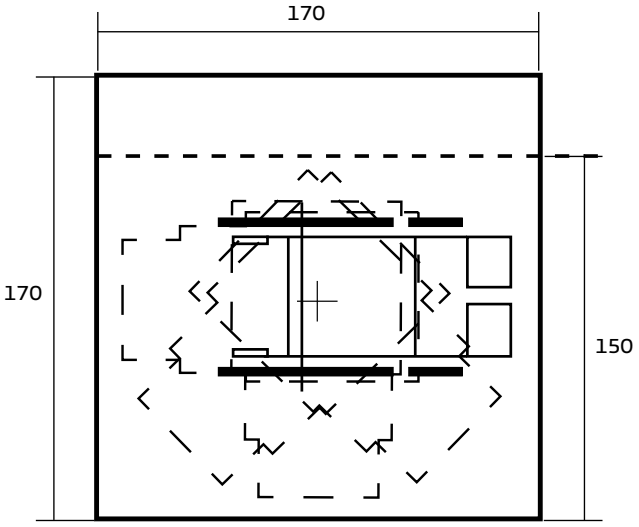
en un pasillo, el ancho libre mínimo es de 0.90 m, requiriéndose de 1.70 m de longitud cuando menos en el sentido hacia donde va a girarse, y de 1.40 m de longitud mínima desde donde empieza el giro.



Si el giro es de 90° pero no existe espacio para desplazarse y al mismo tiempo girar (al final de un pasillo por ejemplo), el espacio mínimo requerido es de 1.10 m x 1.35 m.

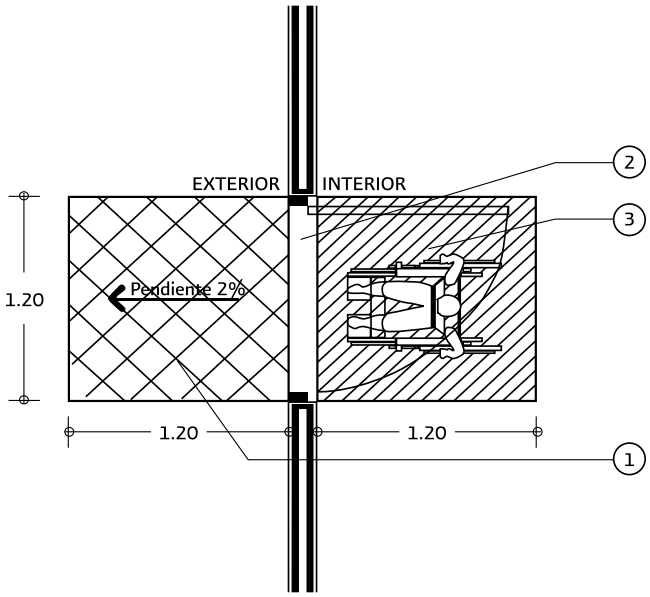


9004.2.2 Giros de 180°. Cuando se necesita girar 180° el área mínima requerida se incrementa a 150 cm x 150 cm, este área debe incrementarse a 170 cm x 170 cm para mayor comodidad donde sea posible.



904.3 Circulaciones horizontales.

904.3.1 Pasillos y accesos interiores. El acceso a las diferentes zonas de la vivienda debe realizarse mediante un recorrido breve y directo. Para aquellas ocasiones en que se necesite realizar giros con la silla de ruedas, las entradas deben cumplir con las recomendaciones de los apartados de pisos y acceso principal de vivienda.

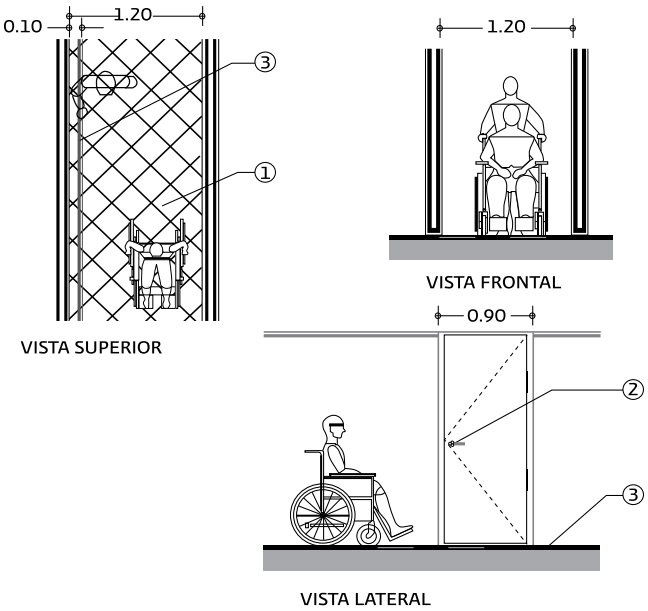


Especificaciones:

1. Pavimento exterior con pendiente hidráulica de 2%.

2. Entrada.

3. Área de aproximación libre de obstáculos.



ESPECIFICACIONES

1. Piso antiderrapante.

2. Puertas de acceso, con manija tipo palanca.

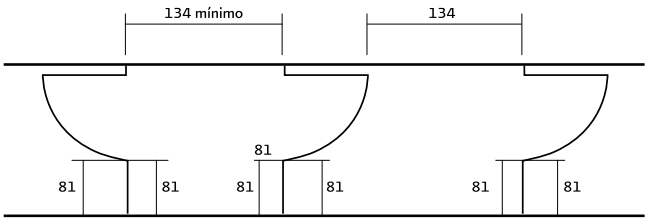
3. Guía para personas ciegas, pasamanos, tira táctil o franja con cambio de textura.

Cuando sea necesario colocar varias puertas a lo largo de un pasillo, debe considerarse un espacio adicional a los 85 cm de espacio libre mínimo de la puerta.

El espacio adicional no debe ser menor de 81 cm para permitir el acomodo de la silla de ruedas al abrir la puerta.

904.3.2 Picaporte de la puerta. Si el picaporte se coloca al centro de la puerta, deben darse 40 cm de espacio en ambos extremos de la puerta. Los 40 cm de espacio del lado de la bisagra, pueden eliminarse si la puerta está provista con un dispositivo para permitir el acceso frontal del picaporte.

La distancia entre el canto de la puerta abierta al máximo y el inicio de la otra puerta no debe ser menor de 134 cm.



DISTANCIA MÍNIMA EN VESTIBULOS Y/O PASILLOS (cm)

904.3.2 Puertas Interiores

904.3.2.1 Anchura de puertas de acceso. La anchura mínima libre para puertas de acceso a la vivienda es de 95 cm (aproximadamente 100 cm a paños interiores del marco).

904.3.2.2. Puertas al interior de la vivienda. Para puertas en el interior de la vivienda (recámaras, alcoba, baño, cocina) el ancho libre mínimo es de 85 cm. La anchura mínima libre es aquella que no considera el espesor de la puerta, tampoco incluye la cerradura, el picaporte, la jaladera, el marco o el espacio que ocupa la puerta plegadiza.

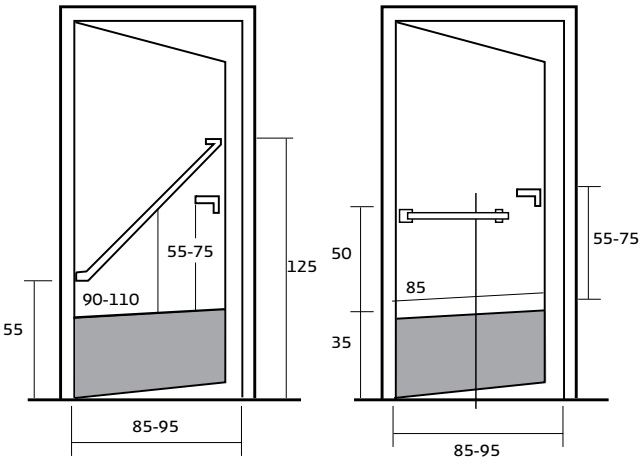
904.3.2.3. Cerradura. La cerradura que se instale debe permitir que se accione con una sola mano.

904.3.2.4. Picaporte. Debe proveerse un picaporte que debe colocarse a una altura mínima de 90 cm y máxima de 110 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la vivienda.

904.3.2.5. Agarraderas. Se debe colocar una barra agarradera de material resistente a la corrosión y a la intemperie, fijada de tal manera que sea capaz de soportar esfuerzos de hasta 110 kgf (1100 Newtons)* en cualquier dirección sin sufrir deformación aparente y sin que los elementos de fijación se aflojen. El diámetro exterior mínimo de esta barra debe ser de 2.5 cm y el máximo de 4 cm.

La barra debe abarcar la totalidad del ancho de la puerta y colocarse a una altura de 85 cm desde el nivel de piso terminado si se instala en posición horizontal.

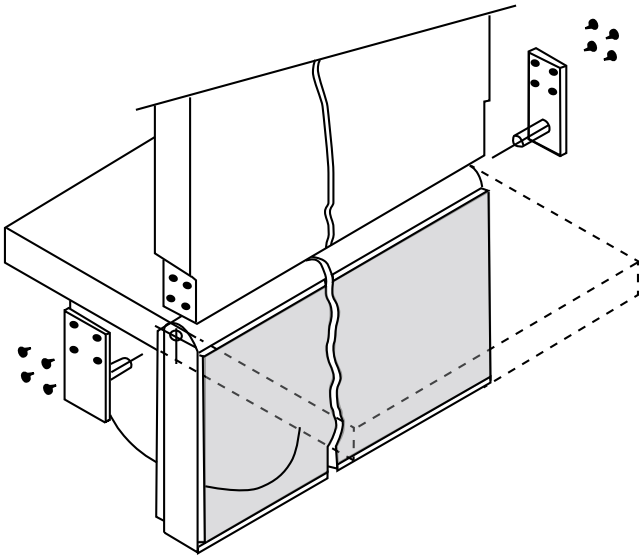
Si se instala en posición inclinada, la altura mínima debe ser de 55 cm y la altura máxima debe ser de 125 cm, medidos también desde el nivel de piso terminado.



En la recámara del discapacitado esta barra debe además impedir el deslizamiento de la mano, por lo que debe recubrirse con material antideslizante.

Si esta barra no se proporciona, debe proveerse un mecanismo de cierre automático ajustable.

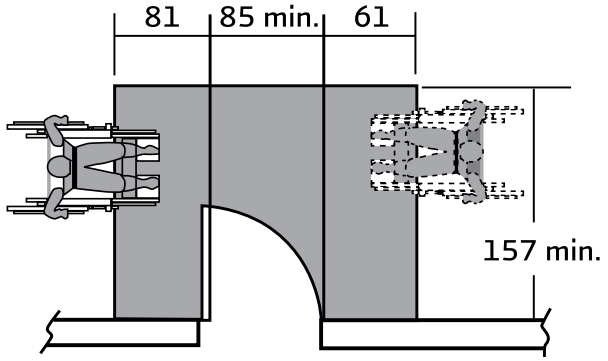
904.3.2.6 En puertas interiores debe instalarse un mecanismo de bisagra que cubra todo el ancho de la puerta, desde el borde inferior hasta una altura de 35cm.



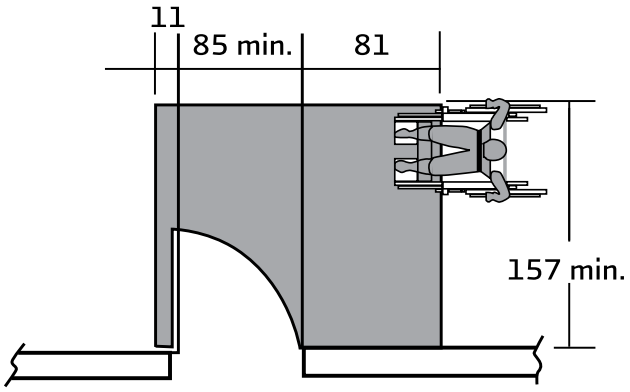
Este mecanismo debe contar con protección contra golpes de material no perecedero. Dicha protección debe ser de material suave al tacto y con dureza igual o superior a la de la madera de pino, así como resistente a la corrosión y la intemperie.

Esta protección debe fijarse de manera permanente, de forma tal que no pueda desprenderse sin el auxilio de herramientas.

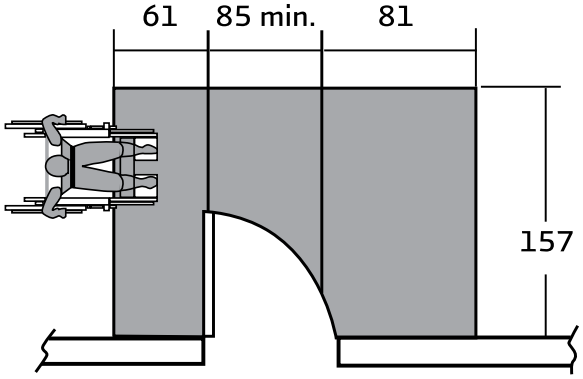
904.3.3 Dimensiones mínimas de puertas. Las dimensiones mínimas en función del tipo de acceso y del sistema de cierre de la puerta se indican a continuación.



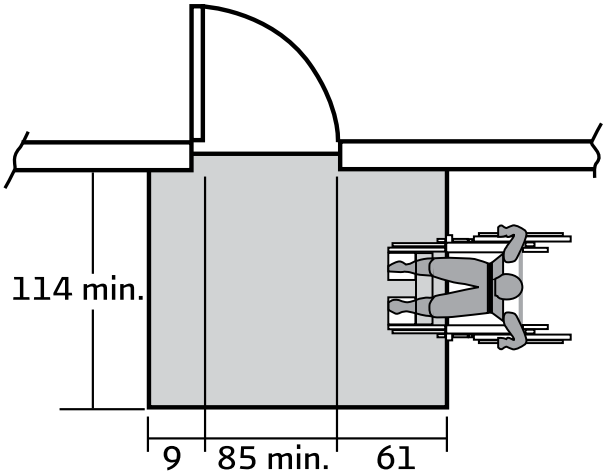
ACCESO LATERAL AMBOS LADOS



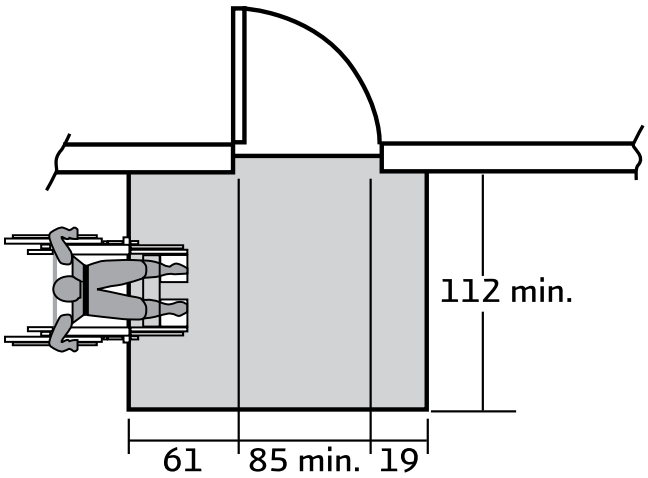
ACCESO LATERAL DERECHO



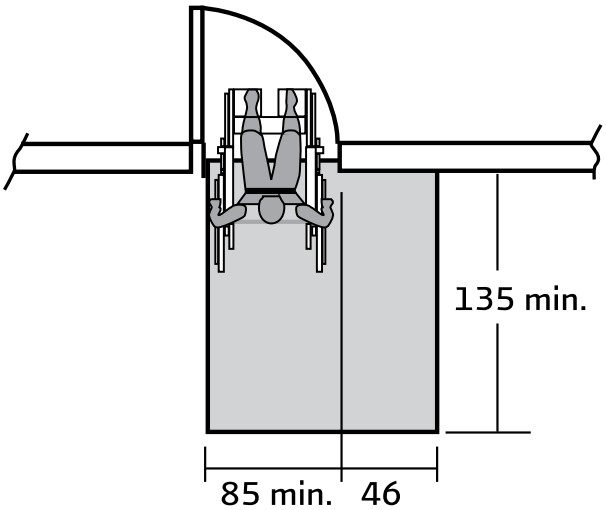
ACCESO LATERAL IZQUIERDO



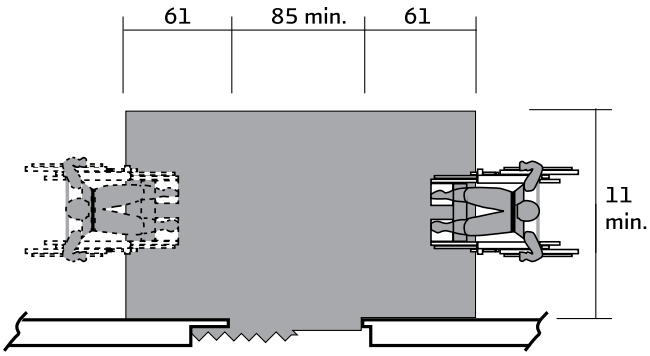
ACCESO LATERAL DERECHO



ACCESO LATERAL IZQUIERDO
ÁREA MÍNIMA REQUERIDA (cm)



ACCESO DIRECTO

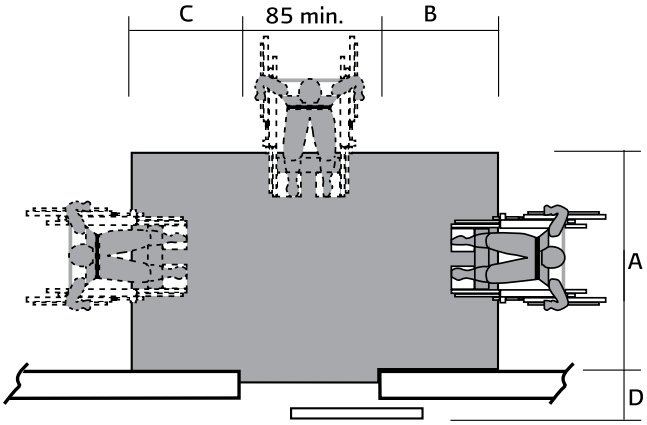


ACCESO LATERAL AMBOS LADOS

904.3.3.1 Puertas corredizas. En el caso de las puertas deslizantes o plegables, el acceso libre debe ser no menor de 85 cm, esto significa que el espacio libre entre el mecanismo de cierre montado en la puerta y la contraparte del mismo que se encuentra montada en el marco o en la pared (o entre el marco y el canto de la puerta en caso de no existir mecanismo de cierre que sobresalga) no debe ser menor de los 85 cm.

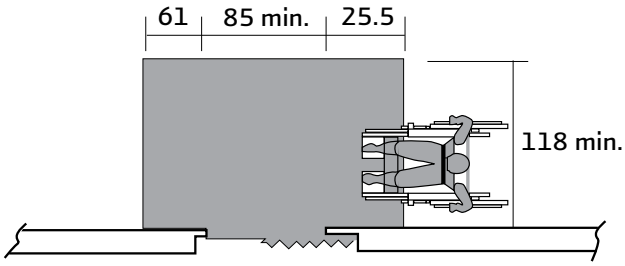
El mecanismo de guía inferior para este tipo de puerta no debe sobresalir del nivel de piso terminado.

Cuando la puerta se encuentre en el otro lado del muro por el cual se realiza el acceso, debe incluirse el espesor del muro en las dimensiones.

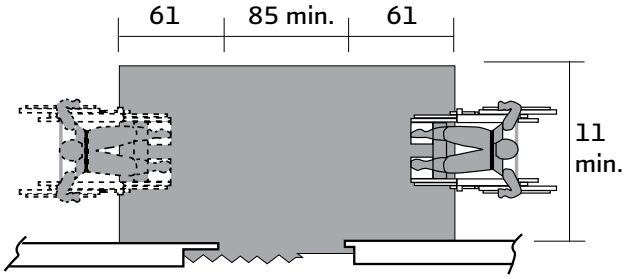


ACCESO DIRECTO	A = 135 + D B = 46 + D C = 0
ACCESO LATERAL DERECHO	A = 48 + D B = 61 + D C = 13 + D
ACCESO LATERAL IZQUIERDO	A = 118 + D B = 25 + D C = 61 + D
	A = 118 + D B = 61 + D C = 61 + D

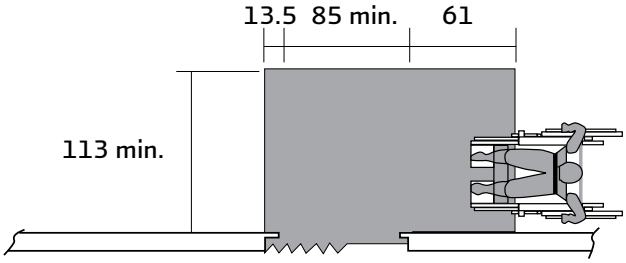
Si la puerta se desliza o pliega sin sobresalir del espesor del muro, éste no debe incluirse en el área mínima requerida.



ACCESO LATERAL DERECHO

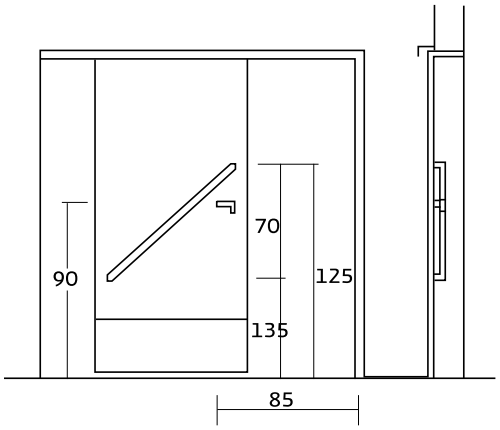


ACCESO LATERAL AMBOS LADOS



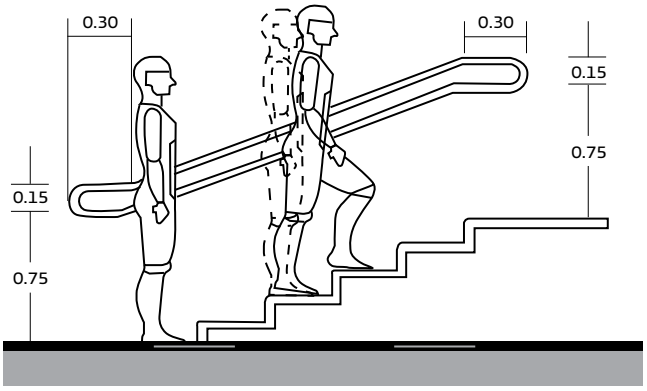
ACCESO LATERAL DERECHO

904.3.3.4 La jaladera en este tipo de puertas debe adecuarse a lo mencionado en líneas anteriores.



904.4 Barandales y pasamanos

904.4.1 Barandales. Los barandales y pasamanos deben ser redondeados, sin filos cortantes y con diámetros de 32 a 38 mm, deben estar firmemente sujetos y permitir el deslizamiento de las manos sin interrupción (ver **Figura 904.4.1**).

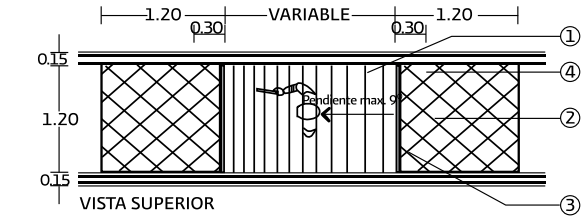


VISTA LATERAL

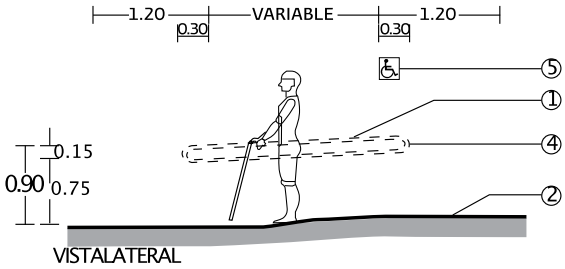
904.4.1.1 Los pasamanos desde el nivel de piso terminado en rampas, deben estar a una altura de 0,75 y 0,90 m, con 0,30 m volados en los extremos.

904.4.1.2 Los extremos deben terminar de tal manera que, no existan bordes ni aristas agudas.

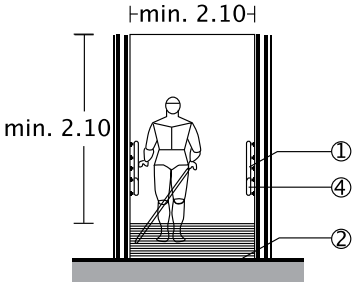
904.4.1.3 Para el caso de aquellos que se ubiquen en rampas, deben colocarse en ambos lados y prolongarse al menos 0,20 m tanto al inicio como al final.



VISTA SUPERIOR



VISTALATERAL



VISTA FRONTAL

Especificaciones:

1. Barandal a dos alturas 0.75 cm. y 0.90 cm., de 32-38 mm. de diámetro.

2. Cambio de textura o pavimento.

3. Franja de color contrastante.

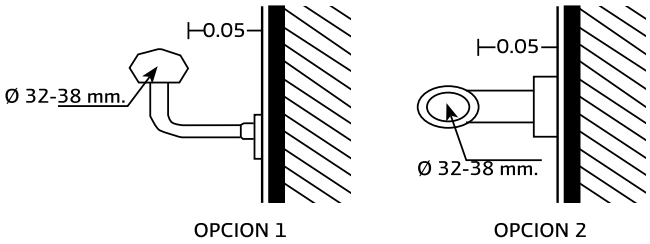
4. Terminación de barandal en forma redondeada.

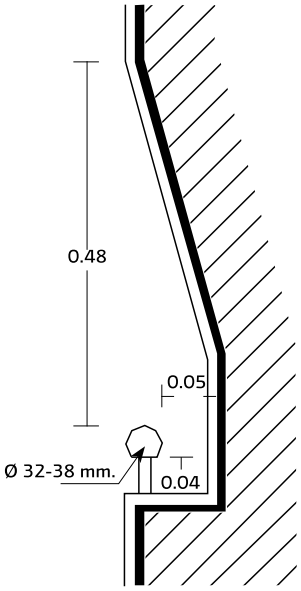
5. Símbolo mundial de accesibilidad a personas con discapacidad.

904.4.1.4 No debe existir ningún elemento por encima de ellos a una altura menor a 2,00 m.

904.4.1.5 El diámetro mínimo para los barandales debe ser de 4 cm y el máximo de 5 cm. y permitir el deslizamiento de las manos sin interrupción.

904.4.1.6 La separación mínima con respecto a la pared o cualquier otro elemento debe ser de 4,5 cm.



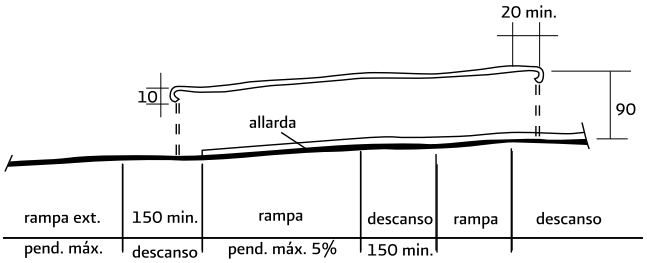


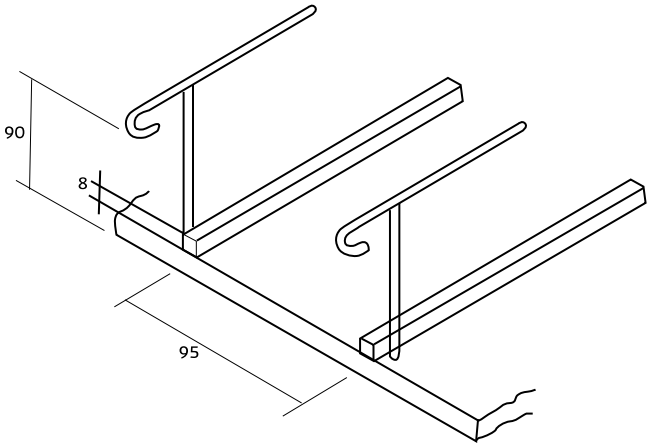
904.4.1.7 Fijación el barandal. La fijación o anclaje debe ser capaz de resistir al menos 150 kgf (1500 Newton) en cualquier apartado y dirección sin que se perciba deformación alguna en el barandal ni en el sistema de fijación.

904.4.2 Pasamanos. Las especificaciones para los pasamanos deben responder a las de los barandales, así como a las que se enumeran a continuación.

Los pasamanos ubicados en rampas, deben prolongarse al menos 0.20 m tanto al inicio como al final.

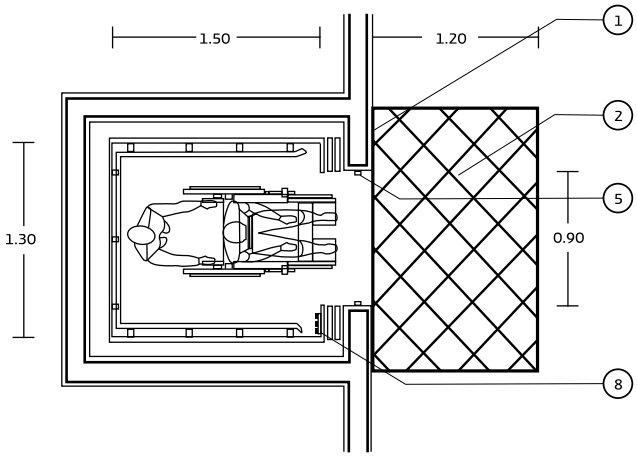
Los pasamanos deben ser redondos o semi-redondos, con un diámetro exterior mínimo de 3.2 cm y máximo de 4 cm.



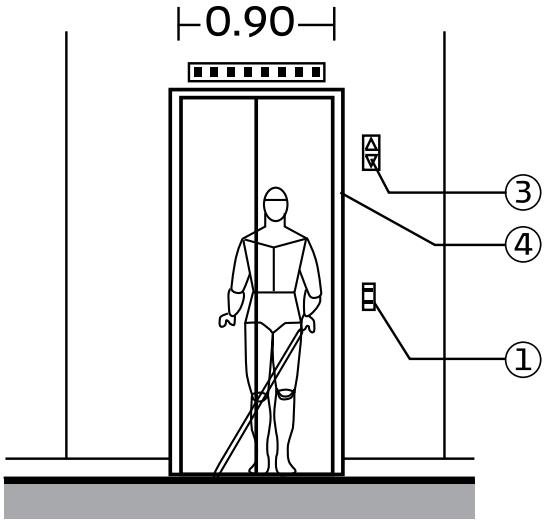


904.5 Circulaciones verticales.

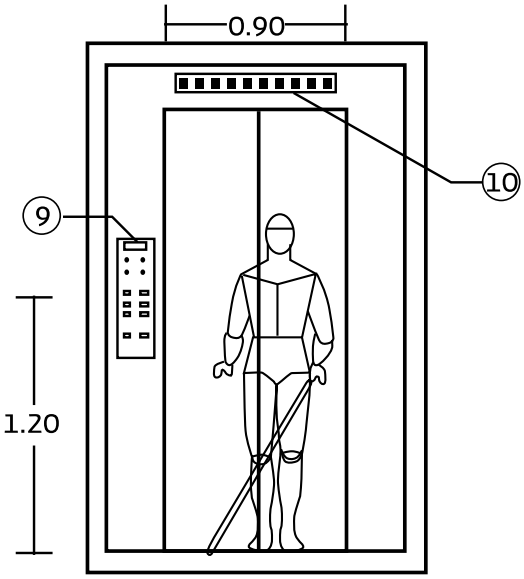
904.5.1 Elevadores. Los elevadores y el recorrido hacia ellos, deben estar señalizados adecuadamente, el tiempo de apertura mínimo para las puertas debe ser de 15 segundos, la cabina debe parar al nivel exacto de cada piso. El piso de la cabina debe ser antiderrapante y los acabados deben ser resistentes al fuego, sin tener aristas vivas (ver **Figura 904.5.1**).



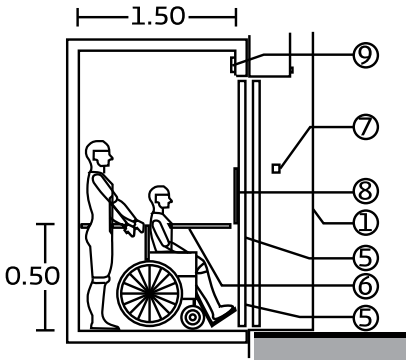
VISTA SUPERIOR ELEVADOR
PARTE INTERNA

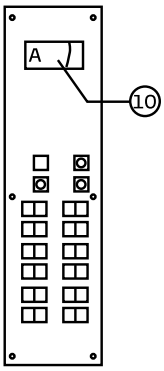


VISTA SUPERIOR ELEVADOR
PARTE EXTERNA



VISTA FRONTAL
ELEVADOR PARTE INTERNA



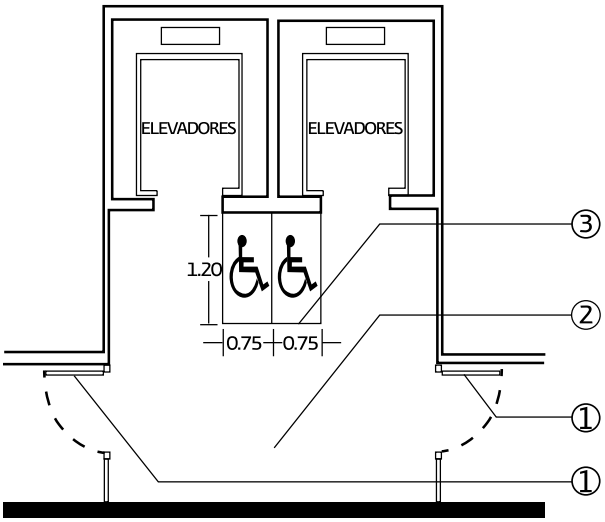


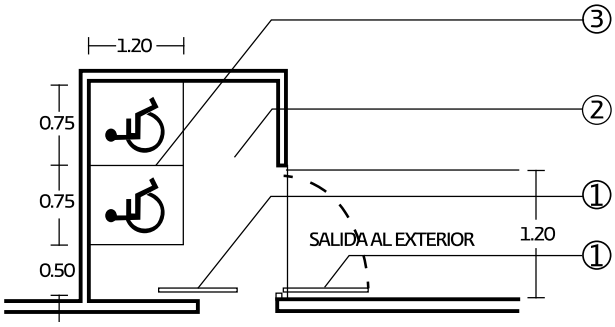
VISTA LATERAL
ELEVADOR PARTE INTERNA

VISTA FRONTAL
TABLERO DE CONTROL

ESPECIFICACIONES

1. Botones de llamado con simbología en alto relieve y braille.
2. Cambio de pavimento o textura.
3. Flechas luminosas de colores contrastantes.
4. Marco de color contrastante con la puerta y la pared.
5. Ojo electrónico que al detectar un obstáculo mantenga las puertas abiertas sin necesidad de contacto, mínimo por 15 segundos.
6. Pasamanos.
7. Placa que contenga el número de piso en relieve.
8. Tablero de botones de control con una altura mín. de 1.20 m. a centro.
9. Tablero indicador del número de piso.
10. Señalamiento luminoso de color contrastante que indique el número de piso en que se encuentra el elevador y señale con flecha la dirección del mismo.





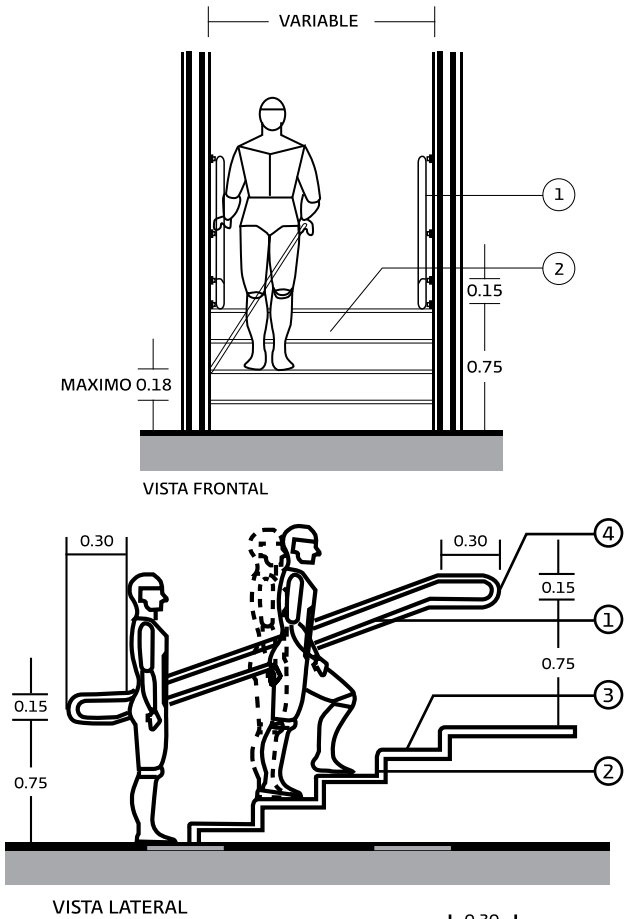
ESPECIFICACIONES

1. Puerta con claro mínimo de 0.90 m. libre.
2. Espacio libre de obstáculos.
3. Espacio señalizado para la concentración de personas con discapacidad.

904.5.2 Escaleras. Las escaleras deben tener pasamanos a 0.75 y 0.90 m de altura, volados 0.30 m en los extremos, los escalones deben ser firmes y antiderrapantes, no deben presentar aristas vivas, las narices sobresalientes deben ser con aristas redondeadas.

En las circulaciones bajo las escaleras, debe existir una barrera a partir de la proyección del límite de 2.20m de altura bajo la rampa.

Todas las escaleras y rampas deben contar con pasamanos en sus dos costados e intermedios cuando tengan más de 4.00 m de ancho (ver **Figura 904.5.2**).



ESPECIFICACIONES
1. Barandal de 23.3m de diámetro.
2. Percibe de color que contrastante con la huella.
3. Superficie antiderrapante.
4. Terminación de barandal en forma redondeada.
5. Tira antiderrapante de color contrastante o con creto acabado martelinado.
6. Punto de intersección limite para el paso personal.
7. Banda, barandal, macetas algún elemento de protección o área para evitar cruce personal debajo de las escaleras.

RAMPAS.
La longitud máxima de las rampas entre descanso será de 6.00 m y los descansos tendrán una longitud mínima igual al ancho de la rampa y nunca menor a 1.20 m, las rampas deberán tener pasamanos a 0.75 m y 0.90 m de altura, volados 0.30 m en los extremos. En las circulaciones bajo rampa, deberá existir una barrera a partir de la proyección del límite de 2.10 m de altura bajo la rampa.
La pendiente de las rampas será de 5% siendo al máximo de 8% en cuyos casos se reducirá la longitud entre descansos a 4.50 m

SECCIÓN 905
CRITERIOS DE DISEÑO PARA ESPACIOS INTERIORES DE LA VIVIENDA.

905.1. Áreas

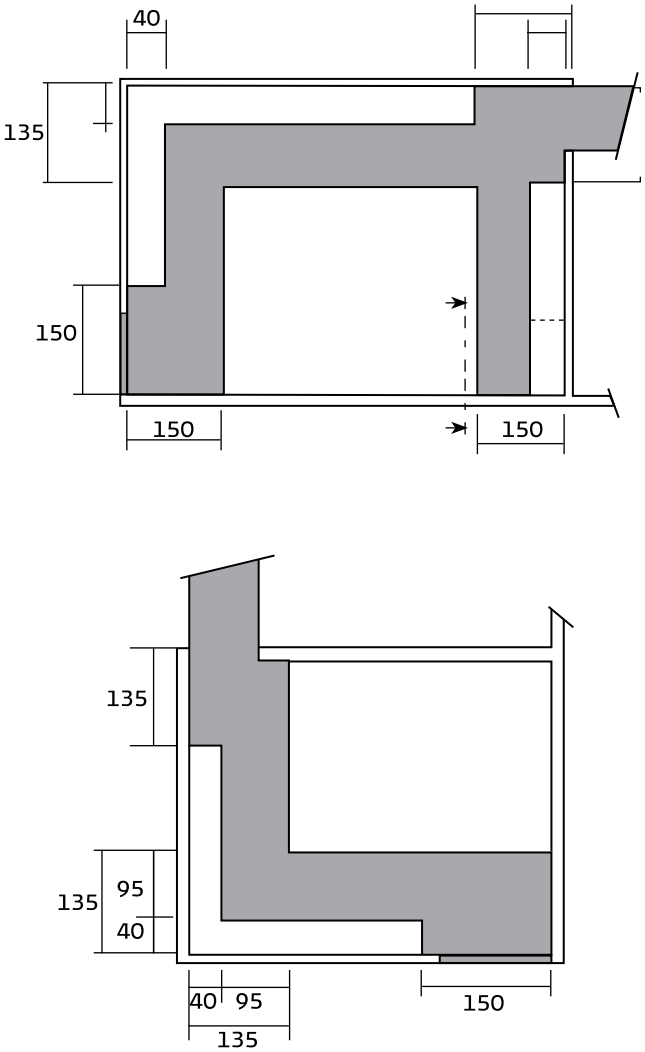
905.1.1 La vivienda individual debe ubicarse en los terrenos de mayor área del fraccionamiento como: esquina o en lotes de ajuste.

905.1.2 El área mínima de superficie construida por vivienda no debe ser menor de 65 m2.

905.1.3 Para la zona de estar, el área mínima no debe ser inferior al 26% del área total de la vivienda (13% para el comedor y 13% para la estancia).

905.1.4 Para la zona de dormir, el área mínima en cada recámara debe ser del 12% del total de la vivienda. Para la alcoba, el área mínima debe corresponder al 8.5%.

905.1.5 Para los servicios, el área mínima de la cocina debe ser del 6.5% del total de la vivienda.



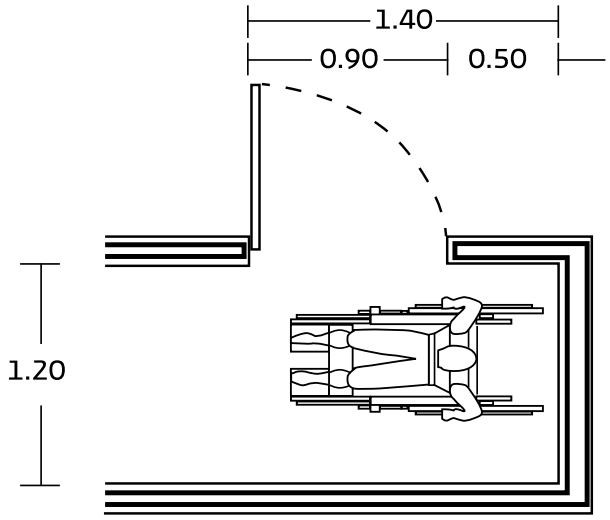
905.1.6 El área mínima del patio de servicio debe ser de 6.5% del total.

905.1.7 El espacio mínimo de circulación debe ser de 0.90m de ancho.

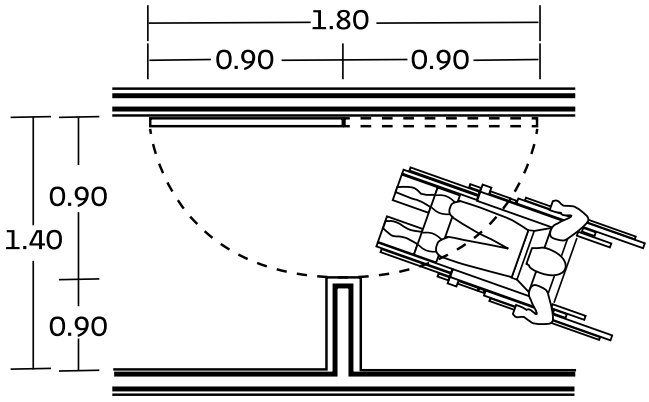
905.1.8 Debe preverse una ruta de entrada y de salida en cada uno de los diferentes espacios que componen la vivienda.

905.2 Vestíbulos. Los vestíbulos deben tener las dimensiones mínimas y distribución contemplada en el Diagrama 10 con la finalidad de permitir una adecuada circulación y maniobra de las personas en sillas de ruedas, el abatimiento de puertas no debe interferir en los espacios de circulación y maniobra de los mismos.

Los pasillos deben contar con un ancho mínimo de 1.20 m y al igual que los espacios de vestibulación deben cumplir con las recomendaciones aplicables que se indican en el presente capítulo.



EJEMPLO 2



EJEMPLO 3

905.3 Recámara para el discapacitado. Esta recámara debe ubicarse con vista a la calle o al jardín delantero, en su defecto, con vista hacia el patio trasero, en virtud de la gran cantidad de tiempo que el discapacitado debe permanecer en ella.

905.3.1 Elementos auxiliares para acostarse

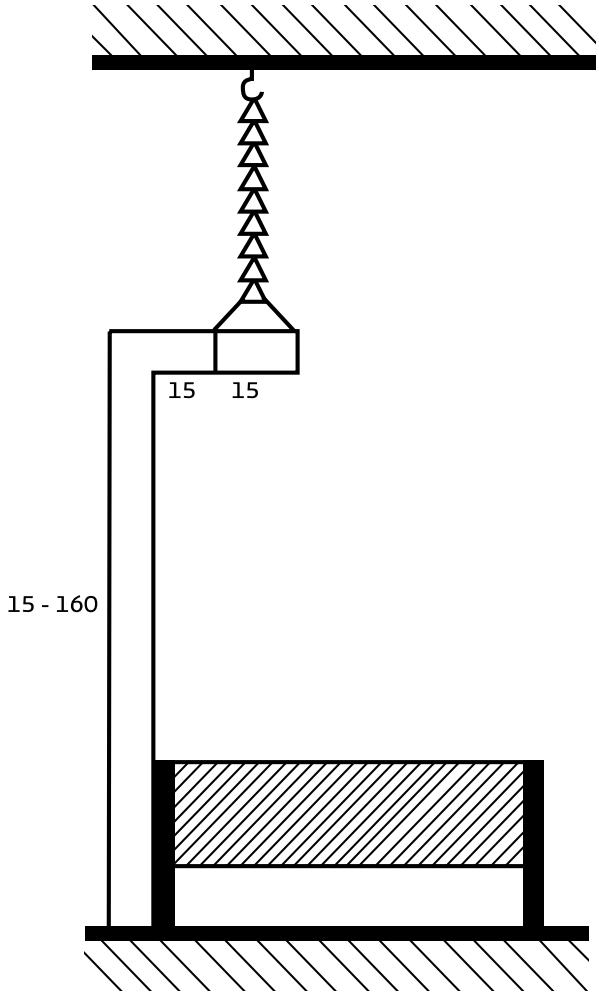
9005.3.1.1 Deben proporcionarse elementos auxiliares que permitan al discapacitado realizar la transferencia de la silla de ruedas a una cama, para lo cual se requiere prever la ubicación de la misma así como la ruta de acceso.

905.3.1.2 Esta ruta debe tener un espacio mínimo de 85 cm libres de anchura, aunque para aquellos casos en que sea necesario girar, debe respetarse lo estipulado en el apartado Giros.

905.3.1.3 Para realizar la transferencia de la silla a la cama y viceversa, deben colocarse dos elementos suspendidos sobre el lugar en que se prevé la ubicación de la cama, de manera que permitan a la persona impulsarse y sostenerse durante la transferencia.

905.3.1.4 Los materiales que se utilicen deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidos contra ella.

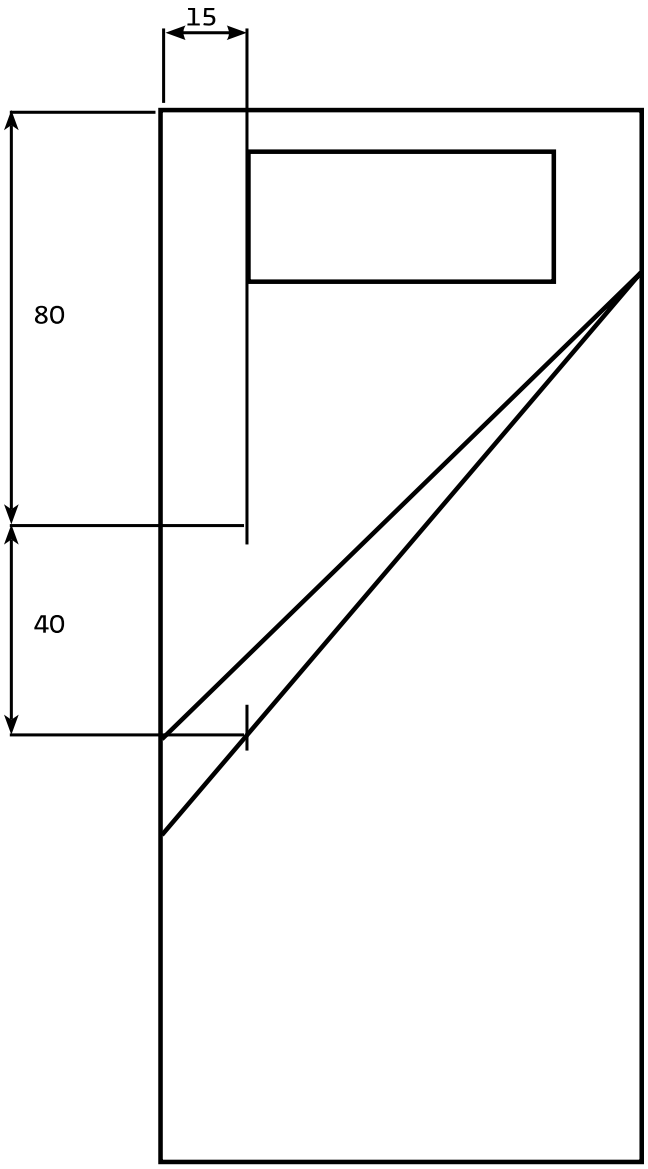
905.3.1.5 La altura mínima para estos elementos es de 150 cm y la máxima de 160 cm.

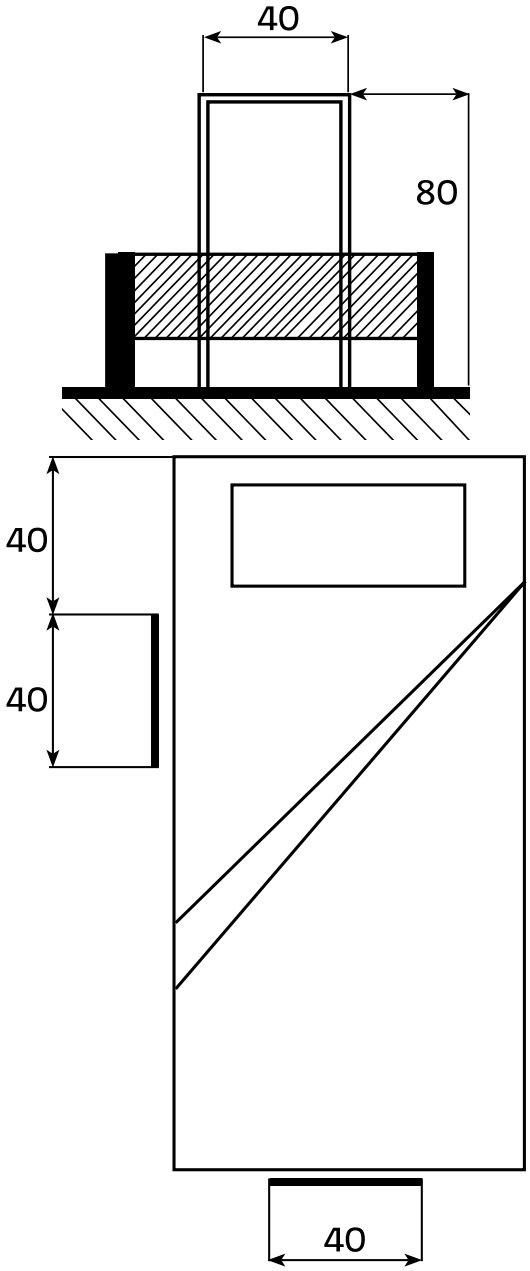


905.3.1.6 Debe ser posible ajustar la altura en caso necesario y moverlos a todo lo largo del lado más corto de la cama.

905.3.1.7 Estos elementos deben contar con una agarradera que tenga al menos 15 cm para colocar la mano y que tenga posibilidad de girar 360°.

905.3.1.8 Los elementos auxiliares deben colocarse a un costado de donde se ubique la cama (de manera perpendicular a la pared correspondiente a la cabecera), a una distancia de 80 cm el primero y 120 cm el segundo, medidos al centro de cada agarradera; ambos remetidos 15 cm del borde previsto de la cama.





VISTA SUPERIOR

905.3.1.9 El anclaje de estos elementos debe soportar esfuerzos de hasta 150 kgf (1500 N) en cualquier dirección sin sufrir deformación aparente y sin que los elementos de fijación se aflojen. Es recomendable proporcionar estos elementos al mismo tiempo que los accesorios que se entregan con la casa, por lo que conviene dejar instalados los puntos de soporte de los mismos para ajustarlos a las necesidades del usuario en el momento de hacer entrega de la vivienda.

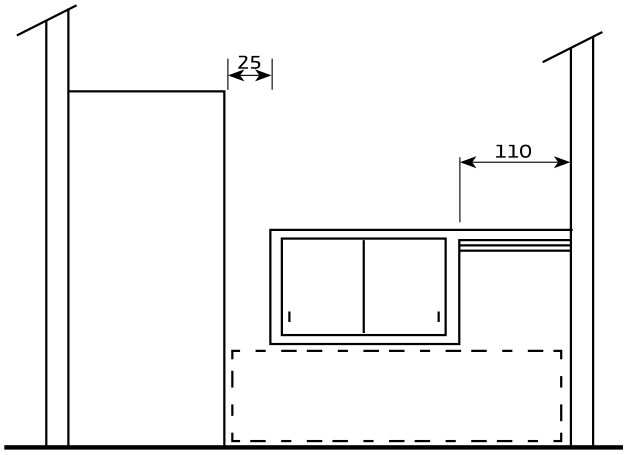
905.3.1.10 Las piezas mencionadas anteriormente para realizar la transferencia a la cama, pueden ser sustituidas a solicitud del usuario por una barra de apoyo colocada ya sea perpendicularmente a la pared de la cabecera, o bien paralelamente a la misma a 40 cm de la cabecera. La altura debe ser de 80 cm.

905.3.1.11 El diámetro exterior mínimo del tubo con que se realice debe ser de 2.5 cm y el máximo de 4 cm.

905.3.1.12 Esta barra debe ser un elemento continuo y no tener sobresaltos a todo lo largo de la misma.

905.3.1.13 El anclaje de la misma sobre el piso no debe sobresalir del nivel de piso terminado y debe poder resistir esfuerzos similares a los de los elementos fijados al techo.

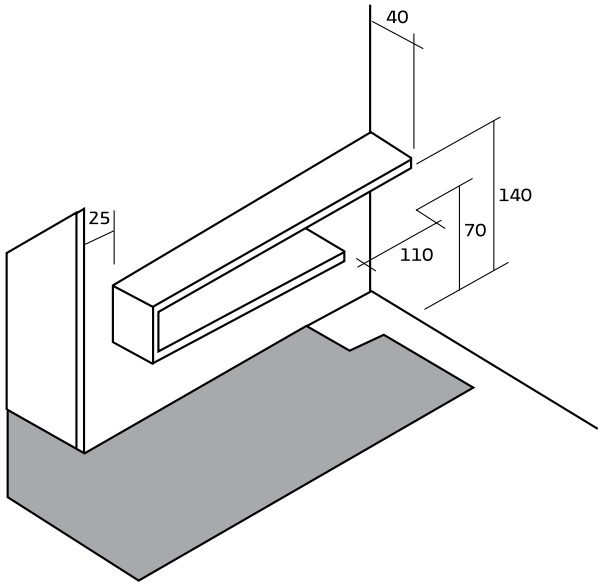
905.3.2 Espacio para guardado



VISTA FRONTAL

905.3.2.1 Para acceder al espacio para guardado (clóset) debe considerarse un área de circulación minima de 85 cm de ancho, con espacios mínimos previstos de 110 cm x 135 cm para dar la vuelta.

905.3.2.2 El clóset puede sustituirse por superficies horizontales que incrementen el área de circulación.



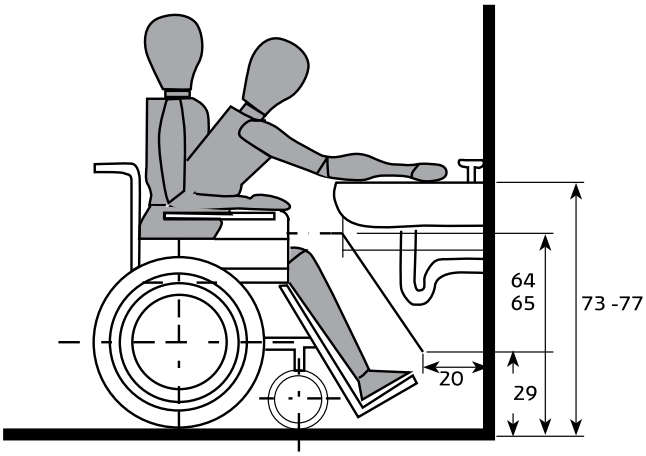
905.4 Baño. El acceso a la zona del baño debe tener una anchura mínima de 85 cm libres (no debe contarse el marco ni el espesor de la puerta una vez abierta), siempre y cuando exista un espacio libre que permita maniobrar en la silla de ruedas, el espacio adyacente debe adecuarse a lo estipulado en el apartado de Pasillos y accesos interiores, en función del tipo de abatimiento.

La manija de la puerta debe adecuarse a lo especificado en el apartado de Puertas.

Debe tener también una cerradura que pueda ser abierta desde el exterior en caso de emergencia, la cual debe instalarse de acuerdo con el apartado de Puertas, al igual que la barra para abrir o cerrar.

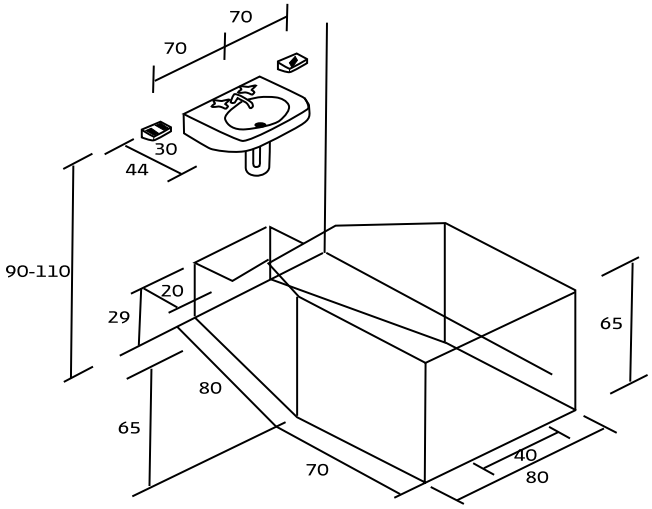
905.4.1 Lavabo

905.4.1.1 La altura mínima del borde frontal superior debe ser de 73 cm y la máxima de 77 cm. El borde inferior no debe ser menor de 64 cm ni mayor de 65 cm.



VISTA LATERAL

905.4.1.2 No debe colocarse NINGÚN ELEMENTO que obstaculice el giro de la silla de ruedas en la parte inferior (vista frontal) en un área delimitada por las siguientes dimensiones:



ESPACIO LIBRE PERMANENTE

desde la pared o elemento de apoyo del lavabo hasta 20 cm en dirección hacia el borde frontal y desde el nivel del piso terminado hasta una altura de 29 cm, en ambos casos medidos en forma perpendicular, y desde la pared o elemento en que se apoye el lavabo hasta 44 cm hacia el borde frontal pero en este caso con una altura de 65 cm.

905.4.1.3 El área mínima de circulación libre sin obstáculos, pero vista en planta, está conformada por las siguientes refe¬rencias: en la parte trasera es de 20 cm medidos perpendicularmente en ambos lados del eje del lavabo en dirección al frente del mismo, y a 40 cm del eje ya mencionado (80 cm en total);

Estos dos puntos se prolongan otros 0.70 m hacia el frente para formar un rectángulo de 0.70 m x 0.80 m.

905.4.1.4 La distancia entre el eje de las llaves (manerales) y el borde frontal del lavabo no debe exceder de 30 cm.
905.4.1.5 Los manerales de las llaves deben ser de tipo "cruz".

905.4.1.6 Las instalaciones de preferencia deben estar ocultas, en caso contrario, el suministro de agua caliente (donde se provea) debe contar con un aislamiento tal, que la temperatura exterior nunca exceda de 50° C y debe instalarse además una llave mezcladora. Las instalaciones no deben sobrepasar el área libre necesaria mencionada anteriormente.

905.4.2 Espejo

905.4.2.1 Debe instalarse un espejo cuyo ancho no sea menor de 35 cm, centrado sobre el eje del lavabo y cuya altura al borde inferior desde el nivel de piso terminado no debe ser mayor de 95 cm ni menor de 125 cm al borde superior.

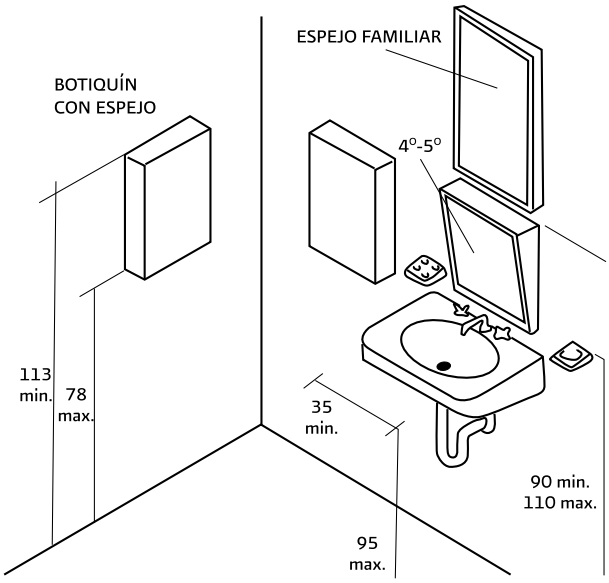
905.4.2.2 El montaje del mismo debe realizarse de manera tal que no quede ningún hueco alrededor del borde.

905.4.2.3 Debe poseer una inclinación no ma¬yor de 5° ni menor de 4° respecto a la pared donde se monte. Arriba de este espejo puede ubicarse otro para uso de los demás miembros de la familia. Puede instalarse otro espejo con botiquín a una altura sobre el nivel de piso terminado no mayor de 0.78 m al borde inferior, ni menor de 1.13 m al borde superior.

905.4.3 Jabonera y porta cepillos

905.4.3.1 La altura del borde sobre el que se coloca el jabón no debe ser menor de los 90 cm ni mayor de 110 cm sobre el piso terminado. La jabonera debe estar ubicada dentro de la zona de alcance lateral del discapacitado a una distancia máxima de 70 cm desde el eje central del lavabo, de manera que no sea necesario mover la silla de ruedas para alcanzarlo.

905.4.3.2 La altura del borde sobre el cual se colocan los cepillos dentales, debe adecuarse a lo especificado en el punto anterior para las jaboneras.



905.4.4 Toallero

905.4.4.1 En virtud de que este accesorio puede ser utilizado eventualmente como barra de soporte, debe instalarse considerando este tipo de uso.

905.4.4.2 Se requiere que el montaje sea de tal tipo que soporte hasta 150 kgf (1500 Newton) aplicados en cualquier punto y en cualquier dirección sin que se aprecie deformación alguna ni se afloje el sistema de fijación.

905.4.4.3 La altura al centro de la barra no debe ser menor de 90 cm y no mayor de 110 cm medidos desde el nivel del piso terminado.

905.3.4.4. El espacio libre entre la barra y la pared o elemento más próximo no debe ser menor de 4.5 cm.

905.3.4.5 La instalación se debe hacer de tal manera que para desmontarla se requiera de herramientas para realizarlo.

905.3.4.6 En caso de que la zona del lavabo y de la regadera estén separadas, debe proveerse un toallero para cada zona.

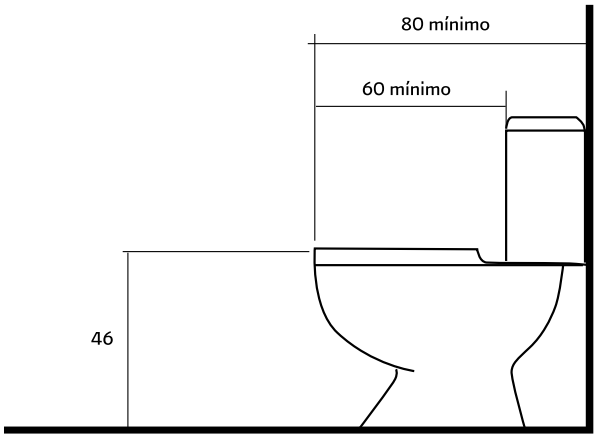
905.4.5 Gancho para colgar ropa

905.3.5.1 Debe proveerse al menos un gancho para colgar ropa, instalado entre los 90 y los 110 cm de altura medidos perpendicularmente

desde el nivel del piso terminado, y a no menos de 50 cm de cualquier obstáculo.

905.4.6 Zona de WC

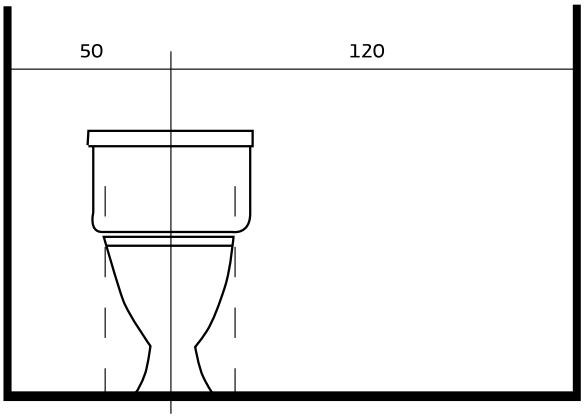
905.4.6.1 Inodoro. El borde frontal de la taza del W.C. debe encontrarse cuando menos a 80 cm de la pared trasera o de cualquier otro elemento similar (en vista lateral) y a una distancia mínima de 60 cm desde cualquier elemento montado sobre la taza o la pared trasera (tanque por ejemplo).



VISTA LATERAL

El borde superior de la taza debe estar a 46 cm sobre el nivel de piso terminado.

905.4.6.2 La distancia al eje de la taza en vista frontal no debe ser menor de 50 cm desde cualquier parte lateral.

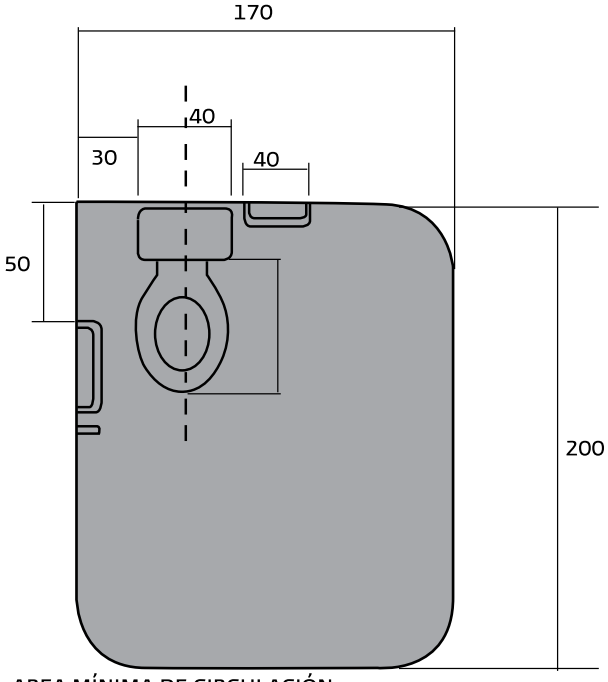


VISTA FRONTAL

905.4.6.3 En caso de existir dos paredes delimitando la zona del inodoro, no debe haber ningún obstáculo entre alguna de éstas y el borde de la taza en una distancia de 120 cm medidos desde el eje de la taza hasta la pared o el extremo sobresaliente de cualquier elemento montado sobre la pared.

905.4.6.4 El área de circulación alrededor de la taza no debe ser menor de 170 cm x 200 cm.

905.4.6.5 Deben considerarse espacios de circulación a ambos lados de la puerta. El espacio de circulación puede formar parte del área de otras zonas si no se afectan los requerimientos de dichas zonas.



AREA MÍNIMA DE CIRCULACIÓN

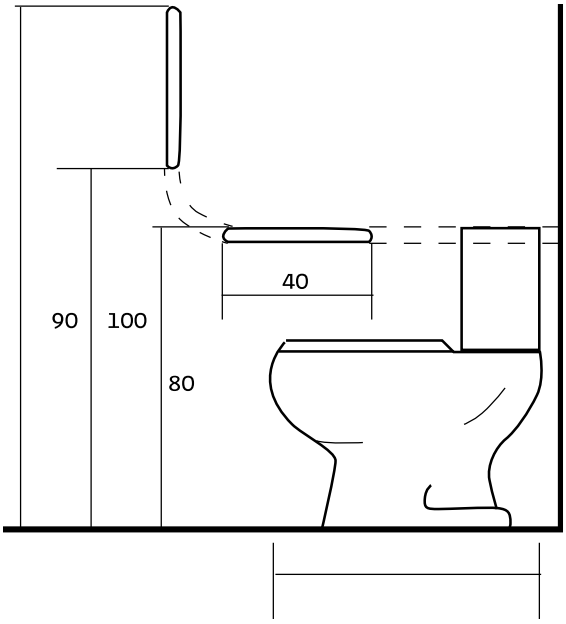
905.4.6.6 La palanca para hacer funcionar el tanque de agua, debe estar ubicada dentro de un cuadrado de 50 cm x 50 cm, una de cuyas aristas inferiores se debe encontrar a un mínimo de 60 cm desde el nivel de piso terminado y a un máximo de 50 cm desde la pared lateral, o a 5 cm del eje longitudinal de la taza si la pared se encuentra a más de 0.50 m.

905.4.6.7 La zona para colocar el portapapel se debe encontrar en un rectángulo de 30 cm x 24 cm de altura. Este rectángulo se debe ubicar en una pared lateral a la taza a partir del punto donde una de las aristas inferiores del mencionado rectángulo coincida con el borde superior extremo de la taza, que como se indicó anteriormente, no debe ser menor de 80 cm.

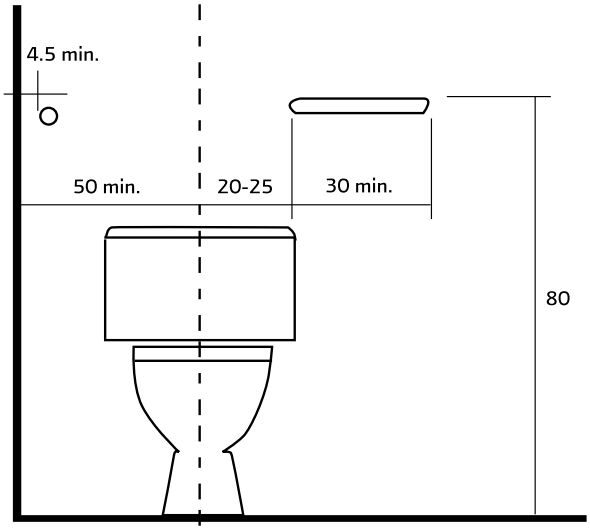
905.4.6.8 Deben ubicarse cuando menos tres barras de apoyo auxiliar en el inodoro para la transferencia de la silla de ruedas a la taza: dos de ellas en un costado y otra en la pared trasera.

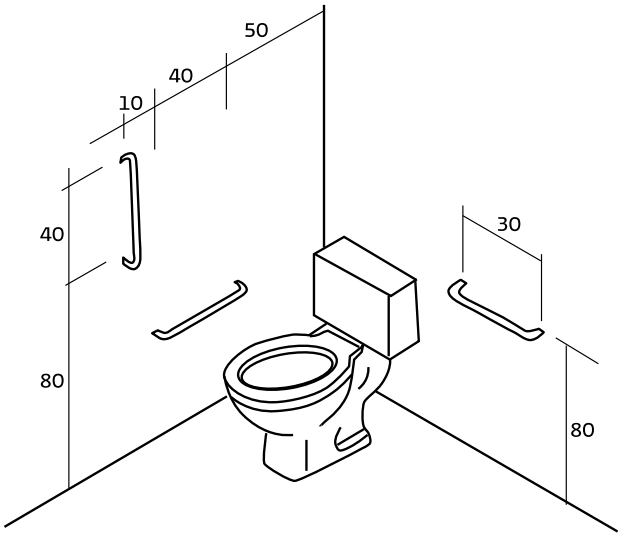
905.4.6.9 Uno de los lados de la taza debe permitir el acercamiento de la silla de ruedas hasta su borde lateral.

905.4.6.10 Aquella barra que se ubique en un costado en posición horizontal, debe encontrarse a una altura de 80 cm desde el nivel de piso terminado.



905.4.6.11 La longitud de esta barra debe ser de 0.40 m iniciando a 0.50 m medidos desde la pared trasera, aunque puede prolongarse la barra hasta esta pared.





905.4.6.12 Otra barra similar debe colocarse en forma vertical a 20 cm del borde frontal extremo de la taza y a una altura mínima de 90 cm y máxima de 100 cm. Esta segunda barra puede ser una prolongación de la primera, siempre y cuando el espacio libre requerido en las especificaciones dadas para cada una de las barras en lo particular, sean respetadas.

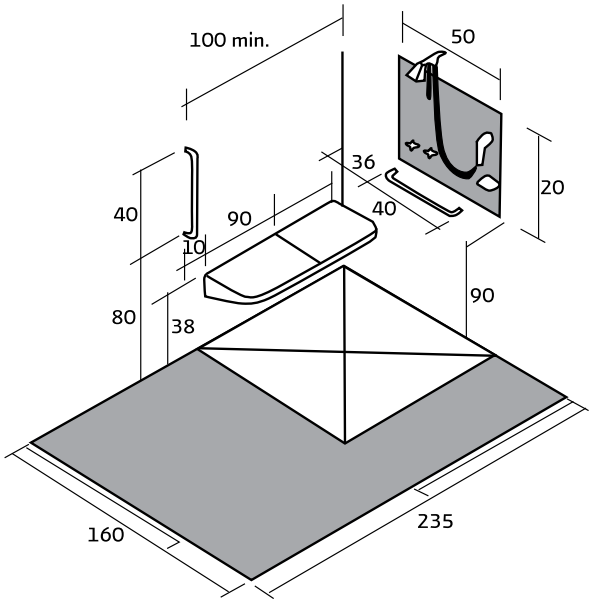
905.4.6.13 La barra de la parte trasera debe tener una longitud mínima de 30 cm y ubicarse a la misma altura que la barra horizontal lateral. El extremo más próximo a la taza debe encontrarse a un mínimo de 20 cm y a un máximo de 25 cm medidos perpendicularmente desde el eje longitudinal de la taza.

905.4.6.14 Para todas estas barras debe utilizarse tubo redondo calibre 18, cuyo diámetro exterior mínimo debe ser de 2.4 cm y el máximo de 4 cm, siempre que el anclaje se realice sobre la pared; si se realiza sobre el piso, el diámetro único debe ser de 4 cm. con calibre 16, previendo los refuerzos necesarios para evitar cualquier movimiento de la(s) barra(s).

905.4.6.15 El espacio mínimo entre la pared o cualquier elemento y el borde interior de la barra debe ser de 4.5. cm.

905.4.7 Espacio para bañarse (regadera)

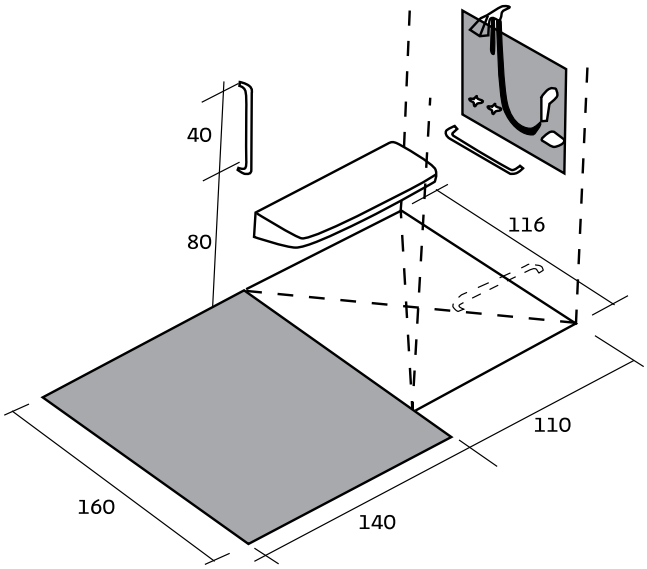
905.4.7.1 El área mínima de circulación para este espacio es de 160 cm x 235 cm, considerando que la ducha está delimitada por dos paredes (esquina interior), dentro de las cuales debe colocarse un asiento, la regadera, la jabonera y las barras auxiliares de apoyo. El área propiamente dicha de la regadera debe ser de 110 cm x 116 cm cuando menos.



REGADERA CON DOS PAREDES

905.4.7.2 Si la regadera se encuentra delimitada por 3 paredes el área mínima es de 110 cm x 116 cm, pero el área de circulación es de 140 cm paralelos a la medida correspondiente a 110 cm x 160 cm paralelos a la dimensión de 116 cm.

905.4.7.3 El espacio de circulación requerido puede formar parte del área de circulación de otras zonas, siempre que no se afecten los requerimientos de dichas zonas.



905.4.7.4 El área de la regadera debe contar con un asiento cuyas dimensiones no deben ser menores de 90 cm de longitud por 36 cm de profundidad y 38 cm de altura al borde superior.

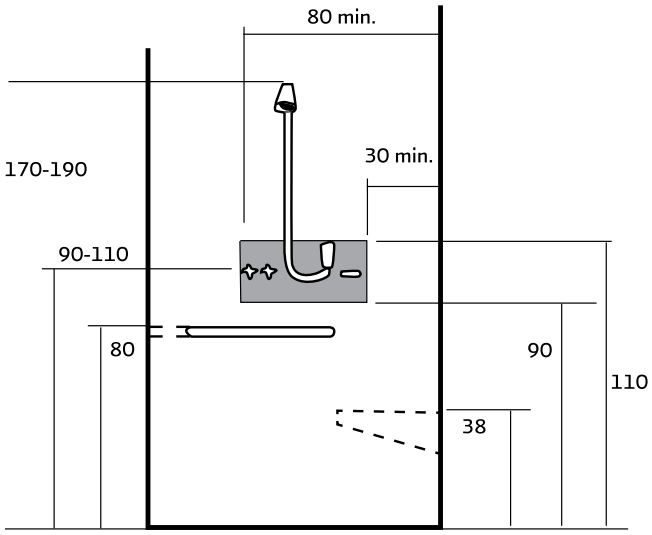
905.4.7.5 Los bordes de este asiento deben estar redondeados con un radio mínimo de 5 cm.

905.4.7.6 El asiento debe proporcionar un soporte firme y una superficie impermeable, así como evitar la acumulación o estancamiento del agua. El montaje de este asiento debe ser tal, que no exista ningún movimiento del mismo cuando el usuario esté ocupándolo. De ser posible, que la silla de ruedas se aproxime hasta un costado de manera que puedan utilizarse las barras auxiliares. Los acabados deben ser similares a los de las paredes y piso.

905.4.7.7 Cuando la regadera esté delimitada por dos paredes, deben ubicarse cuando menos 3 barras auxiliares. La primera de ellas debe estar colocada en forma horizontal a partir del borde frontal extremo del asiento en su dimensión más corta, su longitud mínima debe ser de 40 cm y su altura de 0.80m sobre el nivel de piso terminado medidos al centro de la misma. La segunda de ellas con longitud igual a la anterior, debe colocarse de manera vertical a 10 cm del extremo terminal del asiento que se encuentre más alejado de la pared donde está colocada la primera barra. La tercera barra con longitud mínima de 60 cm debe colocarse de forma vertical pero en el otro extremo del asiento, a 10 cm del borde del mismo comenzando a 46 cm de altura.

905.4.7.8 Si la regadera está delimitada por 3 paredes, deben colocarse también 3 barras. La primera de ellas a un costado del asiento en la parte donde se forma la esquina interior. Esta barra debe tener un mínimo de 40 cm de longitud y colocarse horizontalmente a una altura de 80 cm desde el nivel de piso terminado comenzando a partir del borde frontal del asiento. La segunda barra debe tener 60 cm de longitud minima y colocarse a la misma altura que la anterior, también de manera horizontal. Uno de los extremos de esta barra debe estar alineado con el borde lateral del asiento, opuesto a la esquina interior en donde está colocada la barra anterior. La tercera barra debe colocarse verticalmente a 46 cm de altura y 10 cm del costado extremo más corto del asiento que no se encuentra adyacente a la esquina interior. Esta barra debe tener una longitud mínima de 60 cm.

905.4.7.9 El área para colocar el soporte para el control manual de la regadera de teléfono, la(s) Ilave(s) y la jabonera, debe encontrarse en la pared paralela a uno de los extremos más cortos del asiento. Los límites de ésta se encuentran delimitados por un rectángulo de 20 cm x 50 cm cuya arista inferior más próxima al asiento debe tener una altura de 90 cm y una separación de 30 cm con respecto a la pared sobre la cual se encuentra soportado el asiento.



REGADERA Y ZONA DE ACCESORIOS

905.4.7.10 La zona de la regadera no debe tener sardinel, por lo que el desagüe debe planearse de tal manera que el agua no se desplace hacia fuera de esta zona. Debe procurarse, además, que se ubique al centro de esta zona o a 50 cm mínimo desde cualquier pared, para facilitar el alcance de algún objeto que se caiga al piso.

905.4.7.11 Donde se provea, los medios para aislar este espacio deben ser una cortina, una puerta corrediza o una puerta de vaivén. En cualquiera de los casos, deben respetarse las áreas mínimas de circulación.

En este espacio sólo se permite colocar además del asiento, las barras auxiliares de apoyo, la jabonera y la regadera con sus respectivas llaves y controles.

905.4.7.12 Las llaves de la regadera deben ser de tipo cruz y colocarse a una altura mínima de 90 cm y máxima de 110 cm considerados desde el nivel de piso terminado.

905.4.7.13 Las llaves deben estar ubicadas en la zona especificada sobre la pared paralela a uno de los costados del asiento (en su dimensión más corta) a una distancia mínima de 39 cm medidos desde el extremo trasero del asiento,

905.4.7.14 La jabonera debe ubicarse a una altura mínima de 90 cm y máxima de 110 cm. Su instalación se debe realizar de preferencia en la pared lateral en la zona especificada para ella.

905.4.7.15 La regadera (propiamente dicha) que se instale debe ser de tipo "teléfono", esto es, que debe contar con un elemento que permita dirigir, mezclar y controlar rápidamente la salida del agua, además de dirigirla en cualquier dirección con una mano mediante un elemento flexible. Esta regadera debe contar con una cebolla cuyo borde operativo esté ubicado o pueda ubi¬carse a una altura máxima de 190 cm.

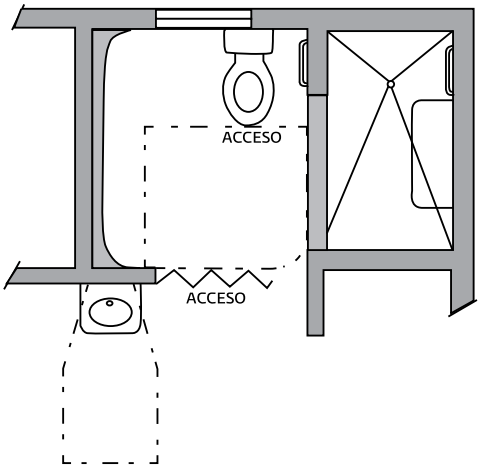
905.4.7.16 Los elementos de fijación de la regadera, así como los materiales y el proceso de fabricación utilizado, deben ser tales que soporten al menos 110 kgf (1100 Newton) aplicados en cualquier posición y en cualquier dirección sin que se aprecien signos visibles que indiquen deformación o aflojamiento de los elementos de fijación. El o los elementos que controlan la salida del agua deben ajustarse a los requerimientos de altura mencionados en el tema que hace referencia a las llaves.

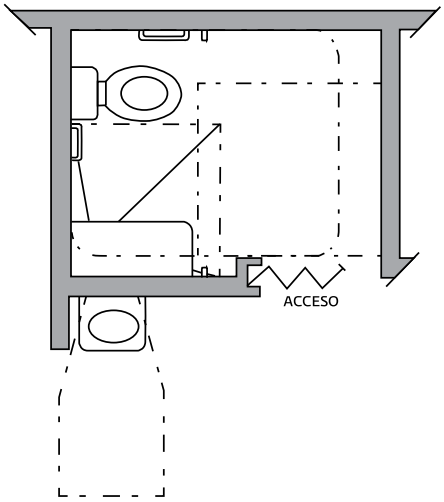
905.4.7.17 En caso de existir alguna separación entre el elemento y la pared, la separación mínima debe ser de 4.5 cm.

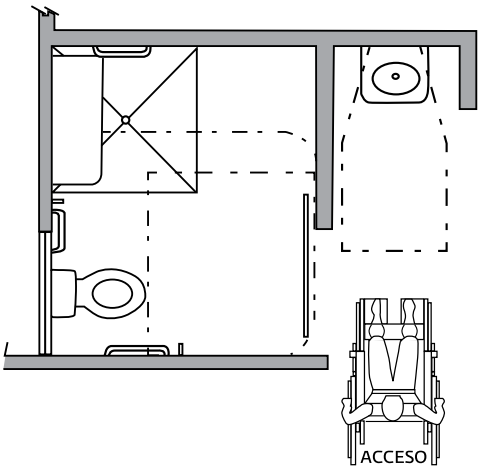
905.4.7.18 El diámetro exterior mínimo de cualquier elemento que deba asirse debe ser de 2.5 cm y el máximo de 4 cm.

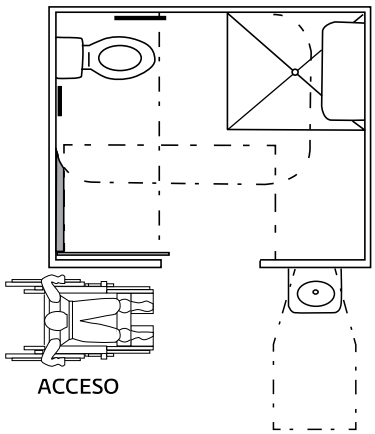
905.4.8 Áreas de circulación mínima combinadas.

A continuación se presentan ejemplos de espacios de circulación traslapados para reducir el área total del baño.









905.5 Cocinas.

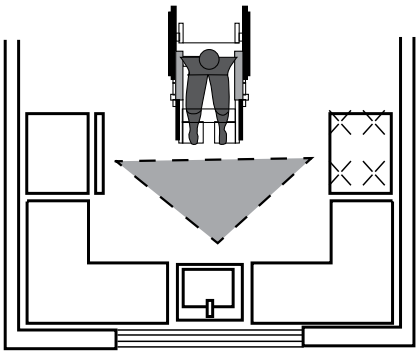
Todas las superficies en esta zona deben ser en forma de plataforma volada para permitir el libre acceso de la silla de ruedas hasta la orilla misma de la plataforma.

905.5.1 Acceso Interior.

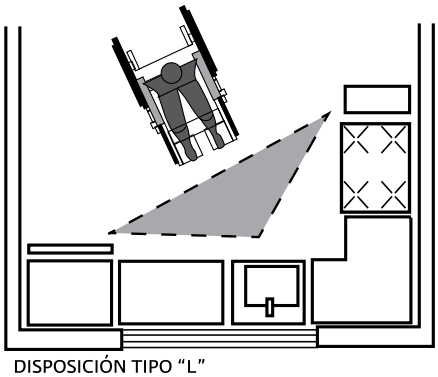
905.5.1.1 El acceso a la cocina desde el interior de la vivienda debe se totalmente franco, sin puerta ni marco. Este acceso debe tener una anchura libre mínima de 1.20 m.

905.5.1.2 No debe existir cambio de nivel entre las diferentes áreas conductuales.

905.5.1.3 Debe preferirse la disposición tipo "U" de la cocina aunque la del tipo "L" es aceptable.

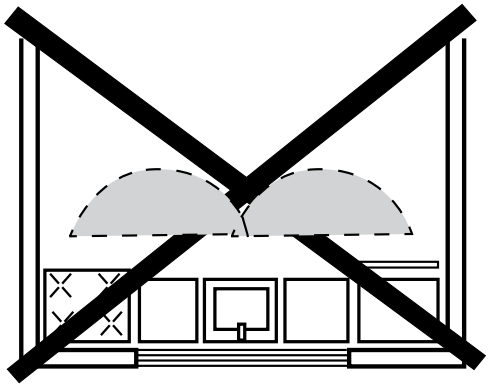


DISPOSICIÓN TIPO "U"



DISPOSICIÓN TIPO "L"

La disposición lineal no debe ocuparse en vivienda para minusválidos.

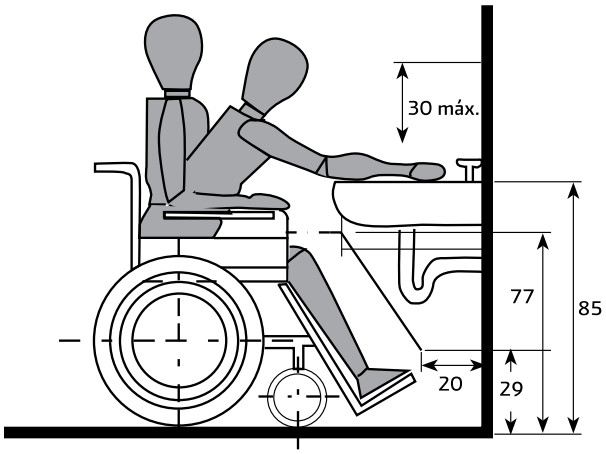


DISPOSICIÓN LINEAL

En caso de colocarse puerta debe preferirse la de tipo doble acción o las corredizas. En este último caso deben adecuarse a lo especificado en el apartado de Puertas.

905.5.2 Fregadero

905.5.2.1. El borde inferior de la superficie compuesta por fregadero y escurridero no debe ser menor de 77 cm.



905.5.2.2 La altura máxima del borde superior debe ser de 85 cm.

905.5.2.3 El soporte que se utilice para esta superficie no debe sobresalir del borde inferior. En caso de utilizarse ménsulas o escuadras, éstas no deben exceder de 30 cm medidos perpendicularmente desde la pared de apoyo.

905.5.2.4 El dispositivo de control de las llaves debe encontrarse a una distancia de 35 cm considerados en línea recta del borde frontal del fregadero hacia el muro.

905.5.2.5 La tubería de agua caliente debe estar aislada en el tramo en que esté expuesta. Este aislamiento debe ser tal que la temperatura máxima en la superficie exterior no sobrepase los 50° C en ningún momento.

905.5.2.6 El drenaje y las tuberías no deben estorbar el acceso de la silla de ruedas, pueden colocarse perpendicularmente a la pared pero no paralelas o inclinadas. El espacio libre para circulación debe ser similar al del lavabo.

905.5.3 Estufa

905.5.3.1 Debe preverse la colocación de una estufa con quemadores pero sin horno, de manera tal que exista un espacio libre inferior cuya altura mínima debe ser de 77 cm y que el borde superior de la superficie no exceda los 85 cm.

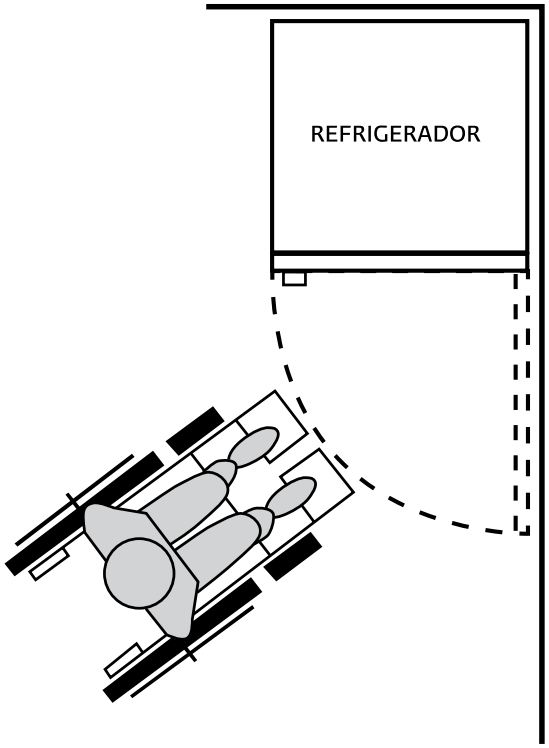
905.5.3.2 Las tuberías y conexiones necesarias no deben impedir por su parte inferior el libre

acceso y el giro de la silla de ruedas. El soporte que se utilice (en su caso) tampoco debe impedir el acceso y el giro de la silla de ruedas, sino ajustarse a lo establecido para el fregadero.

905.5.4 Elementos auxiliares

905.5.4.1 Cualquier otro elemento adicional para la cocina, tales como la mesa o la superficie de preparación de alimentos por ejemplo, debe ajustarse a lo especificado para el fregadero o estufa.

905.5.4.2 Especial consideración debe tenerse al planear la ubicación del refrige¬rador, ya que la puerta del mismo no debe obstaculizar la circulación en el interior de la cocina. Además debe tenerse en cuenta que exista al menos una separación de 50 cm desde el extremo de la puerta hasta la pared o el elemento más próximo, medidos desde el canto del lado de la puerta que tiene la jaladera.



SOLUCIÓN RECOMENDABLE

905.6 Patio de servicio

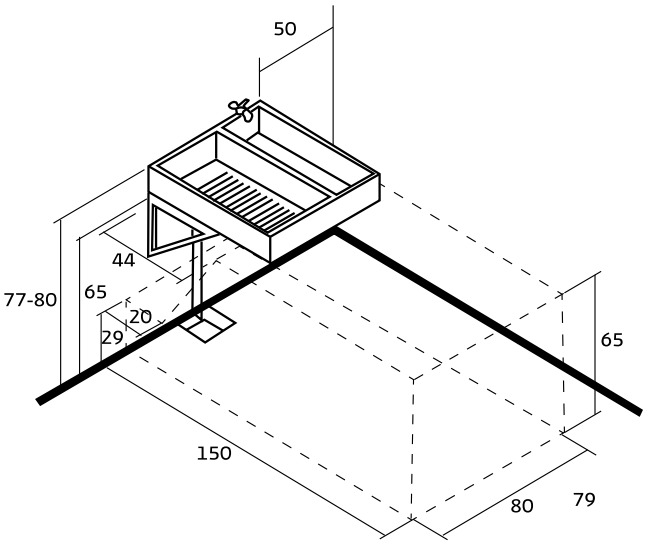
905.6.1 Acceso

905.6.1.1 El espacio libre para acceder al patio de servicio o para entrar a la vivienda desde este patio debe ser de 0.95 m. La puerta que se instale debe cumplir con los mismos requerimientos que la puerta de acceso principal (apartado de puertas).

905.6.1.2 El cambio de nivel requiere de rampa con pendiente máxima de 5% y características similares a las mencionadas en el punto 17.2. Rampas. En caso de proveerse ventanas o ventilas sobre la puerta, éstas deben adecuarse a los requerimientos del apartado de Ventanas.

905.6.2 Lavadora / tarja exterior

905.6.2.1 La altura mínima del borde frontal superior del lavadero o tarja en aquellos lugares donde se provea, no debe ser inferior a 77 ni mayor de 80 cm. La altura mínima para el borde frontal inferior debe ser de 65 cm desde el nivel de piso terminado pero respetando el área libre que se describe a continuación.



905.6.2.2 No debe existir ningún elemento por debajo que impida el acercamiento frontal de la silla de ruedas en un área delimitada por los siguientes puntos: del borde posterior del lavadero o tarja hacia el frente 20 cm a una altura de 29 cm desde el nivel de piso terminado. Desde el punto anterior hasta 65 cm desde el nivel de piso terminado y 44 cm desde la parte trasera en dirección al frente.

905.6.2.3 Los puntos anteriores son en vista lateral, en vista superior (planta), el área mínima requerida es de 80 cm x 150 cm. En este caso, el eje longitudinal de este área debe coincidir con el eje longitudinal del lavadero (o con el eje longitudinal perpendicular al borde trasero de una tarja). No debe colocarse NINGÚN ELEMENTO fuera del área indicada, incluyendo los medios de soporte.

905.6.2.4 El eje de la(s) llave(s) y el borde frontal no debe exceder de 50 cm. medidos en forma perpendicular.

905.6.2.5 La altura máxima de la llave debe ser de 90 cm desde el nivel de piso terminado.

905.6.2.6 Debe colocarse una llave de nariz.

905.6.2.7 Además de ser posible, conectar una manguera a la salida de la llave.

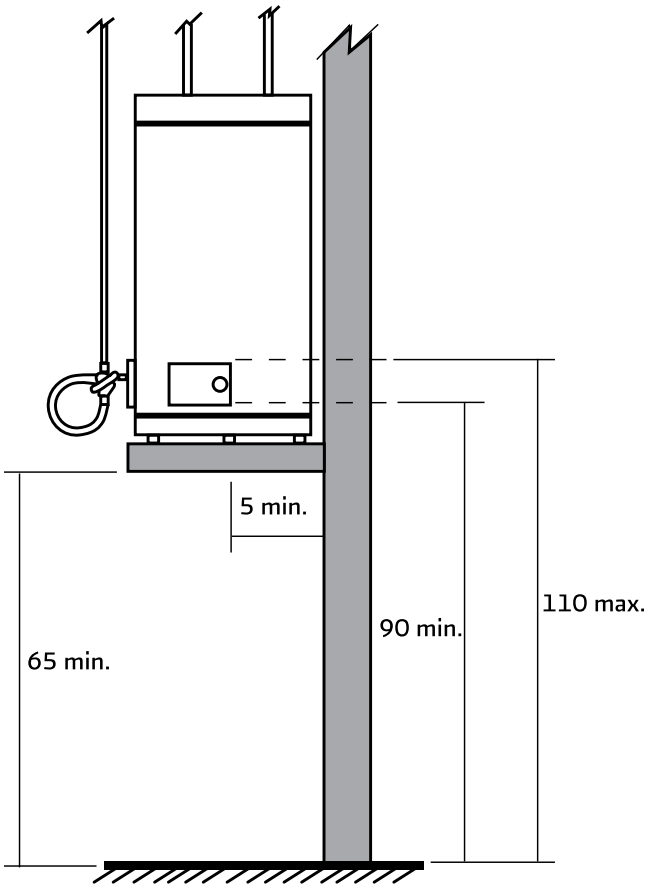
905.6.2.8 La coladera (o cualquier otro elemento) no debe sobresalir del nivel de piso terminado.

905.6.3 Calentador de agua

905.6.3.1. En aquellos lugares donde se provea, debe considerarse la aproximación de la silla de ruedas hasta el control del calentador y hasta la puerta donde se aloja el piloto. El borde inferior de dicha puerta debe ubicarse a un mínimo de 90 cm y el borde superior a un máximo de 110 cm desde el nivel de piso terminado. Lo mismo aplica para el control termostático.

905.6.3.2 No debe existir ningún elemento que obstaculice la aproximación a la puerta o al control termostático (incluyendo a los elementos sobre los que se soporte).

905.6.3.3 El espacio inferior debe quedar libre al menos desde el nivel de piso terminado hasta 80 cm de altura.



905.6.3.4 El espacio libre entre la pared (o cualquier otro elemento de control) y la puerta no debe ser inferior en ningún caso a los 5 cm. La válvula de paso del gas ubicada en la tubería, debe colocarse entre los 90 y los 110 cm de altura.

SECCIÓN 906
INSTALACIONES

906.1 Instalaciones eléctricas

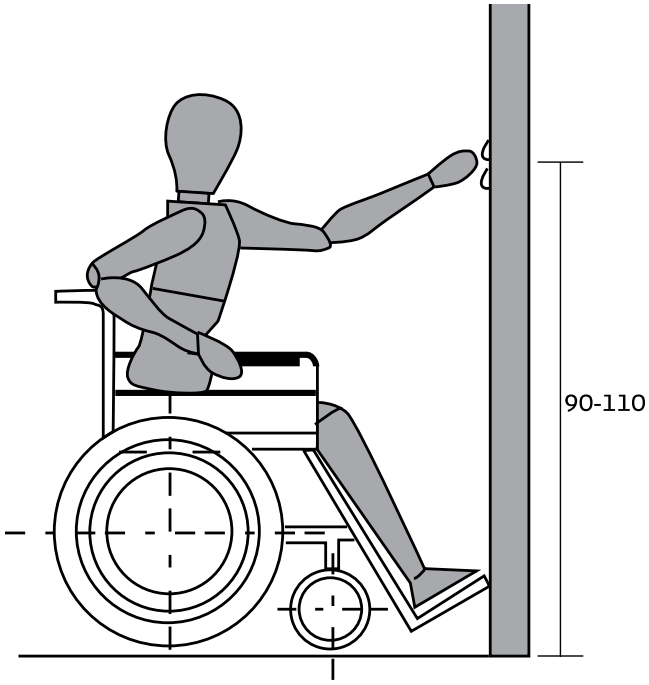
906.1.1 Interruptores

906.1.1.1 El interruptor que se utilice debe ser de tal tipo que se requiera solamente una mínima presión del borde de los dedos para activarlo. La ubicación debe ser de tal forma que siempre queden libres de obstáculos.

906.1.1.2 La altura mínima debe ser de 90 cm y la máxima de 110 cm, considerándose desde el nivel de piso terminado hasta el centro del control.

906.1.1.3 La distancia mínima a cualquier esquina debe ser de 50 cm, si no existe ninguna tiene que haber al menos un espacio libre de 110 cm x 135 cm considerando como uno de los ejes para el área de giro, el centro del los interruptores o de los enchufes.
906.1.1.4 En las recámaras se deben instalar interruptores de 3 fases (tipo escalera), prefiriendo los de deslizamiento suave.

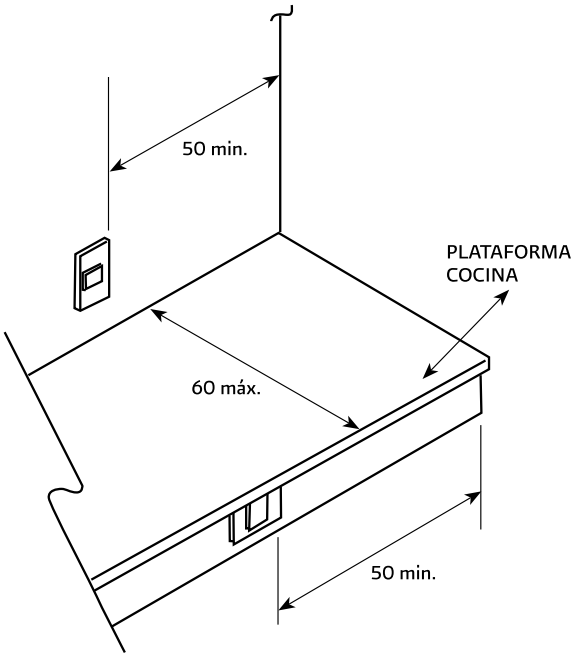
906.1.1.5 Aquellos que se ubican en la zona del lavabo no pueden colocarse a una distancia de más de 70 cm medidos de manera perpendicular desde el eje central del lavabo visto en planta (sobre la pared), de manera que no se requiera mover la silla de ruedas para alcanzarlos.



906.1.1.6 Los interruptores y contactos en la cocina, se deben ubicar a una altura mínima de 90 cm y máxima de 110 cm desde el nivel del piso terminado hasta el centro de los mismos.

Conviene ubicar algunos interruptores y contactos sobre la superficie volada, en lugar de colocarlos sobre la pared de fondo en la que se encuentra montada la plataforma.

Cuando existan esquinas interiores cercanas al muro que sirve de soporte al fregadero o la estufa, no se deben ubicar a menos de 50 cm de la intersección. Los contactos se deben colocar respetando lo señalado para interruptores en cuanto a la ubicación a las esquinas.



En caso de ubicarse por arriba de una plataforma o superficie horizontal, la distancia entre el contacto y el borde extremo de esta superficie considerando de manera perpen¬dicular, no debe exceder de 60 cm.

Conviene prever la ubicación de los mismos en aquellos lugares en donde no se considere que se vayan a colocar permanentemente aparatos o utensilios que dificulten el alcance del contacto.

906.1.2 Contactos

906.1.2.1 Los contactos (enchufes) deben colocarse también entre 90 cm de altura mínima y 110 cm máxima, medidos desde el nivel del piso terminado hasta el centro de los mismos. Debe considerarse la distancia mínima necesaria con respecto a las esquinas interiores o el área para giro en su caso.

906.1.2.3 Timbre

906.1.2.3.1 La vivienda debe tener el timbre ubicado a una altura no menor de 90 cm ni mayor de 110 cm medidos desde el nivel de piso terminado hasta el centro del mismo. La distancia mínima a cualquier elemento perpendicular (esquina interior) de aquél donde se encuentre ubicado el timbre debe ser de 50 cm. Si el timbre se ubica sobre la misma pared de la puerta y no existe esquina interior, se debe encontrar a no más de 10 cm del marco de la misma. Si se requiere ubicarlo a mayor distancia, se debe compensar el espacio necesario en la zona del acceso principal de la vivienda.

906.1.2.4 Toma de T.V., teléfono o similares

La salida para conectar las instalaciones tales como T.V. y teléfono deben ajustarse a lo mencionado en interruptores.

906.2 Ventilación y ventanas

906.2.1 Ventilación

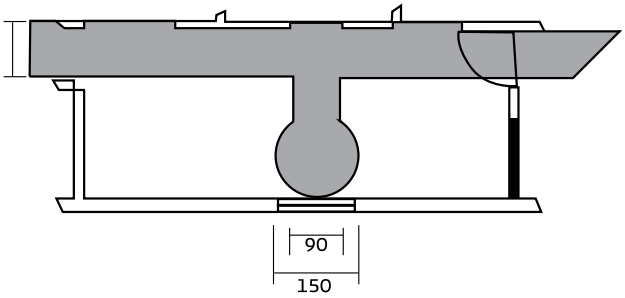
906.2.1.1 En caso de proveerse extractores o ventiladores, el control de los mismos debe ubicarse entre 90 y 110 cm de altura desde el nivel de piso terminado.

906.2.2 Ventanas

La ubicación de las ventanas debe ser en un sitio al cual pueda accederse sin obstáculos, esto es, se debe prever la ubicación en aquellos espacios donde no coloquen muebles u otros objetos similares.

906.2.2.1 Debe preverse también que la ubicación de las mismas no produzca corrientes de aire que afecten la salud de la persona discapacitada.

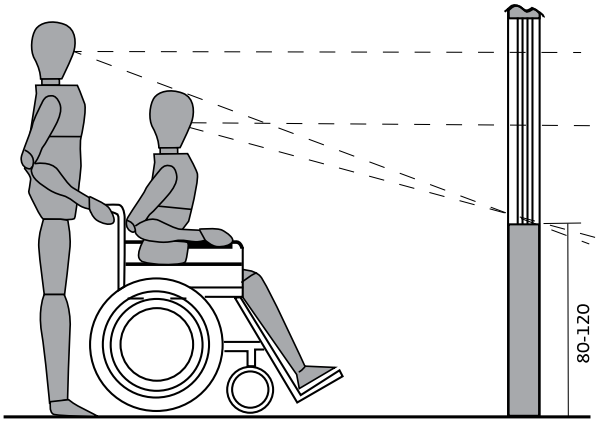
906.2.2.2 Si alguna ventana se ubica en el un pasillo, debe existir un espacio con dimensiones mínimas de 1.50 m x 1.50 m para que el minusválido pueda realizar un giro de 180º.



906.2.2.3 Las protecciones de las ventanas deben ajustarse a las condiciones de altura ya mencionadas para la jaladera. Se deben preferir las ventanas deslizables o de persiana sobre abatibles, si es necesario colocar de éste último tipo, el abatimiento de la ventana debe ser hacia el interior.

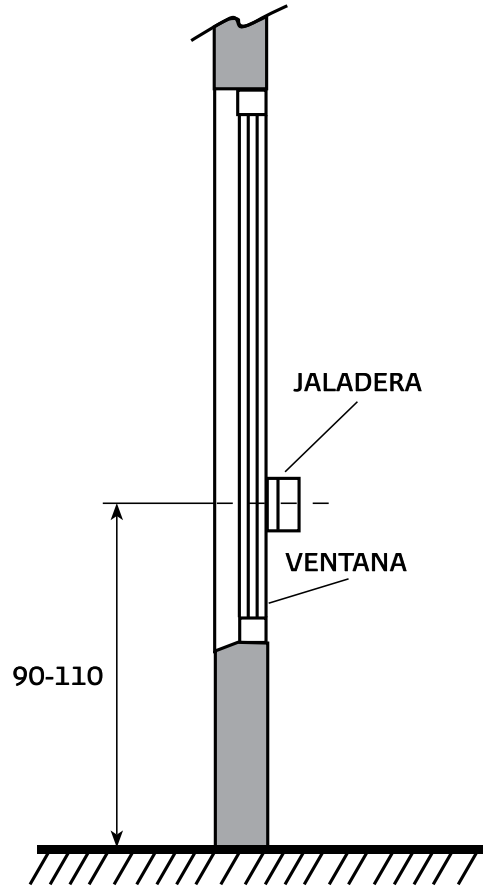
906.2.2.4 La altura debe ser de 0.60 m en las áreas de uso

común como sala-comedor y de 1.20 m en la cocina.



906.2.2.5 La jaladera en todos los casos debe funcionar utilizando una sola mano. De preferencia, esta jaladera debe permitir la introducción de toda la mano y debe tener bordes que impidan el deslizamiento de la misma.

906.2.2.6 La altura mínima al centro de la jaladera desde el nivel del piso terminado debe ser de 0.90 m y la máxima de 1.10 m.



CORTE EN VISTA LATERAL

906.2.2.7 La separación mínima entre la jaladera y el elemento más cercano debe ser de 15 cm.

906.2.2.8 Si se colocan ventanas con abatimiento hacia el exterior, la jaladera de éstas nunca se debe encontrar más allá de 20 cm medidos perpendicularmente desde la cara interior del muro sobre el cual se encuentra la ventana.

906.1.2 Ventanas en baños

906.1.2.1 En el baño la altura puede variar, pero debe proveerse una jaladera que se ajuste a los requerimientos especificados en el punto 6 Ventanas.

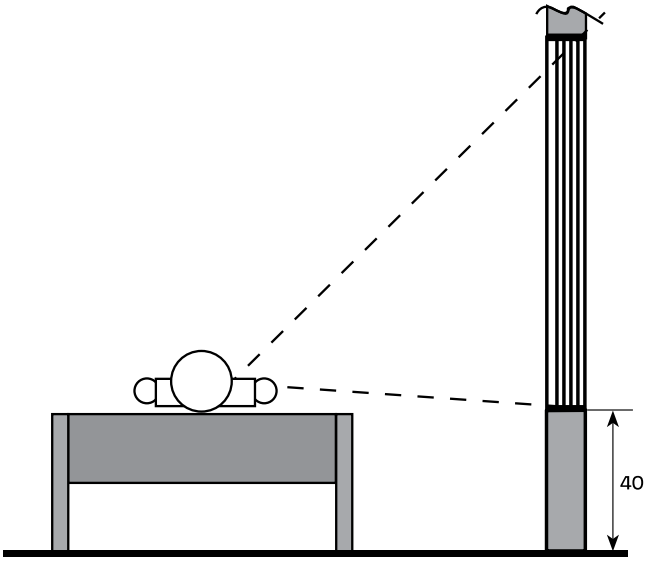
906.1.3 Ventanas en recámaras

906.1.3.1 La altura de la(s) ventana(s) en esta recámara desde el nivel de piso terminado hasta el antepecho debe ser de 40 cm.

906.1.3.2. Debe preverse una ruta de acceso hasta la jaladera de la ventana.

906.1.3.3 La altura debe oscilar entre los 90 cm y los 110 cm desde el nivel de piso terminado.

906.1.3.4 Deben cumplirse los requisitos de ubicación y características del sistema de cierre (véase apartado de Ventanas).



906.1.3 Ventanas en cocina

906.1.4.1 Las ventanas de la cocina deben tener una altura máxima de 120 cm medidos desde el nivel de piso terminado hasta el borde inferior de la ventana (antepecho).

Lo relativo a la jaladera y el sistema de cierre debe adecuarse a lo estipulado en el punto 6 Ventanas.

906.3 Instalación para gas

906.3.1 En caso de que se considere la instalación de tanques de gas no estacionarios, debe ser posible el

acceso hasta los mismos, es decir que debe existir una vía de acceso para la silla de ruedas con una anchura mínima de 95 cm y zona(s) para girar no inferior(es) a 110 cm x 135 cm.

SECCIÓN 907
CRITERIOS DE VIVIENDAS ACCESIBLES Y ADAPTABLES.

907.1 Numero de viviendas accesibles y adaptables por desarrollo según el número y tipo de vivienda

VIVIENDA INTERÉS SOCIAL	NO. DE VIVIENDAS ACCESIBLES*	NO. DE VIVIENDAS ADAPTABLES**
unifamiliar vertical horizontal	1 vivienda por cada 100.	3 vivienda por cada 100.

* Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.
** Propuesta Instituto de Vivienda de Colima (IVECOL)

CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
VIVIENDA ADAPTABLE

CRITERIOS	TIPOS DE VIVIENDA		
	UNIFAMILIAR P.B.	DÚPLEX P.B.	MULTIFAM. P.B.
Baño			
El baño debe ubicarse preferentemente en la planta baja, o en su defecto, debe considerarse la posibilidad de contar con un área en la planta baja susceptible de ser adecuada como baño.	X	X	
El área de regadera debe estar libre sin sardinel y contar con cambio de nivel en la charola de 2cm., una pendiente hacia la rejilla de captación y piso antiderrapante.	X	X	X
Dejar la preparación en la salida de la regadera, para la instalación de accesorio tipo teléfono.	X	X	X
Dejar preparaciones para adecuar el nivel del lavabo a 75 cm. De altura y manerales tipo palanca.	X	X	X
Contar con la colocación de espejo de sobreponer.	X	X	X
Permitir la aproximación y uso desde una silla de ruedas a su acceso y a la regadera.	X	X	
Contar con un muro "no estructural", con la finalidad de ser modificado.	X	X	
Cocina			
Dejar preparaciones para adecuar el nivel de la tarja a 75cm. De altura y manerales tipo palanca.	X	X	X
Habitación			
Se debe considerar la posibilidad de adaptar un área para que funcione como recámara, ubicada lo más próximo del acceso general a la vivienda y del baño.	X	X	X
Pasillos			
Los pasillos al interior de las viviendas deben tener un mínimo de 90 cm.	X	X	X
Puertas			
Las puertas de acceso general deben tener un ancho mínimo de 90 cm.	X	X	X
Las puertas interiores, incluyendo la del patio de servicio, deben ser de un ancho mínimo libre de 80 cm.	X	X	X

CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
VIVIENDA ACCESIBLE

CRITERIOS	TIPOS DE VIVIENDA		
	UNIFAMILIAR P.B.	DÚPLEX P.B.	MULTIFAM. P.B.
Baño			
El área de regadera debe estar libre sin sardinel y contar con cambio de nivel en la charola de 2 cm, una pendiente hacia la rejilla de captación y piso antiderrapante.	X	X	
Dejar la preparación en la salida de la regadera, para la instalación de accesorio tipo teléfono y manerales de palanca.	X	X	X
Contar con la colocación de espejo de sobreponer.	X	X	X
Permitir la aproximación y uso desde una silla de ruedas a su acceso y a la regadera.	X	X	X
Contar con un muro "no estructural", con la finalidad de ser modificado.	X	X	X
Cocina			
Dejar preparaciones para adecuar el nivel de la tarja a 75 cm. De altura y manerales tipo palanca.	X	X	X
Habitación			
Se debe considerar la posibilidad de adaptar un área para que funcione como recámara, ubicada lo más próximo del acceso general a la vivienda y del baño.	X	X	X
Pasillos			
Los pasillos al interior de las viviendas deben tener un mínimo de 90 cm.	X	X	X
Puertas			
Las puertas de acceso general deben tener un ancho mínimo de 90 cm.	X	X	X
Las puertas interiores, incluyendo la del patio de servicio, deben ser de un ancho mínimo libre de 80 cm.	X	X	X
Las manijas de las puertas deben ser de palanca y deben instalarse a una altura de 90 cm. al centro.	X	X	X
Las puertas pueden ser de apertura exterior o corrediza en baño y recámara.	X	X	X
Circulaciones interiores			
El diámetro de giro debe ser como mínimo de 1.50 m.	X	X	
Las circulaciones deben tener un ancho mínimo de 1.20m.	X	X	

Se debe proporcionar el espacio útil de maniobra de un giro completo en la cocina, baño y una recámara.	X	X	
Contactos			
La distancia mínima a cualquier parámetro, esquina de muro, debe ser de 50 cm. así como a una altura mínima de 40 cm. y máxima de 1.20 m.	X	X	X
Desniveles			
Los cambios de nivel del interior de la vivienda hacia los exteriores deben ser salvados con rampas, con pendientes adecuadas.	X	X	X
Entradas			
Se debe relizar un cambio de textura en pisos en el área de banqueta que indique el giro del acceso de la vivienda para personas con discapacidad visual.	X	X	X
Los accesos a cualquier habitación dentro de la vivienda deben contar con un ancho mínimo de 90 cm. Y encontrarse libres de obstáculos.	X	X	X
Estacionamientos			
El área del cajón de estacionamiento debe medir como mínimo 5.00 x 3.80 m. a fin de permitir abatir completamente las puertas del vehiculo.	X	X	X
Número exterior			
Se debe colocar a una altura máxima de 1.70 m en color contrastante al fondo.	X	X	X
Requisitos de equipamiento			
La cocina y el baño deben tener la posibilidad de adoptar la altura adecuada para el uso de aparatos y/o agarraderas, según las necesidades de discapacidad.	X	X	
Se deben considerar las propiedades acústicas y térmicas.	X	X	
Superficie de pisos			
El acabado en pisos debe ser de material antiderrapante.	X	X	X
Timbres y apagadores			
Instalarse a una altura entre 0.90 y 1.20 m e indicar la localización del zumbador o timbre para que el usuario pueda instalar un timbre lumínico.	X	X	X
Ventanas			
Abatible o corredizas a 0.90 m de altura y el sistema de apertura a una altura de 0.90 a 1.20 m dentro del predio y no a la vía pública	X	X	X

DISEÑO DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 10 - PREVENCIÓN DE INCENDIOS

SECCIÓN 1001
CONSIDERACIONES GENERALES

1001.1 Grado de riesgo de incendio. Las edificaciones para vivienda de hasta cinco niveles, con base a los materiales de construcción empleados, uso y características físicas, deben ser catalogadas con un grado de incendio de riesgo menor.

1001.2 Seguridad contra incendio. En la edificación de viviendas unifamiliares, dúplex y multifamiliares deben emplearse materiales resistentes al fuego y un diseño constructivo que impida su propagación. Además se deben implementar dispositivos de seguridad que adviertan, alerten y orienten a los ocupantes para poner a salvo sus vidas en caso de incendio.

1001.3 Proceso constructivo. Durante el proceso constructivo de la edificación deben tomarse las precauciones y medidas necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante un equipo de extinción adecuado, siendo responsabilidad del propietario toda posible afectación a terceros.

1001.4 Estacionamientos. En las áreas de estacionamiento de vehículos no se permite el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción dentro de los mismos. Asimismo se prohíbe el almacenaje de sustancias sólidas o líquidas inflamables o explosivas, a excepción del almacenaje temporal de basura.

1001.5 Pavimentos. En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se deben emplear únicamente materiales a prueba de fuego, y se deben instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles y cuerpos extraños en zonas comunes.

SECCIÓN 1002
RANGOS DE RESISTENCIA AL FUEGO

1002.1 Resistencia de los materiales al fuego. Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1,200º Kelvin (927º Celsius) durante el lapso mínimo que establece la Norma Oficial Mexicana **NMX-C-307, Industria de la construcción-edificaciones-componentes-resistencia al fuego-determinación.**

1002.2 Rangos de resistencia al fuego. Para efecto de prevención de incendios en la edificación la resistencia mínima al fuego de los elementos constructivos debe estar de acuerdo con la **Tabla 1002.2.**

Tabla 1002.2 Rangos de resistencia al fuego

Elemento constructivo	Resistencia en minutos
Divisiones interiores y canceles que no lleguen al techo.	30
Elementos estructurales como muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, trabes, arcos, entrepisos y cubiertas; escaleras y rampas; puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores; puertas de intercomunicación, muros divisorios y canceles de piso a techo o plafón fijados a la estructura; recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en espacios donde se concentren más de 50 personas y pisos falsos para alojar conductos y cableado.	60
Conductos de instalaciones de aire acondicionado o calefacción y los elementos que los sustentan.	120
Campanas y hogares de fogones y chimeneas.	180

SECCIÓN 1003
CONSTRUCCIÓN CONTRA INCENDIOS

1003.1 Materiales inflamables. Los materiales inflamables como madera, poliestireno o plástico que se utilicen en la construcción y fabricación de elementos decorativos, deben estar a no menos de 60 cm de las chimeneas o conductos de humo, en todo caso, dichos materiales se deben aislar con elementos incombustibles resistentes al fuego.

1003.2 Pasos de conductos. Los pasos de conductos 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 del tiro de fuego, todo conducto, hueco y vano que no brinde un servicio aparente debe ser sellado de la misma manera.

1003.3 Compuertas y registros. Las compuertas o registros de conductos verticales de ventilación o de instalaciones en cada nivel deben ser de materiales a prueba de fuego y deben cerrarse herméticamente.

1003.4 Plafones falsos. En caso de plafones falsos, el espacio comprendido entre el plafón y la losa no debe estar directamente comunicado con cubos de escaleras o elevadores.

1003.5 Tiros de desalojo. Los tiros para el desalojo 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 2.0 m por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deben ser capaces de evitar el paso del fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se deben construir con materiales a prueba de fuego.

SECCIÓN 1004
RECUBRIMIENTOS PARA MUROS FALSOS, PLAFONES Y ACCESORIOS DECORATIVOS

1004.1 Recubrimientos. Los materiales utilizados en recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones, según su uso, deben tener una resistencia mínima al fuego igual a la que se indica en la **Tabla 1004.**

Tabla 1004 Grado de resistencia al fuego Para los recubrimientos

Descripción del muro o tabique	E (cm)	GRF (horas)
Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm y pies derechos metálicos a cada 66 cm.	5	1
Aplanado macizo de arena y yeso sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal.	5	1
Aplanado macizo de cemento Pórtland sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal.	5	1
Guanita proyectada sobre enlatado de metal desplegado Nº 13 de 44 mm.	5	1
Bloques macizos de yeso.	5	1
Bloques huecos de yeso.	7.6	1
Losetas estructurales huecas de arcilla de una celdilla con aplanado de 13 mm.	7.6	1
Losetas huecas de hormigón de cenizas, aplanado de 13 mm por ambos lados.	7.6	1
Losetas estructurales huecas de arcilla, aplanado de 13 mm por ambos lados.	10	1
Losetas huecas de hormigón de cenizas.	10	1.5
Losetas huecas de arcilla de una celdilla, aplanado de 13 mm por ambos lados.	10	1.5
Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico por ambos lados con aplanado de 19 mm de yeso y arena	11.4	1.5
Losetas huecas de arcilla con dos celdillas.	15	1.5
Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico.	5	2
Aplanado macizo de cemento Pórtland sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	2
Aplanado macizo de yeso y arena sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	2
Bloques huecos de yeso con aplanado de 13 mm por ambos lados	7.6	2
Losetas estructurales huecas de arcilla de dos celdillas aplanado por un solo lado.	15	2
Losetas estructurales huecas de arcilla de tres celdillas.	20	2
Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	3
Bloques huecos de yeso.	10	3
Loseta para plafón falso en cualquier material.	1.5	3

Significado: "E" significa Espesor del muro; "GRF" significa Grado de Resistencia al Fuego.

SECCIÓN 1005
SEÑALIZACIÓN

1005.1 Señalización de seguridad. La finalidad de normar un sistema de señalización de seguridad es la de fijar los criterios y la simbología que deben usarse para atraer la atención en forma sencilla y rápida, para advertir de un peligro o indicar la ubicación de dispositivos y equipos de seguridad, advertencia que no elimina el peligro ni sustituye las medidas de seguridad necesarias para anular los accidentes.

1005.2 Aplicación. El sistema de señalización de seguridad debe ser aplicado a:

1. Las formas geométricas.
2. Las dimensiones en las señales de seguridad.
3. Los símbolos.
4. La colocación de las propias señales.
5. El empleo de los colores.
6. El tipo de números y letras.

El empleo de los anteriores rubros debe aplicarse en la señalización según se cita en la **Norma D.G.M-S15-1971**, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, publicada el 27 de diciembre de 1971 en el Diario Oficial de la Federación.

1005.3 Dimensiones de la simbología. Las dimensiones de la simbología de seguridad deben estar según se indica en la **Norma D.G.M-S15-1971.**

1005.4 Símbolos de seguridad. Los símbolos de seguridad deben ser la imagen que exponga en forma gráfica y de fácil interpretación el mensaje de la indicación de seguridad.

1005.5 Dimensiones de la señalización. Las dimensiones de la señalización de seguridad deben estar según se indica en la **Norma D.G.M-S15-1971.**

> **1005.2.6 Alumbrado.** Cuando un alumbrado común y corriente resulte insuficiente según especificaciones de la **Norma D.G.M-S15-1971,** se debe corregir el alumbrado de tal forma que cubra los requisitos de la citada Norma.

PARTE 4
ASPECTOS ESTRUCTURALES

4

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 11 - DISEÑO DE CIMENTACIÓN

SECCIÓN 1101
CONSIDERACIONES GENERALES

1101.1 Alcance. Las presentes Normas no son un manual de diseño y por tanto no son exhaustivas. Sólo tienen por objeto fijar criterios y métodos de diseño y construcción de cimentaciones que permitan cumplir los requisitos mínimos que se consideran aplicables a la cimentación de construcciones típicas realizadas en los programas de vivienda. El diseño de las cimentaciones realizado siguiendo las presentes recomendaciones debe ser además compatible con los reglamentos de construcción locales. Los aspectos no cubiertos por ellas quedan a criterio del Director Responsable de Obra y deben ser su responsabilidad. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan también puede ser aceptable, pero deben requerir la aprobación expresa del FRAE.

UNIDADES
En los estudios para el diseño de cimentaciones, se debe usar un sistema de unidades coherente, de preferencia el Sistema Internacional (SI). Sin embargo, en este último caso, respetando la práctica común en mecánica de suelos en México, debe ser aceptable usar como unidad de fuerza la tonelada métrica, que se debe considerar equivalente a 10 kN.

SECCIÓN 1102
INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

1102.1 Investigación de las colindancias. Deben investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes, y tomarse en cuenta en el diseño y construcción de la cimentación en proyecto.

Asimismo, se deben investigar la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la red de transporte colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la construcción no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas.

1102.2 Reconocimiento del sitio. Es requisito obligatorio la realización de estudios de suelos para el diseño y construcción de conjuntos de vivienda y obras anexas. La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio se debe apoyar en el conocimiento geológico general y local que se tenga de la zona de interés y debe ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación y la variación de los mismos en el predio.

Para cimentaciones en el Distrito Federal, se debe tomar en cuenta la zonificación definida en el Capítulo VIII del Título Sexto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal así como los requisitos mínimos de exploración especificados en sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.

Debe hacerse una revisión de la problemática de la zona relativa a:

1) Existencia de rellenos superficiales por la presencia de minas a cielo abierto.

2) Minas subterráneas para explotación de arenas.

3) Grietas de tensión en las zonas de transición abrupta en las proximidades de cerros y volcanes, que pudieran afectar a las futuras construcciones.

4) Existencia de suelos inestables, ya sean expansivos o colapsables.

5) Presencia de roca que puede alojar cavernas.

6) Presencia de suelos licuables.

1102.3 Exploraciones. La investigación del subsuelo debe ser suficiente para poder definir un modelo de las condiciones del subsuelo para fines de diseño.

El número mínimo de exploraciones a realizar (pozos a cielo abierto o sondeos) debe ser de una por cada 80 m o fracción del perímetro o envolvente de mínima extensión de la superficie cubierta por la construcción en zona lacustre o aluvial de gran extensión, y de una por cada 120 m o fracción de dicho perímetro en zonas donde pueda existir mayor heterogeneidad. La profundidad de las exploraciones depende del tipo de cimentación y de la complejidad de las condiciones del subsuelo pero no debe ser inferior a dos metros bajo el nivel

de desplante. Los sondeos que se realicen con el propósito de explorar el espesor de estratos de materiales compresibles deben, además, penetrar en el estrato incompresible subyacente al menos la profundidad correspondiente para que la disipación de esfuerzo aplicado sea del orden del 10%. En edificios formados por cuerpos con estructuras desligadas, y en particular en unidades habitacionales, deben realizarse exploraciones suficientemente profundas para poder estimar los asentamientos inducidos por la carga combinada del conjunto de las estructuras individuales.

Los procedimientos para localizar rellenos artificiales, galerías de minas y otras oquedades deben ser directos, es decir basados en observaciones y mediciones en las cavidades o en sondeos. Los métodos indirectos, incluyendo los geofísicos, solamente pueden ser empleados como apoyo de las investigaciones directas.

Se debe prestar especial atención a la detección de suelos expansivos susceptibles de causar daños estructurales importantes en unidades habitacionales. Los suelos expansivos son materiales transportados o residuales típicamente de color negro o café amarillento que pueden presentar grandes variaciones volumétricas al aumentar su grado de saturación.

Los sondeos a realizar pueden ser de los tipos indicados a continuación:

1) Sondeos con recuperación continua de muestras alteradas mediante la herramienta de penetración estándar. Sirven para evaluar la consistencia o compacidad de los materiales superficiales de la zona I y de los estratos resistentes de las zonas II y III.

También se deben emplear en las arcillas blandas de las zonas II y III con objeto de obtener un perfil continuo del contenido de agua y otras propiedades índice. No es aceptable realizar pruebas mecánicas usando especímenes obtenidos en dichos sondeos.

2) Sondeos mixtos con recuperación alternada de muestras inalteradas y alteradas en las zonas II y III.

Sólo las primeras son aceptables para determinar propiedades mecánicas. Las profundidades de muestreo inalterado se deben definir a partir de perfiles de contenido de agua, determinados previamente mediante sondeos con recuperación de muestras alteradas.

3) Sondeos consistentes en realizar, en forma continua o selectiva, una determinada prueba de campo, con o sin recuperación de muestras. La prueba puede consistir en medir:

– El número de golpes requeridos para lograr, mediante impactos, cierta penetración de un muestreador estándar (prueba SPT) o de un dispositivo mecánico cónico (prueba dinámica de cono).

– La resistencia a la penetración de un cono mecánico o eléctrico u otro dispositivo similar (Prueba estática de cono o prueba Penetrométrica). Al ejecutar este tipo de prueba de campo, se deben respetar los procedimientos aceptados, en particular en cuanto a la velocidad de penetración, la cual debe estar comprendida entre 1 y 2cm/s.

– La respuesta esfuerzo-deformación del suelo y la presión límite registradas al provocar en el sondeo la expansión de una cavidad cilíndrica (prueba presiométrica).

– Este tipo de prueba se considera principalmente aplicable para determinar las características de los suelos firmes a duros.
La resistencia al cortante del suelo (prueba de veleta o similar). Este tipo de prueba se considera principalmente aplicable a los suelos blandos.

– La velocidad de propagación de ondas en el suelo. Se puede recurrir a ensayes de campo para estimar el valor máximo del módulo de rigidez al cortante, G, a partir de la velocidad de propagación de las ondas de corte, Vs, que puede obtenerse de ensayes geofísicos de campo como los de pozo abajo, pozo arriba, el ensaye de cono sísmico, el de sonda suspendida o el ensaye de pozos cruzados. En este tipo de pruebas es recomendable emplear un inclinómetro para conocer y controlar la posición de los geófonos para el registro de vibraciones y la de la fuente emisora de vibraciones.

Estos sondeos pueden usarse para fines de verificación estratigráfica, con objeto de extender los resultados del estudio a un área mayor. Sus resultados también pueden emplearse para fines de estimación de las propiedades mecánicas de los suelos siempre que se cuente con una calibración precisa y reciente del dispositivo usado y se disponga de correlaciones confiables con resultados de pruebas de laboratorio establecidas o verificadas localmente.

4) Sondeos con equipo rotatorio y muestreadores de barril. Se deben usar en los materiales firmes y rocas de la zona I a fin de recuperar núcleos para clasificación y para ensayes mecánicos, siempre que el diámetro de los mismos sea suficiente. Asimismo, se pueden utilizar para obtener muestras en las capas duras de las zonas II y III.

5) Sondeos de percusión o de avance con equipo tricónico o sondeos con variables de perforación controladas, es decir sondeos con registros continuos de la presión en las tuberías o mangueras de la máquina de perforar, de la velocidad de avance, de la torsión aplicada, etc. son aceptables para identificar tipos de material o descubrir oquedades.

1102.4 Determinación de las propiedades en el laboratorio. Las propiedades índice relevantes de las muestras alteradas e inalteradas se deben determinar siguiendo procedimientos aceptados para este tipo de pruebas.

El número de ensayes realizados debe ser suficiente para poder clasificar con precisión el suelo de cada estrato. En materiales arcillosos, se deben hacer por lo menos dos clasificaciones y determinaciones de contenido de agua por cada metro de exploración y en cada estrato individual identificable.

Las propiedades mecánicas (resistencia y deformabilidad a esfuerzo cortante y compresibilidad) e hidráulicas (permeabilidad) de los suelos se deben determinar, en su caso, mediante procedimientos de laboratorio aceptados. Las muestras de materiales cohesivos ensayadas deben ser siempre de tipo inalterado. Para determinar la compresibilidad, se debe recurrir a pruebas de consolidación unidimensional y para la resistencia al esfuerzo cortante, a las pruebas que mejor representen las condiciones de drenaje, trayectorias de esfuerzos, y variación de carga que se desean evaluar.

Cuando se requiera, las pruebas se deben conducir de modo que permitan determinar la influencia de la saturación, de las cargas cíclicas y de otros factores significativos sobre las propiedades de los materiales ensayados. Se deben realizar por lo menos dos series de tres pruebas de resistencia y dos de consolidación en cada estrato identificado de interés para el análisis de la estabilidad o de los movimientos de la construcción.

Para determinar en el laboratorio las propiedades dinámicas del suelo, y en particular el módulo de rigidez al cortante, G, y el porcentaje de amortiguamiento con respecto al crítico, ξ, a diferentes niveles de deformación, pueden emplearse los ensayes de columna resonante o el de péndulo de torsión, el ensaye triaxial cíclico o cíclico torsionante, o el de corte simple cíclico. Los resultados de estos ensayes se deben interpretar siguiendo métodos y criterios reconocidos, de acuerdo con el principio de operación de cada uno de los aparatos. En todos los casos, se debe tener presente que los valores de G y ξ obtenidos están asociados a los niveles de deformación impuestos en cada aparato y pueden diferir de los prevalecientes en el campo.

A fin de especificar y controlar la compactación de los materiales cohesivos empleados en rellenos, se debe recurrir a la prueba Proctor estándar. En el caso de materiales compactados con equipo muy pesado, se debe recurrir a la prueba Proctor modificada o a otra prueba equivalente. La especificación y el control de compactación de materiales no cohesivos se deben basar en el concepto de compacidad relativa.

Los criterios más sencillos para la identificación de suelos potencialmente expansivos se basan en los límites de consistencia del material y en su contenido de agua o peso volumétrico seco inicial. Conviene observar que las muestras analizadas deben tener un contenido de agua representativo de las condiciones iniciales más críticas previstas teniendo en cuenta la época en que se construya la obra.

1102.5 Investigación de condiciones ambientales relevantes. Como parte de las investigaciones geotécnicas se debe realizar una cuidadosa evaluación de las condiciones ambientales que pueden afectar la cimentación: posibilidad de inundación, subsidencia regional, fenómenos de agrietamiento, variaciones estacionales del nivel freático, posibilidad de congelamiento, etc., con el fin de tomarlas en cuenta explícitamente en el diseño. Las condiciones climáticas tienen más influencia sobre las variaciones volumétricas de los materiales expansivos y colapsables que las propiedades mismas de los suelos. Bajo climas extremosos (evaporación mayor que la precipitación), cualquier arcilla superficial de plasticidad media a alta con bajo contenido de agua puede presentar agrietamiento importante en la época de estiaje y una expansión significativa en la de lluvias.

SECCIÓN 1103
VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS CIMENTACIONES

En el diseño de toda cimentación, se deben considerar los siguientes estados límite, además de los correspondientes a los miembros de la estructura:

a) De falla:

1) Flotación;
2) Flujo plástico local o general del suelo bajo la cimentación; y
3) Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

La revisión de la seguridad de una cimentación ante estados límite de falla debe consistir en comparar para cada elemento de la cimentación, y para ésta en su conjunto, la capacidad de carga del suelo con las acciones de diseño, afectando la capacidad de carga neta con un factor de resistencia y las acciones de diseño con sus respectivos factores de carga. La capacidad de carga de los suelos de cimentación se debe calcular por métodos analíticos o empíricos suficientemente apoyados en evidencias experimentales locales o se debe determinar con pruebas de carga. La capacidad de carga de la base de cualquier cimentación se debe calcular a partir de la resistencia media del suelo a lo largo de la superficie potencial de falla correspondiente al mecanismo más crítico. En el cálculo se debe tomar en cuenta la interacción entre las diferentes partes de la cimentación y entre ésta y las cimentaciones vecinas. Cuando en el subsuelo del sitio o en su vecindad existan rellenos sueltos, galerías, grietas u otras oquedades, éstos deben tratarse apropiadamente o bien considerarse en el análisis de estabilidad de la cimentación.

b) De servicio:

1) Movimiento vertical medio, asentamiento o

emersión de la cimentación, con respecto al nivel del terreno circundante;
2) Inclinación media de la construcción, y
3) Deformación diferencial de la propia estructura y sus vecinas.

En cada uno de los movimientos, se deben considerar el componente inmediato bajo carga estática, el accidental, principalmente por sismo, y el diferido, por consolidación, y la combinación de los tres. El valor esperado de cada uno de tales movimientos debe garantizar que no se causen daños intolerables a la propia cimentación, a la superestructura y sus instalaciones, a los elementos no estructurales y acabados, a las construcciones vecinas ni a los servicios públicos. Se debe prestar gran atención a la compatibilidad a corto y largo plazo del tipo de cimentación seleccionado con el de las estructuras vecinas. La revisión de la cimentación ante estados límite de servicio se debe hacer tomando en cuenta los límites indicados en la **Tabla 1103.1.**

1103.1 Acciones de diseño. De acuerdo con lo señalado en la parte de este Código relativa a Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, las combinaciones de acciones a considerar en el diseño de cimentaciones deben ser las siguientes:

a) Primer tipo de combinación Acciones permanentes más acciones variables, incluyendo la carga viva. Con este tipo de los estados límite de servicio como los de falla. Las acciones variables se deben considerar con su intensidad media para fines de cálculos de asentamientos u otros movimientos a largo plazo. Para la revisión de estados límite de falla, se debe considerar la acción variable más desfavorable con su intensidad máxima y las acciones restantes con intensidad instantánea. Entre las acciones permanentes se deben incluir el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, los efectos del hundimiento regional sobre la cimentación, incluyendo la fricción negativa, el peso de los rellenos y lastres que graviten sobre los elementos de la subestructura, incluyendo el agua en su caso, los empujes laterales sobre dichos elementos y toda otra acción que se genere sobre la propia cimentación o en su vecindad.

Tabla 1103.1 Límites máximos para movimientos y deformaciones originados en la cimentación

a)	**Movimientos verticales (hundimiento o emersión)**		
	Concepto		Límite
	Valor medio en el área ocupada por la construcción: Asentamiento: Construcciones aisladas Construcciones colindantes		5 cm (2) 2.5 cm
b)	**Inclinación media de la construcción**		
	Tipo de daño	Límite	Observaciones
	Inclinación visible	100 / (100 + 3hc) por ciento	hc = altura de la construcción en m
c)	**Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas**		
	Tipo de estructuras	Variable que se limita	Límite
	Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.006
	Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.004
	Muros de carga de tabique de barro o bloque de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.002
	Muros con acabados muy sensibles,	Relación entre el asentamiento diferencial	0.001
	como yeso, piedra ornamental, etc.	entre extremos y el claro	Se permite tolerar valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o éstos se encuentren desligados de los muros.
	Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles, como mampostería con juntas secas	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.004
	Tuberías de concreto con juntas	Cambios de pendiente en las juntas	0.015

b) Segundo tipo de combinación. Acciones permanentes más acciones variables con intensidad instantánea y acciones accidentales (viento o sismo). Con este tipo de combinación se deben revisar los estados límite de falla y los estados límites de servicio asociados a deformaciones transitorias y permanentes del suelo bajo carga accidental.

La magnitud de las acciones sobre la cimentación, provenientes de la estructura, se debe obtener como resultado directo del análisis de esta. Para fines de la cimentación, la fijación de la magnitud de todas las acciones pertinentes y de su distribución debe ser responsabilidad conjunta de los diseñadores de la superestructura y de la cimentación. Se deben estimar con especial cuidado las concentraciones de carga que pueden generar en ciertas partes específicas de la cimentación, los elementos de rigidización y los más pesados de la estructura (salientes, muros de fachada, cisternas, etc.) y que son susceptibles de inducir fallas locales o generales del suelo.

Congruentemente con lo especificado en las Normas Técnicas para Diseño por Sismo respecto a efectos bidireccionales, para la revisión de los estados límite de falla de una cimentación bajo este tipo de solicitación, se deben considerar las acciones sísmicas de la siguiente forma: 100 por ciento del sismo en una dirección y 30 por ciento en la dirección perpendicular a ella, con los signos que para cada concepto resulten desfavorables y se debe repetir este procedimiento en la otra dirección.

Para una evaluación más precisa de las acciones accidentales por sismo al nivel de la cimentación, debe ser válido apoyarse en un análisis de interacción dinámica suelo-estructura recurriendo a métodos analíticos o numéricos aceptados para este fin.

Además de las acciones anteriores, se deben considerar las otras señaladas en las Normas Técnicas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

En el caso de cimentaciones profundas construidas en suelos blandos en proceso de consolidación o en rellenos compresibles, se debe incluir entre las acciones permanentes la fricción negativa que puede desarrollarse en el fuste de los pilotes o pilas por consolidación del terreno circundante.

Cuando se considere que la fricción negativa pueda ser de importancia, se debe realizar una modelación explícita, analítica o numérica, del fenómeno que permita tomar en cuenta los factores anteriores y cuantificar sus efectos.

En esta modelación se deben adoptar hipótesis conservadoras en cuanto a la evolución previsible de la consolidación del subsuelo.

Se deben calcular y tomar explícitamente en cuenta en el diseño el cortante en la base de la estructura y los momentos de volteo debidos tanto a excentricidad de cargas verticales respecto al centroide del área de cimentación como a solicitaciones horizontales.

1103.2 Factores de carga y de resistencia. Los factores de carga, *Fc*, que deben aplicarse a las acciones para el diseño de cimentaciones son los indicados en la Sección 1203 de este Código relativa a Criterios de Diseño Estructural. Para estados límite de servicio, el factor de carga debe ser unitario en todas las acciones. Para estados límite de falla se debe aplicar un factor de carga de 1.1 al peso propio del suelo y a los empujes laterales de éste. La acción de la subpresión y de la fricción negativa en pilotes se debe tomar con un factor de carga unitario.

Los factores de resistencia, *FR*, relativos a la capacidad de carga de cimentaciones determinada a partir de estimaciones analíticas o de pruebas de campo deben ser los indicados en la **Tabla 1103.2** para todos los estados límite de falla. Los factores de resistencia se deben aplicar a la capacidad de carga neta de las cimentaciones.

Tabla 1103.2 Factores de resistencia relativos a la capacidad de carga de cimentaciones.

Caso	FR
Zapatas de colindancia cerca de las cuales es posible que se abran excavaciones	≤0.35
Zapatas en suelos heterogéneos susceptibles de contener grietas y oquedades	≤0.35
Zapatas sometidas a acciones predominantemente dinámicas	≤0.35*
Situaciones usuales	≤0.50
Cuando existe experiencia considerable en la zona	≤0.70 *

* A menos que un estudio dinámico detallado permita concluir que es aceptable un valor mayor y siempre que no exista un peligro claro de licuación.

1103.3 Selección del sistema de cimentación. Los tipos más comunes de cimentaciones son las zapatas corridas y aisladas, las losas continuas, los cajones de compensación y los pilotes y pilas de fricción o punta.

Entre ellos, se debe elegir el más conveniente de acuerdo con las características del terreno natural o estabilizado, el tipo de estructura, la magnitud de las cargas aplicadas, los requerimientos relativos a seguridad, el costo y la sencillez y rapidez del procedimiento constructivo.

El uso de sistemas de cimentación especiales debe quedar sujeto a lo especificado en la **Sección 1103.9.**

1103.4 Cimentaciones sobre zapatas y losas. Las zapatas consisten en una ampliación de la base de los elementos estructurales (muros o columnas) y pueden ser del tipo aislado o corrido, o una combinación de ambos tipos. Deben desplantarse hasta una profundidad en la que el suelo se vea poco afectado por cambios volumétricos estacionales y no pueda ser sometido a erosión, principalmente si el suelo es arenoso o limoso. A la profundidad de desplante, el suelo debe además encontrarse libre de poros y cavidades ocasionados por plantas o animales. Cuando la superficie requerida de las zapatas excede el 50% de la superficie de la construcción, resulta generalmente más económico recurrir a una losa continua.

1103.4.1 Estados límite de falla. Para cimentaciones someras desplantadas en suelos sensiblemente uniformes se debe verificar el cumplimiento de las desigualdades siguientes para las distintas combinaciones posibles de acciones verticales.

En esta verificación, tomando en cuenta la existencia común de materiales cementados frágiles (tobas o similares) que pueden perder su cohesión antes de que se alcance la deformación requerida para que se movilice su resistencia por fricción, se debe considerar en forma conservadora que los suelos son de tipo puramente cohesivo o puramente friccionante.

Para cimentaciones desplantadas en suelos cohesivos:

$$\frac{\Sigma QFc\Sigma QF_c}{A} < CuNcF_R+PvC_UN_CF_R+P_V \quad (3.1)$$

Para cimentaciones desplantadas en suelos friccionantes:

$$\frac{\Sigma QFc}{A} < \left[\frac{\overline{P_v}}{P_v}(N_q-1)\frac{\gamma BN\gamma}{2}\right]F_R+P_v \quad (3.2)$$

Donde:
ΣQF_C es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectada por su respectivo factor de carga;
A es el área del cimiento;
P_V es la presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo;
$\overline{P_V}$ es la presión vertical efectiva a la misma profundidad;
γ es el peso volumétrico del suelo;
C_U es la cohesión aparente determinada en ensaye triaxial no–consolidado no-drenado, (UU);
B es el ancho de la cimentación;
N_C es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$Nc=5.14(1+0.25Df/B+0.25B/L) \quad (3.3)$$

Para
$D_f/B < 2$ y $B/L < 1$;
Donde D_f es la profundidad de desplante y L la longitud del cimiento; en caso de que D_f/B y B/L no cumplan con las desigualdades anteriores, dichas relaciones se deben considerar iguales a 2 y a 1, respectivamente;

N_q es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45° + \varphi/2) \quad (3.4)$$

Donde:
φ es el ángulo de fricción interna del material, que se define más adelante. El coeficiente N_q se debe multiplicar por:
$1+(B/L)\tan\varphi$ para cimientos rectangulares y por $1+\tan\varphi$ para cimientos circulares o cuadrados;
$N\gamma$ es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N\gamma = 2(Nq+1)\tan\varphi \quad (3.5)$$

El coeficiente Nγ se debe multiplicar por 1–0.4(B/L) para cimientos rectangulares y por 0.6 para cimientos circulares o cuadrados; y
F_R es el factor de resistencia especificado en la Sección 1103.2.

También se puede utilizar como alternativa a las ecuaciones 3.1 ó 3.2 una expresión basada en los resultados de pruebas de campo, respaldada por evidencias experimentales confirmadas en los suelos del sitio de interés.

Además, al emplear las relaciones anteriores se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a) El parámetro φ debe estar dado por:

$$\Phi = \text{Ang tan}(\alpha \tan \varphi^*) \quad (3.6)$$

donde φ* es el ángulo con la horizontal de la envolvente de los círculos de Mohr a la falla en la prueba de resistencia que se considere más representativa del comportamiento del suelo en las condiciones de trabajo. Esta prueba debe considerar la posibilidad de que el suelo pierda parte de su resistencia.

Para suelos arenosos con compacidad relativa **Dr** menor de 67 por ciento, el coeficiente **α** debe ser igual a **0.67+Dr–0.75Dr²**. Para suelos con compacidad mayor que el límite indicado, α debe ser igual a l.

b) La posición del nivel freático considerada para

la evaluación de las propiedades mecánicas del suelo y de su peso volumétrico debe ser la más desfavorable durante la vida útil de la estructura. En caso de que el ancho ***B*** de la cimentación sea mayor que la profundidad Z del nivel freático bajo el nivel de desplante de la misma, el peso volumétrico a considerar en la ec. 3.2 debe ser:

$$\gamma = \gamma' + (Z/B)\,(\gamma m - \gamma') \qquad (3.7)$$

Donde:
γ′ es el peso volumétrico sumergido del suelo entre las profundidades

Z y (B/2) tan(45º+φ/2); y

γm es el peso volumétrico total del suelo arriba del nivel freático.

c) En el caso de combinaciones de cargas (en particular las que incluyen solicitaciones sísmicas) que den lugar a resultantes excéntricas actuando a una distancia e del eje longitudinal del cimiento, el ancho efectivo del mismo se debe considerar igual a:

$$B' = B - 2e \qquad (3.8)$$

Un criterio análogo se debe aplicar en la dirección longitudinal del cimiento para tomar en cuenta la excentricidad respectiva. Cuando se presente doble excentricidad (alrededor de los ejes X y Y), se deben tomar las dimensiones reducidas en forma simultánea, y el área efectiva del cimiento debe ser A′ = B′ L′.

Para tomar en cuenta, en su caso, la fuerza cortante al nivel de la cimentación, se deben multiplicar los coeficientes *Nq* y *Nc* de las ecuaciones 3.1 y 3.2 por $(1 - \tan\delta)^2$, donde δ es la inclinación de la resultante de las acciones respecto a la vertical.

d) En el caso de cimentaciones sobre un estrato de suelo uniforme de espesor H bajo el nivel de desplante y apoyado sobre un estrato blando, se debe seguir el criterio siguiente:

1) Si H≥ 3.5B se debe ignorar el efecto del estrato blando en la capacidad de carga.

2) Si 3.5B >H≥ 1.5B se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es B+H.

3) Si H<1.5B se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es:

$$B\,[\,1 + 2/3\,(H/B)^2\,] \qquad (3.9)$$

4) En el caso de cimientos rectangulares se debe aplicar a la dimensión longitudinal un criterio análogo al anterior.

e) En el caso de cimentaciones sobre taludes se debe verificar la estabilidad de la cimentación y del talud recurriendo a un método de análisis límite considerando mecanismos de falla compatibles con el perfil de suelos y, en su caso, con el agrietamiento existente. En esta verificación, el momento o las fuerzas resistentes deben ser afectados por el factor de resistencia especificado en la **Sección 1103.2.**

f) En el caso de cimentaciones desplantadas en un subsuelo heterogéneo o agrietado para el cual no sea aplicable el mecanismo de falla por corte general en un medio homogéneo implícito en las ecuaciones. 3.1 y 3.2, se debe verificar la estabilidad de la cimentación recurriendo a un método de análisis límite de los diversos mecanismos de falla compatibles con el perfil estratigráfico. Además de la falla global, se deben estudiar las posibles fallas locales, es decir aquellas que pueden afectar solamente una parte del suelo que soporta el cimiento, y la posible extrusión de estratos muy blandos. En las verificaciones anteriores, el momento o la fuerza resistente deben ser afectados por el factor de resistencia que señala la **Sección 1103.2.**

g) No deben cimentarse estructuras sobre zapatas aisladas en depósitos de limos no plásticos o arenas finas en estado suelto o saturado, susceptibles de presentar pérdida total o parcial de resistencia por generación de presión de poro o deformaciones volumétricas importantes bajo solicitaciones sísmicas.

Asimismo, se deben tomar en cuenta las pérdidas de resistencia o cambios volumétricos ocasionados por las vibraciones de maquinaria en la vecindad de las cimentaciones desplantadas en suelos no cohesivos de compacidad baja o media. Para condiciones severas de vibración, el factor de resistencia a considerar en las ecuaciones 3.1 y 3.2, se debe tomar igual a la mitad del definido en la Sección 1103.2 para condiciones estáticas, a menos que se demuestre, a partir de ensayes de laboratorio en muestras de suelo representativas, que es aplicable otro valor.

h) En caso de que se compruebe la existencia de galerías, grietas, cavernas u otras oquedades, éstas se deben considerar en el cálculo de capacidad de carga. En su caso, se deben mejorar las condiciones de estabilidad adoptándose una o varias de las siguientes medidas:

1) Tratamiento por medio de rellenos compactados, inyecciones, etc.;
2) Demolición o refuerzo de bóvedas; y/o
3) Desplante bajo el piso de las cavidades.

1103.4.2 Estados límite de servicio.

1103.4.2.1 Asentamientos instantáneos. Los asentamientos instantáneos de las cimentaciones

bajo solicitaciones estáticas se deben calcular en primera aproximación usando los resultados de la teoría de la elasticidad previa estimación de los parámetros elásticos del terreno, a partir de la experiencia local o de pruebas directas o indirectas. Para suelos granulares, se debe tomar en cuenta el incremento de la rigidez del suelo con la presión de confinamiento. Cuando el subsuelo esté constituido por estratos horizontales de características elásticas diferentes, debe ser aceptable despreciar la influencia de las distintas rigideces de los estratos en la distribución de esfuerzos. El desplazamiento horizontal y el giro transitorios de la cimentación bajo las fuerzas cortantes y el momento de volteo generados por la segunda combinación de acciones se deben calcular cuando proceda, como se indica en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. La magnitud de las deformaciones permanentes que pueden presentarse bajo cargas accidentales cíclicas se pueden estimar con procedimientos de equilibrio límite para condiciones dinámicas.

1103.4.2.2 Asentamientos diferidos. Los asentamientos diferidos se deben calcular por medio de la relación:

$$\Delta H = \sum_{0}^{H} \left[\frac{\Delta e}{1+e_{\circ}} \right] \Delta z \qquad (3.10)$$

Donde:

ΔH es el asentamiento de un estrato de espesor H; $e_{\circ}$ es la relación de vacíos inicial;

Δe es la variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo efectivo vertical Δp inducido a la profundidad z por la carga superficial. Esta variación se debe estimar a partir de pruebas de consolidación unidimensionales realizadas con muestras inalteradas representativas del material existente a esa profundidad; y

Δz son los espesores de estratos elementales dentro de los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes. Los incrementos de presión vertical Δp inducidos por la carga superficial se deben calcular con la teoría de la elasticidad a partir de las presiones transmitidas por la subestructura al suelo. Estas presiones se deben estimar considerando hipótesis extremas de repartición de cargas o a partir de un análisis de la interacción estática suelo-estructura.

Para evaluar los movimientos diferenciales de la cimentación y los inducidos en construcciones vecinas, los asentamientos diferidos se deben calcular en un número suficiente de puntos ubicados dentro y fuera del área cargada.

1103.4.2.3 Movimientos de cimentaciones sobre arcillas expansivas. Se debe prestar especial atención a los movimientos de cimentaciones superficiales desplantadas en suelos expansivos. Para estimar las expansiones que pueden presentarse a diferentes profundidades al saturarse el suelo, se debe recurrir a pruebas de expansión. Las pruebas se deben realizar bajo las cargas correspondientes a los esfuerzos verticales que actuan después de la construcción a las profundidades en las que se recuperaron las muestras. El procedimiento a seguir puede ser el siguiente:

a. Se obtienen muestras inalteradas representativas de la arcilla superficial en un momento en el que las tensiones capilares sean efectivas (que la superficie no haya sido sometida a inundación o lluvias fuertes) y representativas de las condiciones que prevalecen inmediatamente antes de la construcción.

b. En un consolidómetro, se aplica a los especímenes (con su contenido de agua natural) una presión vertical igual a la que existe después de la construcción a las profundidades correspondientes, incluyendo la presión transmitida por la estructura. Se agrega entonces agua para saturar los especímenes y se miden las expansiones resultantes.

c. Se calculan las expansiones finales como porcentaje de la altura inicial del espécimen y se dibujan estos valores contra la profundidad.

d. Se calcula la expansión total, la cual es igual al área debajo de la curva porcentaje de expansión vs. profundidad.

Nota: Con esta metodología se debe tener cuidado con el grado de saturación inicial, si este es alto, la expansividad por la saturación será mucho más baja de la que pueden desarrollar las arcillas para una lluvia después del término del estiaje. Para determinar la expansión real que se puede desarrollar se deben de hacer pruebas de medición de la succión.

1103.4.2.4 Asentamientos por colapso del suelo de cimentación. Algunos suelos pueden presentar colapso al saturarse, principalmente bajo carga. Los asentamientos resultantes son generalmente inaceptables. Puede considerarse que si el contenido de agua de saturación del suelo excede su límite líquido, existe una posibilidad de colapso. En caso de duda es conveniente verificar esta posibilidad en el laboratorio.

1103.4.2.5 Asentamientos por compactación

bajo cargas dinámicas. Los asentamientos que puede sufrir una zapata desplantada en un suelo no cohesivo seco o saturado, por efecto de cargas dinámicas, se deben estimar en forma conservadora comparando su compacidad in situ con la compacidad más alta obtenible en el laboratorio. No se recomienda cimentar una estructura sobre zapatas aisladas en un subsuelo arenoso de compacidad errática, en limos no plásticos o en arenas finas sueltas saturadas.

1103.5 Cimentaciones compensadas. Se entiende por cimentaciones compensadas aquéllas en las que se busca reducir el incremento neto de carga aplicado al subsuelo mediante excavaciones del terreno y uso de un cajón desplantado a cierta profundidad. Según que el incremento neto de carga aplicado al suelo en la base del cajón resulte positivo, nulo o negativo, la cimentación se denomina parcialmente compensada, compensada o sobre- compensada, respectivamente.

Para el cálculo del incremento de carga transmitido por este tipo de cimentación y la revisión de los estados límite de servicio, el peso de la estructura a considerar debe ser: la suma de la carga muerta, incluyendo el peso de la subestructura, más la carga viva con intensidad media, menos el peso total del suelo excavado. Esta combinación debe ser afectada por un factor de carga unitario. El cálculo anterior se debe realizar con precisión tomando en cuenta que los asentamientos son muy sensibles a pequeños incrementos de la carga neta.

Además, en esta evaluación, se deben tomar en cuenta los cambios posibles de materiales de construcción, de solución arquitectónica o de usos de la construcción susceptibles de modificar significativamente en el futuro dicha carga neta.

Cuando la incertidumbre al respecto sea alta, la cimentación compensada debe considerarse como poco confiable y se debe aplicar un factor de carga mayor que la unidad, cuidando al mismo tiempo que no pueda presentarse una sobre-compensación excesiva, o adoptarse otro sistema de cimentación.

La porción de las celdas del cajón de cimentación que esté por debajo del nivel freático y que no constituya un espacio funcionalmente útil, se debe considerar como llena de agua y el peso de ésta se debe sumar al de la subestructura, a menos que dicho espacio se rellene con material ligero no saturable que garantice la permanencia del efecto de flotación.

1103.5.1 Estados límite de falla. La estabilidad de las cimentaciones compensadas se debe verificar como lo señala la Sección 1103.4.1. Se debe comprobar además que no pueda ocurrir flotación de la cimentación durante ni después de la construcción. De ser necesario, se debe lastrar la construcción o se deben instalar válvulas de alivio o dispositivos semejantes que garanticen que no se pueda producir la flotación. En la revisión por flotación, se debe considerar una posición conservadora del nivel freático.

Se debe prestar especial atención a la revisión de la posibilidad de falla local o generalizada del suelo bajo la combinación de carga que incluya el sismo.

1103.5.2 Estados límite de servicio. Para este tipo de cimentación se deben calcular:
a) Los movimientos instantáneos debidos a la carga total transmitida al suelo por la cimentación, incluyendo los debidos a la recarga del suelo descargado por la excavación.

b) Las deformaciones transitorias y permanentes del suelo de cimentación bajo la segunda combinación de acciones. Se debe tomar en cuenta que las deformaciones permanentes tienden a ser críticas para cimentaciones con escaso margen de seguridad contra falla local o general y que los suelos arcillosos tienden a presentar deformaciones permanentes significativas cuando bajo la combinación carga estática-carga sísmica cíclica se alcanza un esfuerzo cortante que represente un porcentaje superior al 90 por ciento de su resistencia estática no drenada.

c) Los movimientos diferidos debidos al incremento o decremento neto de carga en el contacto cimentación-suelo.

En el diseño y construcción de estas cimentaciones debe tenerse presente que los resultados obtenidos dependen en gran medida de la técnica empleada en la realización de la excavación.

1103.5.3 Presiones sobre muros exteriores de la subestructura. En los muros de retención perimetrales se deben considerar empujes horizontales a largo plazo no inferiores a los del agua y del suelo en estado de reposo, adicionando los debidos a sobrecargas en la superficie del terreno y a cimientos vecinos. La presión horizontal efectiva transmitida por el terreno en estado de reposo se debe considerar por lo menos igual a 50 por ciento de la presión vertical efectiva actuante a la misma profundidad, salvo para rellenos compactados contra muros, caso en el que se debe considerar por lo menos 70 por ciento de la presión vertical. Las presiones horizontales atribuibles a sobrecargas pueden estimarse por medio de la teoría de la elasticidad. En caso de que el diseño considere absorber fuerzas horizontales por contacto lateral entre subestructura y suelo, la resistencia del suelo considerada no debe ser superior al empuje pasivo afectado de un factor de resistencia de 0.35, siempre que el suelo circundante esté constituido por materiales naturales o por rellenos bien compactados. Los

muros perimetrales y elementos estructurales que transmiten dicho empuje se deben diseñar expresamente para esa solicitación.

Se deben tomar medidas para que, entre las cimentaciones de estructuras contiguas no se desarrolle fricción que pueda dañar a alguna de las dos como consecuencia de posibles movimientos relativos.

1103.6 Cimentaciones con pilotes de fricción. Los pilotes de fricción son aquellos que transmiten cargas al suelo principalmente a lo largo de su superficie lateral. En suelos blandos, se usan comúnmente como complemento de un sistema de cimentación parcialmente compensada para reducir asentamientos, transfiriendo parte de la carga a los estratos más profundos (diseño en términos de deformaciones). Opcionalmente, los pilotes de fricción pueden usarse para soportar el peso total de la estructura y asegurar su estabilidad (diseño en términos de capacidad de carga). En ambos casos, se debe verificar que la cimentación no exceda los estados límites de falla y de servicio.

Para las condiciones muy especiales existentes en la zona lacustre del Distrito Federal (alta sismicidad y subsidencia regional) se debe aplicar lo especificado en Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción en el Distrito Federal.

1103.6.1 Estados límite de falla. De acuerdo con el tipo de diseño adoptado, la revisión de los estados límite de falla puede consistir en verificar que resulta suficiente para asegurar la estabilidad de la construcción alguna de las capacidades de carga siguientes:

a) Capacidad de carga del sistema suelo-zapatas o suelo-losa de cimentación.

Despreciando la capacidad de los pilotes, se debe verificar entonces el cumplimiento de la desigualdad 1103.1 ó 1103.2, de la **Sección 1103.3**, según el caso. Si se adopta este tipo de revisión, la losa o las zapatas y las contratrabes se deben diseñar estructuralmente para soportar las presiones de contacto suelo-zapata o suelo-losa máximas calculadas, más las concentraciones locales de carga correspondientes a la capacidad de carga total de cada pilote dada por la ecuación 3.12 con un factor de resistencia F_R igual a 1.0.

b) Capacidad de carga del sistema suelo–pilotes de fricción. Despreciando la capacidad del sistema suelo-losa, se debe verificar entonces para cada pilote individual, para cada uno de los diversos subgrupos de pilotes y para la cimentación en su conjunto, el cumplimiento de la desigualdad siguiente para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas:

$$\Sigma Q F_C < R \qquad \textbf{(3.11)}$$

Donde:
$\Sigma Q F_C$ es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectada de su correspondiente factor de carga. Las acciones deben incluir el peso propio de la subestructura y de los pilotes o pilas y el efecto de la fricción negativa que pudiera desarrollarse sobre el fuste de los mismos o sobre su envolvente.
R es la capacidad de carga que se debe considerar igual a:

1) Para la revisión de cada pilote individual: a la capacidad de carga de punta del pilote más la capacidad de adherencia del pilote considerado;

2) Para la revisión de los diversos subgrupos de pilotes en que pueda subdividirse la cimentación:

A la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del subgrupo de pilotes; y

3) Para la revisión de la cimentación en su conjunto: a la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del conjunto de pilotes.

La capacidad de carga por punta de los pilotes individuales se debe calcular mediante las ecuaciones 3.13 ó 3.14, con un factor de resistencia, F_R, igual a 0.5.

Si se adopta este tipo de revisión, los pilotes deben tener la capacidad de absorber la fuerza cortante por sismo al nivel de la cabeza de los pilotes sin tomar en cuenta la adherencia suelo-losa o suelo-zapatas. Cuando la losa esté desplantada en profundidad, se debe considerar el efecto del empuje en reposo en los muros perimetrales como se indica en la **Sección 1103.4.3.**

En la revisión de la capacidad de carga bajo cargas excéntricas, las cargas recibidas por los distintos pilotes individuales o subgrupos de pilotes se deben estimar con base en la teoría de la elasticidad o a partir de un estudio explícito de interacción suelo-estructura. Se debe despreciar la capacidad de carga de los pilotes sometidos a tensión, salvo que se hayan diseñado y construido especialmente para este fin.

La capacidad de carga por adherencia lateral de un pilote de fricción individual bajo esfuerzos de compresión, C_f se debe calcular como:

$$C_f = A_L \, f \, F_R \qquad \textbf{(3.12)}$$

Donde:
A_L es el área lateral del pilote;

f es la adherencia lateral media pilote-suelo;
F_R se debe tomar igual a 0.7, salvo para pilotes hincados en perforación previa **Sección 2101.1.2.2.**

Para los suelos cohesivos blandos de las zonas II y III, la adherencia pilote-suelo se debe considerar igual a la cohesión media del suelo. La cohesión se debe determinar con pruebas triaxiales no consolidadas-no drenadas.

Para calcular la capacidad de adherencia del grupo o de los subgrupos de pilotes en los que se pueda subdividir la cimentación, también debe ser aplicable la ecuación 3.12 considerando el grupo o los subgrupos como pilas de geometría igual a la envolvente del grupo o subgrupo.

1103.6.2 Estados límite de servicio. Los asentamientos de cimentaciones con pilotes de fricción bajo cargas estáticas se deben estimar considerando la penetración de los mismos y las deformaciones del suelo que los soporta, así como la fricción negativa en su caso. En el cálculo de los movimientos anteriores se deben tomar en cuenta las excentricidades de carga.

Se debe revisar que el desplazamiento horizontal y el giro transitorio de la cimentación bajo la fuerza cortante y el momento de volteo sísmicos no resulten excesivos. Las deformaciones permanentes bajo la combinación de carga que incluya el efecto del sismo se pueden estimar con procedimientos de equilibrio límite para condiciones dinámicas. En estas determinaciones, se debe tomar en cuenta el efecto restrictivo de los pilotes.

1103.7 Cimentaciones con pilotes de punta o pilas. Los pilotes de punta son los que transmiten la mayor parte de la carga a un estrato resistente por medio de su punta.

Generalmente, se llama pilas a los elementos de más de 60 cm de diámetro colados en perforación previa.

1103.7.1 Estados límite de falla. Se debe verificar, para la cimentación en su conjunto, para cada uno de los diversos grupos de pilotes y para cada pilote individual, el cumplimiento de la desigualdad Sección 1103.11 para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas según las Secciones 1103.6.1.1 y 1103.6.1.2.

1103.7.1.1 Capacidad por punta. La capacidad de carga de un pilote de punta o pila, C_P, se debe calcular de preferencia a partir de los resultados de pruebas de campo calibradas mediante pruebas de carga realizadas sobre los propios pilotes **Sección 1103.7**. En las situaciones en las que se cuente con suficientes resultados de pruebas de laboratorio realizadas sobre muestras de buena calidad y que exista evidencia de que la capa de apoyo sea homogénea, la capacidad de carga puede estimarse como sigue:

a) Para suelos cohesivos

$$C_P=(C_U N_C^* F_R+p_V)\, A_P \qquad (3.13)$$

b) Para suelos friccionantes

$$C_P = (\, \overline{P_V}\, N_q^*\, F_R + p_V)\, A_P \qquad (3.14)$$

Donde:
A_P es el área transversal de la base de la pila o del pilote;
p_V es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes;
$\overline{P_V}$ es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes;
C_U es la cohesión aparente del suelo de apoyo determinada en ensaye triaxial no–consolidado no-drenado, (UU); y
N_C^* es el coeficiente de capacidad de carga definido en la **Tabla 1103.2.**

Tabla 1103.2 Coeficiente Nc*

Φ_U	0°	5°	10°
N_C^*	7	9	13

Φ_U es el ángulo de fricción aparente;

Nq^* es el coeficiente de capacidad de carga definido por:

$$N_q^* = N_{mín} + L_e \frac{N_{máx} - N_{mín}}{4B \tan(45° + \Phi/2)} \qquad \textbf{(3.15)}$$

Cuando $L_e / B \leq 4 \tan(45° + \varphi/2)$; o bien

$$N_q^* = N_{máx} \qquad \textbf{(3.16)}$$

Cuando $L_e / B > 4 \tan(45° + \varphi/2)$

Tabla 1103.3 Valor de $N_{máx}$ y $N_{mín}$ para el cálculo de Nq*

φ_u	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$N_{máx}$	12.5	26	55	132	350	1000
$N_{mín}$	7	11.5	20	39	78	130

L_e es la longitud del pilote o pila empotrada en el estrato resistente;
B es el ancho o diámetro equivalente de los pilotes;
φ es el ángulo de fricción interna, con la definición de la **Sección 1103.3.1**; y
F_R se debe tomar igual a 0.35.

La capacidad de carga considerada no debe rebasar la capacidad intrínseca del pilote o pila calculada con la resistencia admisible del material constitutivo del elemento.

En el caso de pilotes o pilas de más de 50 cm de diámetro, la capacidad calculada a partir de resultados de pruebas de campo o mediante las ecuaciones 3.13 ó 3.14, debe corregirse para tomar en cuenta el efecto de escala en la forma siguiente:

a) Para suelos friccionantes, multiplicar la capacidad calculada por el factor

$$F_{re} = \left[\frac{B+0.5}{2B} \right]^{n} \qquad \textbf{(3.17)}$$

Donde:
B es el diámetro de la base del pilote o pila (B>0.5 m); y
n es un exponente igual a 0 para suelo suelto, 1 para suelo medianamente denso y 2 para suelo denso.

b) Para pilotes hincados en suelos cohesivos firmes fisurados, multiplicar por el mismo factor de la ecuación 3.17 con exponente n = l. Para pilas coladas en suelos cohesivos del mismo tipo, multiplicar por:

$$F_{re} = \frac{B+1}{2B+1} \qquad \textbf{(3.18)}$$

La contribución del suelo bajo la losa de la subestructura y de la subpresión a la capacidad de carga de un sistema de cimentación con pilotes de punta debe despreciarse en todos los casos.

Cuando exista un estrato blando debajo de la capa de apoyo de un pilote de punta o pila, debe verificarse que el espesor H de suelo resistente es suficiente en comparación con el ancho o diámetro B del elemento de cimentación. Se debe seguir el criterio siguiente:

1) Si H ≥ 3.5B se debe ignorar el efecto del estrato blando en la capacidad de carga;

2) Si 3.5B > H ≥ 1.5B se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es B+H; y

3) Si H < 1.5B se debe proceder en la misma forma considerando un ancho igual a:

$$B \left[1 + \frac{2}{3} \left[\frac{H}{B} \right]^{2} \right] \qquad \textbf{(3.19)}$$

El criterio anterior se debe aplicar también a grupos de pilotes.

1103.7.1.2 Capacidad por fricción lateral sobre el fuste de pilotes de punta o pilas. En cualquier situación en la que pueda eventualmente desarrollarse fricción negativa, no se debe considerar ninguna contribución de la fricción lateral a la capacidad de carga de los pilotes de punta o pilas. En suelos firmes, se puede agregar a la capacidad de punta una resistencia por fricción calculada mediante la ecuación 3.12, en la que la adherencia considerada no debe ser mayor que el esfuerzo vertical actuante en el suelo al nivel considerado multiplicado por un factor de 0.3, y afectado con un factor de resistencia de 0.7. Además de la capacidad de carga vertical, se debe revisar la capacidad del suelo para soportar los esfuerzos inducidos por los pilotes o pilas sometidos a fuerzas horizontales, así como la capacidad estructural de estos elementos para transmitir dichas solicitaciones horizontales.

1103.7.2 Estados límite de servicio. Los asentamientos de este tipo de cimentación se deben calcular tomando en cuenta la deformación propia de los pilotes o pilas bajo las diferentes acciones a las que se encuentran sometidas, incluyendo, en su caso, la fricción negativa, y la de los estratos localizados bajo el nivel de apoyo de las puntas.

1103.8 Pruebas de carga en pilotes. Las estimaciones de la capacidad de carga de pilotes de fricción o de punta basadas en pruebas de campo o en cálculos analíticos se deben verificar mediante pruebas de carga cuando exista incertidumbre excesiva sobre las propiedades de los suelos involucrados y la edificación sea de los grupos A o B1. Los pilotes ensayados se deben llevar a la falla o hasta 1.5 veces la capacidad de carga calculada. En las zonas de suelos blandos la prueba se debe realizar al menos dos meses después de la hinca, con el objeto de permitir la disipación del exceso de presión de poro que se induce al instalar los pilotes y la recuperación de la resistencia del suelo en su estado natural por efectos tixotrópicos. En pruebas de pilotes de punta, se debe aislar la punta del fuste para medir en forma separada la fricción o adherencia lateral, o bien se debe instrumentar la punta para medir la carga en la punta.

Se pueden hacer pruebas de campo en pilotes de sección menor que la del prototipo y extrapolar el resultado mediante las ecuaciones. 3.17 a 3.19.

1103.9 Cimentaciones especiales. Cuando se pretenda utilizar dispositivos especiales de cimentación (inclusiones, pilotes de control, etc.), se debe solicitar una aprobación expresa. Para ello se deben presentar los resultados de los estudios y ensayes a que se hubieran sometido dichos dispositivos. Los sistemas propuestos deben proporcionar una seguridad equivalente a la de las cimentaciones tradicionales calculadas de acuerdo con las presentes Normas, en particular ante solicitaciones sísmicas.

SECCIÓN 1104
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

Los elementos mecánicos (presiones de contacto, empujes, etc.) requeridos para el diseño estructural de la cimentación deben determinarse para cada combinación de acciones señalada en la **Sección 1103.1.**

Los esfuerzos o deformaciones en las fronteras suelo-estructura necesarios para el diseño estructural de la cimentación, incluyendo presiones de contacto y empujes laterales, deben evaluarse tomando en cuenta la rigidez y la resistencia de la estructura y de los suelos de apoyo.

Las presiones de contacto consideradas deben ser tales que las deformaciones diferenciales del suelo calculadas con ellas coincidan aproximadamente con las del sistema subestructura-superestructura. Para determinar distribuciones de este tipo, debe ser aceptable suponer que el medio es elástico y continuo y usar las soluciones analíticas existentes o métodos numéricos. Debe ser aceptable cualquier distribución que satisfaga las condiciones siguientes:

a) Que exista equilibro local y general entre las presiones de contacto y las fuerzas internas en la subestructura y las fuerzas y momentos transmitidos a ésta por la superestructura;

b) Que los hundimientos diferenciales inmediatos más diferidos con las presiones de contacto consideradas sean aceptables en términos de las presentes Normas Tabla 3.1; y

c) Que las deformaciones diferenciales instantáneas más las diferidas del sistema subestructura-superestructura sean aceptables en términos de las presentes Normas.

La distribución de esfuerzos de contacto se puede determinar para las diferentes combinaciones de solicitaciones a corto y largo plazos, con base en simplificaciones e hipótesis conservadoras o mediante estudios explícitos de interacción suelo-estructura.

Los pilotes y sus conexiones se deben diseñar para poder soportar los esfuerzos resultantes de las acciones verticales y horizontales consideradas en el diseño de la cimentación y los que se presenten durante el proceso de transporte, izaje e hinca. Los pilotes deben poder soportar estructuralmente la carga que corresponde a su capacidad de carga última con factor de resistencia unitario. Los pilotes de concreto deben cumplir con lo estipulado en el Reglamento y en sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. Los pilotes de acero deben protegerse contra corrosión al menos en el tramo comprendido entre la cabeza y la máxima profundidad a la que, se estime, pueda descender el nivel freático.

En el caso de cimentaciones sobre pilotes de punta en las zonas II y III, se debe tomar en cuenta que, por la consolidación regional, los pilotes pueden perder el confinamiento lateral en su parte superior en una altura igual a la magnitud de la consolidación regional entre la punta del pilote y su parte superior. La subestructura se debe diseñar entonces para trabajar estructuralmente tanto con soporte del suelo como sin él, es decir, en este último caso, apoyada solamente en los pilotes.

SECCIÓN 1105
ANÁLISIS Y DISEÑO DE EXCAVACIONES

En el diseño de las excavaciones se deben considerar los siguientes estados límite:

a) De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de ademado de las mismas, falla de los cimientos de las construcciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes, y colapso del techo de cavernas o galerías.

b) De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperados de tales movimientos deben ser suficientemente reducidos para no causar daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos.

Además, la recuperación por recarga no debe ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

Para realizar la excavación, se pueden usar pozos de bombeo con objeto de reducir las filtraciones y mejorar la estabilidad. Sin embargo, la duración del bombeo debe ser tan corta como sea posible y se deben tomar las precauciones necesarias para que sus efectos queden prácticamente circunscritos al área de trabajo. En este caso, para la evaluación de los estados límite de servicio a considerar en el diseño de la excavación, se deben tomar en cuenta los movimientos del terreno debidos al bombeo.
Los análisis de estabilidad se deben realizar con base en las acciones aplicables señaladas en las Normas correspondientes, considerándose las sobrecargas que puedan actuar en la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

1105.1 Estados límite de falla. La verificación de la seguridad respecto a los estados límite de falla debe incluir la revisión de la estabilidad de los taludes o paredes de la excavación con o sin ademes y del fondo de la misma. El factor de resistencia debe ser de 0.6; sin embargo, si la falla de los taludes, ademes o fondo de la excavación no implica daños a los servicios públicos,

a las instalaciones o a las construcciones adyacentes, el factor de resistencia debe ser de 0.7. La sobrecarga uniforme mínima a considerar en la vía publica y zonas próximas a excavaciones temporales debe ser de 15 kPa (1.5 t/m²) con factor de carga unitario.

1105.1.1 Taludes. La seguridad y estabilidad de excavaciones sin soporte se debe revisar tomando en cuenta la influencia de las condiciones de presión del agua en el subsuelo así como la profundidad de excavación, la inclinación de los taludes, el riesgo de agrietamiento en la proximidad de la corona y la presencia de grietas u otras discontinuidades. Se debe tomar en cuenta que la cohesión de los materiales arcillosos tiende a disminuir con el tiempo, en una proporción que puede alcanzar 30 por ciento en un plazo de un mes.

Para el análisis de estabilidad de taludes se debe usar un método de equilibrio límite considerando superficies de falla cinemáticamente posibles tomando en cuenta en su caso las discontinuidades del suelo. Se debe incluir la presencia de sobrecargas en la orilla de la excavación. También se deben considerar mecanismos de extrusión de estratos blandos confinados verticalmente por capas más resistentes. Al evaluar estos últimos mecanismos se debe tomar en cuenta que la resistencia de la arcilla puede alcanzar su valor residual correspondiente a grandes deformaciones.

Se debe prestar especial atención a la estabilidad a largo plazo de excavaciones o cortes permanentes que se realicen en el predio de interés, especialmente en la zona I. Se deben tomar las precauciones necesarias para que estos cortes no limiten las posibilidades de construcción en los predios vecinos, no presenten peligro de falla local o general ni puedan sufrir alteraciones en su geometría por intemperización y erosión, que puedan afectar a la propia construcción, a las construcciones vecinas o a los servicios públicos. Además del análisis de estabilidad, el estudio geotécnico debe incluir en su caso una justificación detallada de las técnicas de estabilización y protección de los cortes propuestas y del procedimiento constructivo especificado en la **Sección 2102.5.**

1105.1.2 Falla por subpresión en estratos permeables. En el caso de excavaciones en suelos sin cohesión, se debe analizar en su caso la estabilidad del fondo de la excavación por flujo del agua. Para reducir el peligro de fallas de este tipo, el agua freática debe controlarse y extraerse de la excavación por bombeo desde cárcamos, pozos punta o pozos de alivio con nivel dinámico sustancialmente inferior al fondo de la excavación.

Cuando una excavación se realice en una capa impermeable, la cual a su vez descanse sobre un estrato permeable, se debe considerar que la presión del agua en este estrato puede levantar el fondo de la excavación, no obstante el bombeo superficial. El espesor mínimo hi del estrato impermeable que debe tenerse para evitar inestabilidad de fondo se debe considerar igual a:

$$h_i > \left(\frac{\gamma_w}{\gamma_{wm}} \right) h_w \qquad \textbf{(5.1)}$$

Donde:
h_w es la altura piezométrica en el lecho inferior de la capa impermeable;

γ_w es el peso volumétrico del agua; y

γ_m es el peso volumétrico total del suelo entre el fondo de la excavación y el estrato permeable.
Cuando el espesor hi resulte insuficiente para asegurar la estabilidad con un amplio margen de seguridad, debe ser necesario reducir la carga hidráulica del estrato permeable por medio de bombeo.

1105.1.3 Estabilidad de excavaciones ademadas. En caso de usarse para soportar las paredes de la excavación, elementos estructurales como tablestacas o muros colados en el lugar, se debe revisar la estabilidad de estos elementos por deslizamiento general de una masa de suelo que debe incluir el elemento, por falla de fondo, y por falla estructural de los troqueles o de los elementos que éstos soportan.

La revisión de la estabilidad general se debe realizar por un método de análisis límite. Se debe evaluar el empotramiento y el momento resistente mínimo del elemento estructural, requeridos para garantizar la estabilidad.

La posibilidad de falla de fondo por cortante en arcillas blandas a firmes se debe analizar verificando que:

$$P_V + \Sigma q\, F_C < C_U\, N_C F_R \qquad \textbf{(5.2)}$$

Donde:
C_U es la cohesión aparente del material bajo el fondo de la excavación, en condiciones no-consolidadas no-drenadas (UU);

N_C es el coeficiente de capacidad de carga definido en la Sección 3.3.1 y que depende de la geometría de la excavación. En este caso, B debe ser el ancho de la excavación, L su longitud y D su profundidad. Se debe tomar en cuenta además que este coeficiente puede ser afectado por el procedimiento constructivo;

P_V es la presión vertical total actuante en el suelo, a la profundidad de excavación;

$\Sigma q\ F_C$ son las sobrecargas superficiales afectadas de sus respectivos factores de carga; y

F_R se debe tomar igual a 0.7

Los empujes a los que se encuentran sometidos los puntales se deben estimar a partir de una envolvente de distribución de presiones determinada a partir de modelaciones analíticas o numéricas y de la experiencia local.

En arcillas, la distribución de presiones se debe definir en función del tipo de arcilla, de su grado de fisuramiento y de su reducción de resistencia con el tiempo. Cuando el nivel freático exista a poca profundidad, los empujes considerados sobre los troqueles deben ser por lo menos iguales a los producidos por el agua. El diseño de los troqueles también debe tomar en cuenta el efecto de las sobrecargas debidas al tráfico en la vía pública, al equipo de construcción, a las estructuras adyacentes y a cualquier otra carga que deban soportar las paredes de la excavación durante el período de construcción, afectadas de un factor de carga de 1.1. En el caso de troqueles precargados, se debe tomar en cuenta que la precarga aplicada inicialmente puede variar considerablemente con el tiempo por relajación y por efecto de variaciones de temperatura.

Los elementos de soporte se deben diseñar estructuralmente para resistir las acciones de los empujes y las reacciones de los troqueles y de su apoyo en el suelo bajo el fondo de la excavación.

1105.1.4 Estabilidad de estructuras vecinas. De ser necesario, las estructuras adyacentes a las excavaciones deben reforzarse o recimentarse. El soporte requerido debe depender del tipo de suelo y de la magnitud y localización de las cargas con respecto a la excavación.

En caso de usar anclas temporales para el soporte de ademes se debe demostrar que éstas no afecten la estabilidad ni inducen deformaciones significativas en las cimentaciones vecinas y/o servicios públicos. El sistema estructural del ancla debe analizarse con el objetivo de asegurar su funcionamiento como elemento de anclaje. El análisis de las anclas debe considerar la posibilidad de falla por resistencia del elemento tensor, de la adherencia elemento tensor-lechada, de la adherencia lechada-terreno y de la capacidad de carga del terreno en el brocal del ancla. La instalación de anclas debe realizarse con un control de calidad estricto que incluya un número suficiente de pruebas de las mismas, de acuerdo con las prácticas aceptadas al respecto. Los anclajes temporales instalados en terrenos agresivos pueden requerir una protección especial contra corrosión.

1105.2 Estados límite de servicio. Los valores esperados de los movimientos verticales y horizontales en el área de excavación y sus alrededores deben ser suficientemente pequeños para que no causen daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no debe ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables en el edificio que se construye.

1105.2.1 Expansiones instantáneas y diferidas por descarga. Para estimar la magnitud de los movimientos verticales inmediatos por descarga en el área de excavación y en los alrededores, se debe recurrir a la teoría de la elasticidad. Los movimientos diferidos se deben estimar mediante la ecuación. 3.10 a partir de los decrementos de esfuerzo vertical calculados aplicando también la teoría de la elasticidad.

Para reducir los movimientos inmediatos, la excavación y la construcción de la cimentación se pueden realizar por partes.
En el caso de excavaciones ademadas, se debe buscar reducir la magnitud de los movimientos instantáneos acortando la altura no soportada entre troqueles.

1105.2.2 Asentamiento del terreno natural adyacente a las excavaciones. En el caso de cortes ademados en arcillas blandas o firmes, se debe tomar en cuenta que los asentamientos superficiales asociados a estas excavaciones dependen del grado de cedencia lateral que se permita en los elementos de soporte. Para la estimación de los movimientos horizontales y verticales inducidos por excavaciones ademadas en las áreas vecinas, se debe recurrir a una modelación analítica o numérica que tome en cuenta explícitamente el procedimiento constructivo. Estos movimientos se deben medir en forma continua durante la construcción para poder tomar oportunamente medidas de seguridad adicionales en caso necesario.

SECCIÓN 1106
MUROS DE CONTENCIÓN

Las presentes Normas se deben aplicar a los muros de gravedad (de mampostería, de piezas naturales o artificiales, o de concreto simple), cuya estabilidad se debe a su peso propio, así como a los muros de concreto reforzado empotrados en su base, con o sin anclas o contrafuertes, y que utilizan la acción de voladizo para retener la masa de suelo.

Los muros de contención exteriores construidos para dar estabilidad al terreno en desniveles, se deben diseñar de tal forma que no se rebasen los siguientes estados límite de falla: volteo, desplazamiento del muro, falla de la cimentación del mismo o del talud

que lo soporta, o bien rotura estructural. Además, se deben revisar los estados límite de servicio, como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los empujes se deben estimar tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de relleno y el método de colocación del mismo.

Los muros deben incluir un sistema de drenaje adecuado que impida el desarrollo de empujes superiores a los de diseño por efecto de presión del agua. Para ello, los muros de contención siempre se deben dotar de un filtro colocado atrás del muro con lloraderos y/o tubos perforados.

Este dispositivo debe diseñarse para evitar el arrastre de materiales provenientes del relleno y para garantizar una conducción eficiente del agua infiltrada, sin generación de presiones de agua significativas. Se debe tomar en cuenta que, aún con un sistema de drenaje, el efecto de las fuerzas de filtración sobre el empuje recibido por el muro puede ser significativo.

Las fuerzas actuantes sobre un muro de contención se deben considerar por unidad de longitud. Las acciones a tomar en cuenta, según el tipo de muro deben ser: el peso propio del muro, el empuje de tierras, la fricción entre muro y suelo de relleno, el empuje hidrostático o las fuerzas de filtración en su caso, las sobrecargas en la superficie del relleno y las fuerzas sísmicas. Los empujes desarrollados en condiciones sísmicas se deben evaluar en la forma indicada en las Normas Técnicas para Diseño por Sismo.

1106.1 Estados límite de falla. Los estados límite de falla a considerar para un muro deben ser la rotura estructural, el volteo, la falla por capacidad de carga, deslizamiento horizontal de la base del mismo bajo el efecto del empuje del suelo y, en su caso, la inestabilidad general del talud en el que se encuentre desplantado el muro.

En la revisión del muro al volteo en condiciones estáticas los momentos motores deben ser afectados de un factor de carga de 1.4 y los momentos resistentes de un factor de resistencia de 0.7; en la revisión de la estabilidad al deslizamiento y de la estabilidad general del talud, los momentos o fuerzas motores se deben afectar de un factor de 1.4 y las resistentes, de un factor de resistencia de 0.9.

Para combinaciones de carga que incluyan sismo, en la revisión del muro al volteo, los momentos motores deben ser afectados de un factor de carga de 1.1 y los momentos resistentes, de un factor de resistencia de 0.7; en la revisión de la estabilidad al deslizamiento y de la estabilidad general del talud, los momentos o fuerzas motores se deben afectar de un factor de 1.1 y las resistentes, de un factor de resistencia de 0.9.

Para muros de menos de 6 m de altura, debe ser aceptable estimar los empujes actuantes en forma simplificada con base en el método semiempírico de Terzaghi, siempre que se satisfagan los requisitos de drenaje. En caso de existir una sobrecarga uniformemente repartida sobre el relleno, esta carga adicional se puede incluir como peso equivalente de material de relleno.

En el caso de muros que excedan la altura especificada en el párrafo anterior, se debe realizar un estudio de estabilidad detallado, tomando en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

1106.1.1 Restricciones del movimiento del muro. Los empujes sobre muros de retención pueden considerarse de tipo activo solamente cuando haya posibilidad de deformación suficiente por flexión o giro alrededor de la base. En caso contrario y en particular cuando se trate de muros perimetrales de cimentación en contacto con rellenos, los empujes considerados deben ser por lo menos los del suelo en estado de reposo más los debidos al equipo de compactación del relleno, a las estructuras colindantes y a otros factores que pudieran ser significativos.

1106.1.2 Tipo de relleno. Los rellenos no deben incluir materiales degradables ni compresibles y deben compactarse de modo que sus cambios volumétricos por peso propio, por saturación y por las acciones externas a que estén sometidos, no causen daños intolerables a los pavimentos ni a las instalaciones estructurales alojadas en ellos o colocadas sobre los mismos.

1106.1.3 Compactación del relleno. Para especificar y controlar en el campo la compactación por capas de los materiales cohesivos empleados en rellenos, se debe recurrir a la prueba Proctor estándar, debiéndose vigilar el espesor y contenido de agua de las capas colocadas. En el caso de materiales no cohesivos, el control se debe basar en el concepto de compacidad relativa. Estos rellenos se deben compactar con procedimientos que eviten el desarrollo de empujes superiores a los considerados en el diseño.

1106.1.4 Base del muro. La base del muro debe desplantarse cuando menos a 1 m bajo la superficie del terreno enfrente del muro y abajo de la zona de cambios volumétricos estacionales y de rellenos. La estabilidad contra deslizamiento debe ser garantizada sin tomar en cuenta el empuje pasivo que puede movilizarse frente al pie del muro. Si no es suficiente la resistencia al desplazamiento, se debe pilotear el muro o profundizar o ampliar la base del mismo.

La capacidad de carga en la base del muro se puede revisar por los métodos indicados en las presentes Normas para cimentaciones superficiales.

1106.2 Estados límite de servicio. Cuando el suelo de cimentación sea compresible, debe calcularse el

asentamiento y estimarse la inclinación de los muros por deformaciones instantáneas y diferidas del suelo.

Se debe recurrir a los métodos aplicables a cimentaciones superficiales.

SECCIÓN 1107
OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

En las edificaciones de cierta importancia, se deben hacer nivelaciones durante la construcción y hasta que los movimientos diferidos se estabilicen, a fin de observar el comportamiento de las excavaciones y cimentaciones y prevenir daños a la propia construcción, a las construcciones vecinas y a los servicios públicos. Es obligación del propietario o poseedor de la edificación, proporcionar copia de los resultados de estas mediciones, así como de los planos, memorias de cálculo y otros documentos sobre el diseño de la cimentación a la administración cuando ésta lo solicite y a los diseñadores de inmuebles que se construyan en predios contiguos. En las edificaciones con peso unitario medio mayor de 40 kPa (4 t/m^2) o que requieran excavación de más de 2.5 m de profundidad, debe ser obligatorio realizar nivelaciones después de la construcción, cada mes durante los primeros meses y cada seis meses durante un periodo mínimo de cinco años para verificar el comportamiento previsto de las cimentaciones y sus alrededores. Posteriormente a este periodo, debe ser obligación realizar mediciones por lo menos cada cinco años o cada vez que se detecte algún cambio en el comportamiento de la cimentación, en particular a raíz de un sismo.

SECCIÓN 1108
CIMENTACIONES SOBRE RELLENOS CONTROLADOS

En ningún caso es aceptable cimentar sobre rellenos naturales o artificiales que no hayan sido colocados en condiciones controladas o estabilizados. Debe ser aceptable cimentar sobre terraplenes de suelos no orgánicos compactados, siempre que éstos hayan sido construidos por capas de espesor no mayor de 30 cm, con control del contenido de agua y del peso volumétrico seco en las condiciones marcadas por el estudio de mecánica de suelos. La construcción de terraplenes con suelos estabilizados con cemento u otro cementante debe basarse en pruebas mecánicas y de intemperización realizadas en el laboratorio. Estas pruebas deben permitir definir los porcentajes de cementante requeridos así como las condiciones de colocación y compactación. Las características de los materiales colocados en la obra deben ser verificadas por muestreo y/o pruebas de campo en el sitio. Las propiedades del material estabilizado deben ser suficientes para garantizar la estabilidad del terraplén y de las cimentaciones que descansen sobre él a corto y a largo plazo, aun bajo el efecto de infiltraciones de agua y de otros agentes de intemperización. Cuando se realice cimentación sobre rellenos controlados, se deben revisar los estados límites de servicio y de falla de la cimentación del terraplén, del terraplén mismo y de la propia cimentación, con base en los criterios definidos en las presentes Normas.

SECCIÓN 1109
MEMORIA DE DISEÑO

Todo estudio de mecánica de suelos e ingeniería de cimentaciones debe incluir una memoria de diseño detallada con la información suficiente para que pueda ser fácilmente revisada. La memoria de diseño debe incluir una descripción detallada de las características del subsuelo, la justificación del tipo de cimentación proyectado y de los procedimientos de construcción especificados, así como una exposición de los métodos de análisis usados y los resultados de las verificaciones realizadas de acuerdo con el presente CEV en cuanto a estados límite de falla y de servicio. También debe incluir una descripción clara del comportamiento previsto para cada uno de los estados límite indicado en las presente CEV. Se deben anexar los resultados de las exploraciones, sondeos, pruebas de laboratorio y de campo y otras determinaciones y análisis, las magnitudes de las acciones consideradas en el diseño, los cálculos realizados, así como la interacción considerada durante y después de la construcción con las cimentaciones de los inmuebles colindantes y la distancia, en su caso, dejada entre estas cimentaciones y la que se proyecta. En el caso de edificios cimentados en terrenos con problemas especiales, y en particular los que se localicen en terrenos agrietados, expansivos, colapsables o sobre taludes o donde existan rellenos o antiguas minas subterráneas, se debe agregar a la memoria una descripción de estas condiciones y se debe indicar cómo éstas se tomaron en cuenta en el diseño de la cimentación.

NOTACIÓN

A área del cimiento
A' área efectiva del cimiento
A_L área lateral de un pilote
ApA_P área transversal de la base de la pila o del pilote
B ancho de la cimentación o diámetro equivalente de la base de los pilotes de punta o pilas
B' ancho efectivo de la cimentación
C_f capacidad de carga por adherencia lateral de un pilote de fricción
Cp capacidad de carga de un pilote de punta o pila
C_U cohesión aparente determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado, (UU)
D diámetro del pilote
D_f profundidad de desplante

D_r compacidad relativa
E módulo de elasticidad del pilote
e distancia a partir del eje longitudinal del cimiento en la que actúa una resultante excéntrica
e_o relación de vacíos inicial
F_C factor de carga
F_R factor de resistencia, especificado en la Sección 1103.2
Fre factor que toma en cuenta el efecto de escala para corregir la capacidad por punta de pilotes o pilas de más de 50 cm de diámetro
G módulo de rigidez al cortante del suelo
f adherencia lateral media pilote–suelo
H espesor de un estrato de suelo
h_c altura de la construcción
h_l espesor de una capa impermeable
h_w altura piezométrica en el lecho inferior de una capa impermeable
I momento de inercia del pilote
K coeficiente de reacción horizontal del suelo
L longitud del pilote
L' longitud efectiva de la cimentación
L_e longitud del pilote o pila empotrada en el estrato resistente
N número entero determinado por tanteo que genere el menor valor de Pc
NcN_C coeficiente de capacidad de carga, dado por Nc=5.14(1+0.25Df /B+0.25B/L)
NcN_C^* coeficiente de capacidad de carga, cuyo valor depende de φu
$N_{máx}$, $N_{mín}$ coeficientes para el cálculo de Nq*
N_q coeficiente de capacidad de carga, dado por $N_q=e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45°+\varphi/2)$
N_q^* coeficiente de capacidad de carga, cuyo valor depende de φ y de la relación Le / B
N_γ coeficiente de capacidad de carga, dado por $N\gamma=2(Nq+1) \tan \varphi$
n exponente igual a 1 para suelo suelto, 2 para suelo medianamente denso y 3 para suelo denso
P perímetro de la construcción
P_C fuerza crítica para revisión por pandeo de pilotes de pequeño diámetro
p_V presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo
$\overline{p_V}$ presión vertical efectiva a la profundidad de desplante
R capacidad de carga de pilotes de fricción o de grupos de pilotes de este tipo
V_S velocidad de propagación de onda de corte
W peso unitario medio de la estructura
Z profundidad del nivel freático bajo el nivel de desplante de la cimentación
z profundidad a la que se realiza el cálculo de Δe
α coeficiente para el cálculo de φ
γ peso volumétrico del suelo
γ' peso volumétrico sumergido del suelo
γ_m peso volumétrico total del suelo
γ_w peso volumétrico del agua
Δe variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical efectivo Δp inducido a la profundidad z por la carga superficial ΔH asentamiento de un estrato de espesor H
Δp incrementos de presión vertical inducidos por la carga superficial
Δz espesores de subestratos elementales dentro de los cuales los esfuerzos verticales pueden considerarse uniformes
δ inclinación de la resultante de las acciones respecto a la vertical
ξ porcentaje de amortiguamiento con respecto al crítico
ΣQF_C suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectadas por sus respectivos factores de carga
ΣqF_C suma de las sobrecargas superficiales afectadas por sus respectivos factores de carga
φ ángulo de fricción interna del material
φ_U ángulo de fricción aparente
φ^* ángulo con la horizontal de la envolvente de los círculos de Mohr a la falla en la prueba de resistencia que se considere más representativa del comportamiento del suelo en las condiciones de trabajo.

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 12 - DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES PARA VIVIENDA

SECCIÓN 1201
CONSIDERACIONES GENERALES

1201.1 Alcance. El presente Código limita su aplicación a construcciones destinadas a vivienda. Este capítulo tiene los siguientes objetivos:

a) Definir las acciones que pueden obrar sobre las construcciones, así como sus posibles efectos sobre ellas y la forma de tomarlos en cuenta para fines de diseño estructural.

b) Establecer las condiciones de seguridad y de servicio que deben revisarse al realizar el diseño estructural de una construcción, así como los criterios de aceptación relativos a cada una de dichas condiciones, de manera de cumplir con los requisitos básicos siguientes:

b1) Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y

b2) No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

c) Establecer las combinaciones de acciones que deben suponerse aplicadas simultáneamente para revisar cada una de las condiciones de seguridad y servicio establecidas de acuerdo con lo que se menciona en el inciso anterior.

1201.2 Unidades. Sólo se especifican las unidades en las ecuaciones no homogéneas, cuyos resultados dependen de las unidades en que se expresen. En cada uno de esos casos, se presenta, en primer lugar, la ecuación en términos de unidades del Sistema Internacional (SI), y en segundo lugar, entre paréntesis, en términos de unidades del sistema métrico decimal usual.

Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

SECCIÓN 1202
ACCIONES DE DISEÑO

1202.1 Tipos de acciones, según su duración. Se consideran tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:

a) Las acciones permanentes son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a preesfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;

b) Las acciones variables son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativa¬mente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y

c) Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Se deben tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

1202.2 Combinaciones de acciones. La seguridad de una estructura debe verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones:

a) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables, se deben considerar todas las acciones permanentes que actúen sobre la

estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se debe tomar con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para la combinación de carga muerta más carga viva, se debe emplear la intensidad máxima de la carga viva de la Sección 1206.1, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida, se deben tomar los valores de la intensidad instantánea especificada en la mencionada sección; y

b) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se deben considerar todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones se deben multiplicar por los factores de carga apropiados de acuerdo con la Sección 1203.4.

c) Los criterios de diseño para cargas de viento y sismo, así como para el de cimentaciones, se presentan en las normas técnicas correspondientes. Se deben aplicar los factores de carga que se presentan en la **Sección 1203.4.**

SECCIÓN 1203
CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

1203.1 Estados límite. Para fines de aplicación de estas Normas, se alcanza un estado límite de comportamiento en una construcción cuando se presenta una combinación de fuerzas, desplazamientos, niveles de fatiga, o varios de ellos, que determina el inicio o la ocurrencia de un modo de comportamiento inaceptable de dicha construcción. Tales estados límite se clasifican en dos grupos: estados límite de falla y estados límite de servicio. Los primeros se refieren a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el funcionamiento adecuado de la construcción.

1203.2 Resistencias de diseño.

1203.2.1 Definición. Se debe entender por resistencia la magnitud de una acción, o de una combinación de acciones, que provocaría la aparición de un estado límite de falla de la estructura o de cualquiera de sus componentes. En general, la resistencia se debe expresar en términos de la fuerza interna, o combinación de fuerzas internas, que corresponden a la capacidad máxima de las secciones críticas de la estructura. Se deben entender por fuerzas internas las fuerzas axiales y cortantes y los momentos de flexión y torsión que actúan en una sección de la estructura.

1203.2.2 Determinación de resistencias de diseño. La determinación de la resistencia puede llevarse a cabo por medio de ensayes diseñados para simular, en modelos físicos de la estructura o de porciones de ella, el efecto de las combinaciones de acciones que deban considerarse de acuerdo con las **Secciones 1203.3 y 1203.4.**

Cuando se trate de estructuras o elementos estructurales que se produzcan en forma industrializada, los ensayes se deben hacer sobre muestras de la producción o de prototipos. En otros casos, los ensayes pueden efectuarse sobre modelos de la estructura en cuestión.

La selección de las partes de la estructura que se ensayen y del sistema de carga que se aplique debe hacerse de manera que se obtengan las condiciones más desfavorables que puedan presentarse en la práctica, tomando en cuenta la interacción con otros elementos estructurales.

Con base en los resultados de los ensayes, se debe deducir una resistencia de diseño, tomando en cuenta las posibles diferencias entre las propiedades mecánicas y geométricas medidas en los especímenes ensayados y las que puedan esperarse en las estructuras reales.

El tipo de ensaye, el número de especímenes y el criterio para la determinación de la resistencia de diseño se debe fijar con base en criterios probabilísticos, establecidos de manera de conducir a niveles de seguridad estructural congruentes con los que resultarían de aplicar los criterios de diseño establecidos en estas normas. Tales criterios deben ser aprobados por CONAVI, el cual puede exigir una comprobación de la resistencia de la estructura mediante una prueba de carga. En tal caso, la prueba se debe desarrollar de acuerdo con lo propuesto en el Apéndice.

1203.3 Condiciones de diseño. Se debe revisar que para las distintas combinaciones de acciones especificadas en la Sección 1202.2 y para cualquier estado límite de falla posible, la resistencia de diseño sea mayor o igual al efecto de las acciones que intervengan en la combinación de cargas en estudio, multiplicado por los factores de carga correspondientes, según lo especificado en la **Sección 1203.4.** También se debe revisar que no se rebase ningún estado límite de servicio bajo el

efecto de las posibles combinaciones de acciones, sin multiplicar por factores de carga. **1203.4 Factores de carga.** Para determinar el factor de carga, FC, se deben aplicar las reglas siguientes:

a) Para combinaciones de acciones clasificadas en la Sección 1202.2.a, se debe aplicar un factor de carga de 1.4.

b) Para combinaciones de acciones clasificadas en el Inciso 1202.2.b, se debe tomar un factor de carga de 1.1 aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación;

c) Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se debe tomar igual a 0.9; además, se debe tomar como intensidad de la acción el valor mínimo probable de acuerdo con la Sección 1202.2;

d) Para revisión de estados límite de servicio se debe tomar en todos los casos un factor de carga unitario.

SECCIÓN 1204
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

1204.1 Desplazamientos. La revisión del estado límite de desplazamientos se debe cumplir si se verifica que no se exceden los valores siguientes:

a) Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 5 mm; además, en miembros cuyos desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, que no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se debe considerar como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales, igual al claro de la trabe entre 480 más 3mm. Para elementos en voladizo los límites anteriores se deben duplicar.

b) Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entrepiso dividido entre 500, para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite debe ser igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico o por viento se debe observar lo dispuesto en las Normas correspondientes.

1204.2 Vibraciones. Las amplitudes tolerables de los desplazamientos debidos a vibraciones no deben exceder los valores establecidos en la **Sección 1204.1.**

Además, deben imponerse límites a las amplitudes máximas de las vibraciones, de acuerdo con su frecuencia, de manera de evitar condiciones que afecten seriamente la comodidad de los ocupantes o que puedan causar daños a equipo sensible a las excitaciones citadas.

1204.3 Otros estados límite. Además de lo estipulado en las Secciones 1204.1 y 1204.2, se debe observar lo que dispongan las normas relativas a los distintos tipos de estructuras y a los estados límite de servicio de la cimentación.

SECCIÓN 1205
ACCIONES PERMANENTES

1205.1 Cargas muertas

1205.1.1 Definición y evaluación. Se consideran como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se deben emplear las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se deben utilizar valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se deben emplear valores máximos probables.

1205.1.2 Peso muerto de losas de concreto. El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se debe incrementar en 0.2 kN/m² (20 kg/m²). Cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se debe incrementar también en 0.2 kN/m² (20 kg/m²) de manera que el incremento total sea de 0.4 kN/m² (40 kg/m²). Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se deben modificar en proporción a los pesos volumétricos.

Estos aumentos no se deben aplicar cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.

1205.2 Empujes estáticos de tierras y líquidos. Las fuerzas debidas al empuje estático de suelos se deben determinar de acuerdo con lo establecido en las Normas para Diseño y Construcción de Cimentaciones.

Para valuar el empuje de un líquido sobre la superficie de contacto con el recipiente que lo contiene se debe suponer que la presión normal

por unidad de área sobre un punto cualquiera de dicha superficie es igual al producto de la profundidad de dicho punto con respecto a la superficie libre del líquido por su peso volumétrico.

SECCIÓN 1206
CARGAS VARIABLES

1206.1 Cargas vivas

1206.1.1 Definiciones. Se deben considerar cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se deben tomar iguales a las especificadas en la **Sección 1206.1.2.** Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de mampostería o de otros materiales, ni el de muebles, equipos u objetos de peso fuera de lo común, como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes o libreros pesados.

Cuando se prevean tales cargas deben cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adoptados deben justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

1206.1.2 Disposiciones generales. Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deben tomar en consideración las siguientes disposiciones:

a) La carga viva máxima Wm se debe emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;

b) La carga instantánea Wa se debe usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;

c) La carga media W se debe emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas; y

d) Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de volteo y de succión por viento, su intensidad se debe considerar nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con su probabilidad de ocurrencia simultánea con las otras acciones citadas.

Las cargas uniformes de la Tabla 1206.1 se deben considerar distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

1206.1.3 Cargas vivas transitorias. Durante el proceso de edificación deben considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse. Éstas deben incluir el peso de los materiales que se almacenen temporalmente, el de los vehículos y equipo, el de colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza y del personal necesario, no siendo este último peso menor de 1.5 kN/m² (150 kg/m²). Se debe considerar, además, una concentración de 1.5 kN (150 kg) en el lugar más desfavorable.

1206.1.4 Cambios de uso. Las obras diseñadas de acuerdo con estas normas no deben tener un uso diferente al de vivienda.

1206.2 Cambios de temperatura. En los casos en que uno o más componentes o grupos de ellos en una construcción estén sujetos a variaciones de temperatura que puedan introducir esfuerzos significativos en los miembros de la estructura, estos esfuerzos deben considerarse al revisar las condiciones de seguridad ante los estados límite de falla y de servicio de la misma, en combinación con los debidos a los efectos de las acciones permanentes.

Los esfuerzos debidos a variaciones de temperatura se deben calcular como la superposición de dos estados de esfuerzo:

a) Un estado inicial, el que se debe obtener suponiendo los esfuerzos internos que resultan de considerar impedidos los desplazamientos asociados a todos los grados de libertad del sistema. En un miembro estructural tipo barra, es decir, que tenga dos dimensiones pequeñas en comparación con su longitud, este estado inicial debe consistir en un esfuerzo axial igual al producto

$$E\, c_t\, \Delta_t$$

donde E es el módulo de elasticidad del material, c_t es su coeficiente de dilatación térmica y Δ_t el valor del incremento de temperatura. Este esfuerzo es de compresión si la variación de temperatura es positiva, y de tensión en caso contrario. En un miembro estructural tipo placa, caracterizado por una dimensión pequeña en comparación con las otras dos, el estado inicial de esfuerzos corresponde a un estado de esfuerzo plano isotrópico, caracterizado por una magnitud idéntica en cualquier dirección contenida en el plano medio del elemento considerado. Dicha magnitud es igual a

$$E\, \nu\, c_t\, \Delta_t / (E + \nu)$$

donde ν es la relación de Poisson del material y las demás variables son las definidas antes. Estos esfuerzos son de compresión si se trata de un incremento de temperatura y de tensión en caso contrario.

b) Una configuración correctiva, que resulte de

suponer que sobre la estructura actúa un conjunto de fuerzas iguales en magnitud a las que se requiere aplicar externamente a la misma para impedir los desplazamientos debidos a los esfuerzos internos del estado inicial, pero con signo contrario.

1206.3 Deformaciones impuestas. Los efectos de las deformaciones impuestas sobre una estructura, tales como las causadas por asentamientos diferenciales de los apoyos o alguna acción similar, se deben obtener mediante un análisis estructural que permita determinar los estados de esfuerzos y deformaciones que se generan en los miembros de dicha estructura cuando se aplican sobre sus apoyos las fuerzas necesarias para mantener las deformaciones impuestas, mientras los demás grados de libertad del sistema pueden desplazarse libremente. Para fines de realizar este análisis, el módulo de elasticidad de cualquier miembro de la estructura puede tomarse igual al que corresponde a cargas de larga duración. Los efectos de esta acción deben combinarse con los de las acciones permanentes, variables y accidentales establecidas en otras secciones de estas Normas.

1206.4 Vibraciones de maquinaria. En el diseño de toda estructura que pueda verse sujeta a efectos significativos por la acción de vibración de maquinaria, sea que esta se encuentre directamente apoyada sobre la primera, o que pueda actuar sobre ella a través de su cimentación, se deben determinar los esfuerzos y deformaciones causados por dichas vibraciones empleando los principios de la dinámica estructural. Las amplitudes tolerables de tales respuestas no deben tomarse mayores que las establecidas en la **Sección 1204.2.**

Tabla1206.1 Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	*W*	*Wa*	W_m	Observaciones
a) Áreas de habitación	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)	1
b) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	2 y 3
c) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	3 y 4
d) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	3, 4, 5 y 6
e) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	
f) Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 (40)	1.0 (100)	2.5 (250)	7

1 Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², Wm puede reducirse, tomando su valor en kN/m² igual a

$$1.0 + \frac{4.2}{\sqrt{A}}$$

$$\left(100 + \frac{420}{\sqrt{A}}; \quad \text{en kg/m}^2\right)$$

Donde A es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se debe considerar en lugar de W_m, una carga de 5kN (500 kg) aplicada sobre un área de 500x500 mm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se debe considerar en lugar de *Wm*, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 2.5 kN (250 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1 kN (100 kg) para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se deben considerar sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 800 mm y

unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.
2 En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se debe considerar la misma carga viva que en el inciso (a) de la **Tabla 1206.1.**

3 Para el diseño de los pretiles y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se debe fijar una carga por metro lineal no menor de 1 kN/m (100 kg/m) actuando al nivel de pasamanos y en la dirección más desfavorable.

4 Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en el techo o colgarse de él. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales. Adicionalmente, los elementos de las cubiertas y azoteas deben revisarse con una carga concentrada de 1 kN (100 kg) en la posición más crítica.

5 Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se debe considerar una carga debida al granizo de 0.3 kN (30 kg) por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se debe considerar como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le deben aplicar los factores de carga correspondientes según la Sección 3.4.

6 Para tomar en cuenta el efecto de granizo, W_m se debe tomar igual a 1.0 kN/m2 (100 kg/m2) y se debe tratar como una carga accidental para fines de calcular los factores de carga de acuerdo con lo establecido en la **Sección 1203.4.** Esta carga no es aditiva a la que se menciona en el inciso i) y en la **Nota 5.**

7 Más una concentración de 15 kN (1500 kg), en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

APÉNDICE
Pruebas de carga

Para realizar una prueba de carga mediante la cual se requiera verificar la seguridad de la estructura, se debe seleccionar la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplica, de acuerdo con las siguientes disposiciones:

I. Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten, basta seleccionar una fracción representativa de ellos, pero no menos de tres, distribuidas en distintas zonas de la estructura;
II. La intensidad de la carga de prueba debe ser igual a 85% de la de diseño incluyendo los factores de carga que correspondan;

III. La zona en que se aplique debe ser la que produzca los efectos más desfavorables, en los elementos o conjuntos seleccionados;
IV. Previamente a la prueba se deben someter a la aprobación del FRAE el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recaben en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos;

V. Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga de prueba se debe dejar actuando sobre la estructura no menos de 24 horas;

VI. Se debe considera que la estructura ha fallado si ocurre una falla local o incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección.

Además, si 24 horas después de quitar la sobrecarga la estructura no muestra una recuperación mínima de 75 % de su deflexión, se debe repetir la prueba;

VII. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de 72 horas de haberse terminado la primera;

VIII. Se debe considerar que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en 24 horas, el 75 % de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba;

IX. Si la estructura pasa la prueba de carga, pero como consecuencia de ello se observan daños tales como agrietamientos excesivos, debe repararse localmente y reforzarse.

X. Puede considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aún si la recuperación de las flechas no alcanzaran en 75 %, siempre y cuando la flecha máxima no exceda de 2 mm + L 2 /(20,000h), donde L, es el claro libre del miembro que se ensaye y h su peralte total en las mismas unidades que L; en voladizos se debe tomar L como el doble del claro libre;

XI. En caso de que la prueba no sea satisfactoria, debe presentarse al FRAE un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, sometiéndolas a su aprobación. Una vez realizadas las modificaciones, se debe llevar a cabo una nueva prueba de carga;

XII. Durante la ejecución de la prueba de carga, deben tomarse las medidas necesarias para proteger la seguridad de las personas;

XIII. El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes debe ser el incluido en las Normas correspondientes, y

XIV. Cuando se requiera evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una edificación ante efectos sísmicos, deben diseñarse procedimientos de ensaye y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica, como son la aplicación de efectos dinámicos y de

repeticiones de carga alternadas. Estos procedimientos y criterios deben ser aprobados por el **FRAE**. **NOTA:** Todo proyecto, adicionalmente a la memoria de cálculo, debe contar con un "plano 00" que contenga la siguiente información:

- Lista de planos del proyecto estructural.
- Datos de diseño por sismo.
- Datos de diseño por viento.
- Cargas consideradas.
- Tipo de análisis realizado.
- Propiedades de materiales: resistencia, dimensiones (en caso de bloques), módulo de elasticidad, peso unitario y coeficiente térmico (en caso de haberse empleado).
- Consideraciones especiales a tomar en cuenta en la construcción como apuntalamientos en losa, tiempo de descimbrado.
- Características del suelo para el que se diseñó.
- Holguras en fabricación.
- Longitudes de traslape.
- Detalles de corte de colado en losas.
- Información adicional pertinente.

NOTACIÓN

A área tributaria, m²

c_t coeficiente de dilatación térmica

E módulo de elasticidad, MPa (kg/cm²)

F_C factor de carga

W carga viva unitaria media, kN/m² (kg/m²)

W_a carga viva unitaria instantánea, kN/m² (kg/m²)

W_m carga viva unitaria máxima, kN/m² (kg/m²)

Δ_t incremento de temperatura, grados Kelvin (° C)

ν relación de Poisson

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 13 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

SECCIÓN 1301
CONSIDERACIONES GENERALES

1301.1 Alcance. En estas Normas se presentan disposiciones para diseñar estructuras de concreto, incluido el concreto simple y el reforzado. Se dan requisitos complementarios para concreto ligero. Se incluyen estructuras coladas en el lugar y prefabricadas.

Estas disposiciones deben considerarse como un complemento de los principios básicos de diseño establecidos en las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda.

1301.2 Unidades. En las expresiones que aparecen en estas Normas deben utilizarse las unidades siguientes, que corresponden al sistema internacional (SI):

Fuerza	N (newton)
Longitud	mm (milímetro)
Momento	N-mm
Esfuerzo	MPa (megapascal)

Siempre que es posible, las expresiones están escritas en forma adimensional; de lo contrario, junto a las expresiones en sistema internacional, se escriben, entre paréntesis, las expresiones equivalentes en el sistema gravitacional usual, empleando las unidades siguientes:

Fuerza	kgf (kilogramo fuerza)
Longitud	cm (centímetro)
Momento	kgf-cm
Esfuerzo	kgf/cm²

(En estas Normas el kilogramo fuerza se representa con kg)

Cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

Las unidades que aquí se mencionan son las comunes de los dos sistemas. Sin embargo, no se pretende prohibir otras unidades empleadas correctamente, que en ocasiones pueden ser más convenientes; por ejemplo, en el sistema gravitacional usual puede ser preferible expresar las longitudes en metros (m), las fuerzas en toneladas (t) y los momentos en t-m.

1301.3 Criterios de diseño. Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se deben determinar de acuerdo con los criterios prescritos en la **Sección 1301.4.**

El dimensionamiento y el detallado se deben hacer de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio, así como de durabilidad, establecidos en estas Normas.

1301.3.1 Estados límite de falla. Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de modo que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actúe, sea igual o mayor que el valor de diseño de dicha fuerza o momento interno. Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia, FR, prescrito en la **Sección 1301.6**. Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo las acciones especificadas en las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda.

1301.3.2 Estados límite de servicio. Sea que se aplique el criterio de estados límite de falla o algún criterio optativo, deben revisarse los estados límite de servicio, es decir, se debe comprobar que las respuestas de la estructura (deformación, agrietamiento, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

1301.3.3 Diseño por durabilidad. Las estructuras deben diseñarse para una vida útil de al menos 50 años, de acuerdo con los requisitos establecidos en la **Sección 1304**.

1301.3.4 Diseño por sismo. En lo relativo a los valores del factor de comportamiento sísmico, Q, debe cumplirse con lo establecido en el **Capítulo 18 Diseño por Sismo para Vivienda.**

1301.4 Análisis

1301.4.1 Aspectos generales. Las estructuras de concreto se analizan, en general, con métodos que supongan comportamiento elástico.

Cuando se apliquen métodos de análisis elástico, en el

cálculo de las rigideces de los miembros estructurales se debe tomar en cuenta el efecto del agrietamiento.

Se admite que se cumple con este requisito si las rigideces de vigas y muros agrietados se calculan con la mitad del momento de inercia de la sección bruta de concreto (0.5 Ig), y si las rigideces de columnas y muros no agrietados se calculan con el momento de inercia total de la sección bruta de concreto. En vigas T, la sección bruta debe incluir los anchos de patín especificados en la **Sección 1302.2.3.**

En estructuras continuas se admite redistribuir los momentos flexionantes obtenidos del análisis elástico, satisfaciendo las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos en vigas, nudos y entrepisos, pero sin que ningún momento se reduzca, en valor absoluto, más del 20% en vigas y losas apoyadas en vigas o muros, ni que se reduzca más del 10% en columnas.

En los momentos de diseño y en las deformaciones laterales de las estructuras deben incluirse los efectos de esbeltez valuados de acuerdo con la **Sección 1301.4.2.**

1301.4.2 Efectos de esbeltez

Se admite valuar los efectos de esbeltez mediante el método de amplificación de momentos flexionantes de la Sección 1301.4.2.1 o por medio del análisis de segundo orden especificado en la **Sección 1301.4.2.3**

1301.4.1 Conceptos preliminares.

a) Restricción lateral de los extremos de columnas.
Se debe suponer que una columna tiene sus extremos restringidos lateralmente cuando estos extremos no se desplacen uno respecto al otro de manera apreciable. El desplazamiento puede ser despreciable por la presencia en el entrepiso de elementos de una elevada rigidez lateral, como contravientos o muros, o porque la estructura puede resistir las cargas aplicadas sin sufrir desplazamientos laterales considerables.

En el primer caso, puede suponerse que no hay desplazamientos laterales considerables si la columna forma parte de un entrepiso donde la rigidez lateral de contravientos, muros u otros elementos que den restricción lateral no es menor que el 85 por ciento de la rigidez total de entrepiso.

Además, la rigidez de cada diafragma horizontal (losa, etc.), a los que llega la columna, no debe ser menor que diez veces la rigidez de entrepiso del marco al que pertenece la columna en estudio. La rigidez de un diafragma horizontal con relación a un eje de columnas se define como la fuerza que debe aplicarse al diafragma en el eje en cuestión para producir una flecha unitaria sobre dicho eje, estando el diafragma libremente apoyado en los elementos que dan restricción lateral (muros, contravientos, etc.).

b) Longitud libre, H, de un miembro a flexocompresión.
Es la distancia libre entre elementos capaces de darle al miembro apoyo lateral. En columnas que soporten sistemas de piso formados por vigas y losas, H debe ser la distancia libre entre el piso y la cara inferior de la viga más peraltada que llega a la columna en la dirección en que se considera la flexión.

c) Longitud efectiva, H′, de un miembro a flexocompresión

La longitud efectiva de miembros cuyos extremos estén restringidos lateralmente puede determinarse con el nomograma de la **Figura 1301.1.**

1301.4.2.2 Método de amplificación de momentos flexionantes.

a) Miembros en los que pueden despreciarse los efectos de esbeltez.
En miembros con extremos restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez pueden despreciarse cuando la relación entre H' y el radio de giro, r, de la sección en la dirección considerada es menor que $34–12M_1/M_2$. En la expresión anterior, M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos flexionantes en los extremos del miembro; el cociente M_1/M_2 es positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura sencilla y negativo cuando lo hace en curvatura doble; si $M_1=M_2=0$, el cociente M_1/M_2 se debe tomar igual a 1.0.

b) Limitación para H'/r.
Cuando H'/r sea mayor que 100, debe efectuarse un análisis de segundo orden de acuerdo con lo prescrito en la **Sección 1301.4.1.**

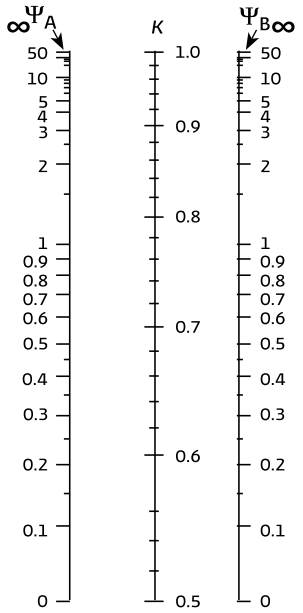


Figura 1301.1 Nomograma para determinar longitudes efectivas, *H'*, en miembros a flexocompresión con extremos restringidos lateralmente.

$$\Psi_{A,B} = \frac{(I/L)\ \textit{columnas}}{(I/L)\ \textit{miembros de flexión}}$$

A y B son los extremos de la columna.
Los momentos de inercia, I, corresponden a la flexión en el plano considerado.

H' = Kh

En forma aproximada:

$$K_A = \frac{0.4 + \Psi_A}{0.8 + \Psi_A} \ ; \ K_B = \frac{0.4 + \Psi_B}{0.8 + \Psi_B}$$

$$K = 1.5\,\Psi\sqrt{1.5\,(1.5\,\Psi K_A\,\Psi K_B) + \tfrac{1}{2}\,(K_A^2 + K_B^2)}$$

c) Momentos de diseño. Los miembros sujetos a flexocompresión en los que, de acuerdo con el **Sección 1301.4.2.1.a**, no pueden despreciarse los efectos de esbeltez, se deben dimensionar para la carga axial de diseño, Pu, obtenida de un análisis elástico de primer orden y un momento amplificado, Mc, obtenido en forma aproximada y, según el caso, de acuerdo con lo estipulado en la **Sección 1301.4.2.1.d** o en **1301.4.2.1.e.**

d) Miembros con extremos restringidos lateralmente. Los miembros se deben diseñar con un momento amplificado, *Mc*, que se calcula con la expresión

$$M_c = F_{ab}\,M_2 \qquad (1.2)$$

Donde:

$$F_{ab} = \frac{C_m}{1 - \dfrac{P_u}{0.75\,P_c}} \geq 1.0 \qquad \textbf{(1.3)}$$

$$C_m = 0.6 + 0.4\frac{M_1}{M_2} \geq 0.4 \qquad \textbf{(1.4)}$$

$$P_c = \frac{\pi^2\,E\,I}{(H')^2} \qquad \textbf{(1.5)}$$

$$E\,I = 0.4\frac{E_c\,I_g}{1+u} \qquad \textbf{(1.6)}$$

u cuando se considere la acción de carga muerta y carga viva, u debe ser la relación entre la carga axial de diseño producida por carga muerta y carga viva sostenida, y la carga axial de diseño total producida por carga muerta y carga viva. El momento M_2, que es el mayor de los momentos en los extremos del miembro, se debe tomar con su valor absoluto y debe estar multiplicado por el factor de carga. No se debe tomar menor que el que resulte de aplicar la excentricidad mínima prescrita en la **Sección 1302.3.1.**

1301.5 Materiales. Deben cumplir con lo dispuesto en el **Capitulo 23**.

1301.5.1.1 Resistencia a compresión. Los concretos clase 1 deben tener una resistencia especificada, fc', igual o mayor que 25 MPa (250 kg/cm²). La resistencia especificada de los concretos clase 2 debe ser inferior a 25 MPa (250 kg/cm²) pero no menor que 20 MPa (200 kg/cm²). En ambas clases debe comprobarse que el nivel de resistencia del concreto estructural de toda construcción cumpla con la resistencia especificada. Se admite que un concreto cumple con la resistencia especificada si satisface los requisitos prescritos en la **NMX-C-155-ONNCCE**. El Director Responsable de Obra, cuando el trabajo no requiera de Corresponsable, puede autorizar el uso de resistencias, fc', distintas de las antes mencionadas, sin que, excepto lo señalado en el párrafo siguiente, sean inferiores a 20 MPa (200 kg/cm²).

En muros de concreto reforzado de vivienda de interés social, se admite el uso de concreto clase 2 con resistencia especificada de 15 MPa (150 kg/cm²) si se garantizan los recubrimientos mínimos requeridos.

Para diseñar se debe usar el valor nominal, *fc**, determinado con la expresión siguiente.

$$fc^* = 0.8fc' \qquad (1.12)$$

Puesto que *fc** es una medida de la resistencia del concreto en la estructura, para que sea válida la ecuación 1.12 deben cumplirse los requisitos de transporte, colocación, compactación y curado prescritos en las **Secciones 1310.3.5, 1310.3.6 y 1310.3.9**, respectivamente.

Se hace hincapié en que el proporcionamiento de un concreto debe hacerse para una resistencia media, $\overline{f_c}$, mayor que la especificada, *fc'*, y que dicha resistencia media es función del grado de control que se tenga al fabricar el concreto.

1301.5.1.2 Resistencia a tensión. Se considera como resistencia media a tensión, $\overline{f_t}$, de un concreto el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayes en cilindros de 150 mm. x 300 mm. cargados diametralmente, ensayados de acuerdo con la norma **NMX-C-163-ONNCCE**. A falta de información experimental, $\overline{f_t}$, se puede estimar igual a:

a) concreto clase 1

$0.47\sqrt{f_c'}$, en MPa ($1.5\sqrt{f_c'}$, en kg/cm²)

b) concreto clase 2

$0.38\sqrt{f_c'}$, en MPa ($1.2\sqrt{f_c'}$, en kg/cm²)

La resistencia media a tensión por flexión o módulo de rotura, se puede suponer igual a:

a) concreto clase 1

$0.63\sqrt{f_c'}$, en MPa ($2\sqrt{f_c'}$, en kg/cm²)

b) concreto clase 2

$0.44\sqrt{f_c'}$, en MPa ($1.4\sqrt{f_c'}$, en kg/cm²)

Para diseñar se debe usar un valor nominal, *ft**, igual a $0.75\,\overline{f_t}$. También puede tomarse:

a) concreto clase 1

$0.41\sqrt{f_c^*}$, en MPa ($1.3\sqrt{f_c^*}$, en kg/cm²)

b) concreto clase 2

$0.31\sqrt{f_c^*}$, en MPa ($1.0\sqrt{f_c^*}$, en kg/cm²)

y el módulo de rotura, ff*, se puede tomar igual a

a) concreto clase 1

$0.53\sqrt{f_c^*}$, en MPa ($1.7\sqrt{f_c^*}$, en kg/cm²)

b) concreto clase 2

$0.38\sqrt{f_c^*}$, en MPa ($1.2\sqrt{f_c^*}$, en kg/cm²)

En las expresiones anteriores que no sean homogéneas los esfuerzos deben estar en MPa (en kg/cm² para las expresiones en paréntesis); los resultados se obtienen en estas unidades.

1301.5.1.3 Módulo de elasticidad

Para concretos clase 1, el módulo de elasticidad, Ec, se debe suponer igual a El módulo de elasticidad, Ec, se puede tomar igual a:

$Ec = 0{,}00127w^{1.5}\sqrt{f_c'}$ usando w en N/m³, Ec y fc' en MPa

$Ec = 0{,}125w^{1.5}\sqrt{f_c'}$ usando w en kg/m³ Ec y f'c' en kg/cm²

Donde w es el peso volumétrico del concreto endurecido.

Pueden usarse otros valores de Ec que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio. En problemas de revisión estructural de construcciones existentes, puede aplicarse el módulo de elasticidad determinado en corazones de concreto extraídos de la estructura, que formen una muestra representativa de ella. En todos los casos a que se refiere este párrafo, Ec se debe determinar según la norma **NMX-C-128-ONNCCE**. Los corazones se deben extraer de acuerdo con la norma **NMX-C-169-ONNCCE.**

1301.5.1.4 Contracción por secado. Para concretos clase 1, la contracción por secado final, εcf, se debe suponer igual a 0.001 y para concreto clase 2 se debe tomar igual a 0.0015

1301.5.2 Acero. Debe cumplir con lo dispuesto en **Capítulo 20**

1301.6 Deformación diferida. El coeficiente de deformación axial diferida final,

$$C_f = \frac{\delta_f - \delta_i}{\delta_i} \qquad (1.13)$$

se debe suponer igual a 2.4. Las cantidades δf y δi son las deformaciones axiales final e inmediata, respectivamente. Las flechas diferidas se deben calcular de acuerdo con la **Sección 1303.2.**

1301.6.1 Factores de resistencia. De acuerdo con las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda, las resistencias deben afectarse por un factor de reducción, *FR*. Con las excepciones indicadas en el texto de estas Normas, los factores de resistencia deben tener los valores siguientes:

a) F_R=0.9 para flexión.
b) F_R=0.8 para cortante
c) Flexocompresión:

F_R=0.8 cuando el núcleo esté confinado con refuerzo transversal circular que cumpla con los requisitos de la **Sección 1306.2.4**.

F_R=0.8 cuando el elemento falle en tensión;
F_R=0.7 si el núcleo no está confinado y la falla es en compresión; y

d) F_R=0.7 para aplastamiento.
Estas resistencias reducidas (resistencias de diseño) son las que, al dimensionar, se comparan con las fuerzas internas de diseño que se obtienen multiplicando las debidas a las cargas especificadas en Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda, por los factores de carga ahí prescritos.

SECCIÓN 1302
ESTADOS LÍMITE DE FALLA

1302.1 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión, carga axial y flexocompresión. La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se debe efectuar a partir de las condiciones de equilibrio y de las siguientes hipótesis:

a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana;

b) Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente;

c) El concreto no resiste esfuerzos de tensión;

d) La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003; y

e) La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando se alcanza la resistencia de la sección, es uniforme con un valor *fc"* igual a 0.85*fc** hasta una profundidad de la zona de compresión igual a $\beta_1 c$

Donde:

$$\beta_1 = 0.85; \quad \text{si } f_C^* \leq 28 \text{ Mpa } (280 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f_C^*}{140} \geq 0.65 \text{ ; si } f_C^* > 28 \text{ Mpa} \quad (2.1)$$

$$\left(\beta_1 = 1.05 - \frac{f_C^*}{1400} \geq 0.65\text{: si } f_C^* > 280 \text{ kg/cm}^2\right)$$

c profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión.

El diagrama esfuerzo–deformación unitaria del acero de refuerzo ordinario, aunque sea torcido en frío, puede idealizarse por medio de una recta que pase por el origen, con pendiente igual a Es y una recta horizontal que pase por la ordenada correspondiente al esfuerzo de fluencia del acero, fy. En aceros que no presenten fluencia bien definida, la recta horizontal pasa por el esfuerzo convencional de fluencia. El esfuerzo convencional de fluencia se define por la intersección del diagrama esfuerzo – deformación unitaria con una recta paralela al tramo elástico, cuya abscisa al origen es 0.002, o como lo indique la norma respectiva de las mencionadas en la **Sección 1301.5.2**. Pueden utilizarse otras idealizaciones razonables, o bien la gráfica del acero empleado obtenida experimentalmente.

La resistencia determinada con esta hipótesis, multiplicada por el factor FR correspondiente, da la resistencia de diseño.

1302.2 Flexión.

1302.2.1 Refuerzo mínimo. El refuerzo mínimo de tensión en secciones de concreto reforzado, excepto en losas perimetralmente apoyadas, debe ser el requerido para que el momento resistente de la sección sea por lo menos 1.5 veces el momento de agrietamiento de la sección transformada no agrietada. Para valuar el refuerzo mínimo, el momento de agrietamiento se debe obtener con el módulo de rotura no reducido, $\overline{f_f}$ definido en la **Sección 1301.5.1.3.**

El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, puede calcularse con la siguiente expresión aproximada

$$A_{s,mín} = \frac{02 \sqrt{f_c'}}{f_y} \quad (2.2)$$

$$\left(A_{s,mín} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} bd\right)$$

donde *b* y *d* son el ancho y el peralte efectivo de la sección, respectivamente.

Sin embargo, no es necesario que el refuerzo mínimo sea mayor que 1.33 veces el requerido por el análisis.

1302.2.2 Refuerzo máximo. El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas sísmicas debe ser el 90% de la que corresponde a la falla balanceada de la sección considerada. La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él.

En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero de tensión debe ser 75 por ciento de la correspondiente a falla balanceada. Las secciones rectangulares sin acero de compresión tienen falla balanceada cuando su área de acero es igual a

$$\frac{f_C''}{f_y}\ \frac{600\ \beta_1}{f_y + 600}\ bd \qquad (2.3)$$

$$\left(\frac{f_C''}{f_y}\ \frac{6000\ \beta_1}{f_y + 6000}\ bd\right)$$

Donde *fc″* tiene el valor especificado en la **Sección1302.1.**

b y *d* son el ancho y el peralte efectivo de la sección.

En otras secciones, para determinar el área de acero que corresponde a la falla balanceada, se deben aplicar las condiciones de equilibrio y las hipótesis de la **Sección 1302.1**.

1302.2.3 Secciones L y T. El ancho del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma debe ser el menor de los tres valores siguientes:

a) La octava parte del claro menos la mitad del ancho del alma;

b) La mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano; y

c) Ocho veces el espesor del patín.

Se debe comprobar que el área del refuerzo transversal que se suministre en el patín, incluyendo el del lecho inferior, no sea menor que 1/*fy* veces el área transversal del patín, si fy está en MPa (10/*fy*, si *fy* está en kg/cm²). La longitud de este refuerzo debe comprender el ancho efectivo del patín y, a cada lado de los paños del alma, debe anclarse de acuerdo con la **Sección 1305.1**

1302.2.4 Fórmulas para calcular resistencias. Las condiciones de equilibrio y las hipótesis generales de la **Sección 1302.1** conducen a las siguientes expresiones para resistencia a flexión, M_R. En dichas expresiones F_R se debe tomar igual a 0.9.

a) Secciones rectangulares sin acero de compresión

$$MR = FR\ b\ d^2\ fc''\ q(1–0.5q) \qquad (2.4)$$

o bien

$$MR = FR\ As\ fy\ d(1–0.5q) \qquad (2.5)$$

Donde:

$$q = \frac{p\ f_y}{f_c''} \qquad (2.6)$$

$$p = \frac{A_s}{b\ d} \qquad (2.7)$$

b ancho de la sección
d peralte efectivo
fc″ esfuerzo uniforme de compresión (inciso 1302.1e); y
A_s área del refuerzo de tensión.

b) Secciones rectangulares con acero de compresión

$$M_R = F_R\left((A_s - A_s)\ f_y\ \left(d - \frac{a}{2}\right) + A_s f_y\ (d - d')\right)$$

(2.8)

Donde:

$$a = \frac{(A_s - A_s')\ f_y}{f_C''\ b} \qquad (2.9)$$

a profundidad del bloque equivalente de esfuerzos;
A_s área del acero a tensión;
A_s' área del acero a compresión; y
d′ distancia entre el centroide del acero a compresión y la fibra extrema a compresión.

La ecuación 2.8 es válida sólo si el acero a compresión fluye cuando se alcanza la resistencia de la sección. Esto se cumple si

$$p - p' \geq \frac{600\beta_1}{600\beta_1 f_y}\ \frac{d'}{d}\ \frac{f_C''}{f_Y} \qquad (2.10)$$

$$\left(p - p' \geq \frac{6000\beta_1}{6000 - f_y}\ \frac{d'}{d}\ \frac{f_C''}{f_Y}\right)$$

Donde:

$$p' = \frac{A_s'}{b\ d} \qquad (2.11)$$

Cuando no se cumpla esta condición, MR se debe determinar con un análisis de la sección basado en el equilibrio y las hipótesis de la Sección 1302.1; o bien se debe calcular aproximadamente con las **ecuaciones. 2.4 ó 2.5** despreciando el acero de compresión. En todos los casos se debe revisar que el acero de tensión no exceda la cuantía máxima prescrita en

la **Sección 1302.2.2**. El acero de compresión debe restringirse contra el pandeo con estribos que cumplan los requisitos de la **Sección 1306.2.3.**

1302.2.5 Secciones T e I sin acero de compresión. Si la profundidad del bloque de esfuerzos, a, calculada con la **ecuación 2.12** no es mayor que el espesor del patín, t, el momento resistente se puede calcular con las **expresiones 2.4 ó 2.5** usando el ancho del patín a compresión como b. Si a resulta mayor que t, el momento resistente puede calcularse con la expresión 2.13.

$$a = \frac{A_s \; f_y}{f_c'' \; b} \qquad (2.12)$$

$$M_R = F_R \left(A_{sp} f_y \left(d - \frac{t}{2} \right) + \left(A_s - A_{sp} \right) f_y \left(d - \frac{t}{2} \right) \right) \qquad (2.13)$$

Donde:

$$A_{sp} = \frac{f_C''\left(b - b'\right)t}{f_y} \quad ;$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sp}) f_y}{f_C'' \, b'} \quad ;$$

b ancho del patín; y
b' ancho del alma.

La *ecuación 2.13* es válida si el acero fluye cuando se alcanza la resistencia. Esto se cumple si

$$A_s \leq \frac{f_C''}{f_y} \; \frac{600\beta_1}{f_y + 600} \; b'd + A_{sp} \qquad (2.14)$$

d) Flexión biaxial.

La resistencia de vigas rectangulares sujetas a flexión biaxial se puede valuar con la **ecuación 2.16.**

1302.2.6 Flexocompresión. Toda sección sujeta a flexocompresión se debe dimensionar para la combinación más desfavorable de carga axial y momento flexionante incluyendo los efectos de esbeltez. El dimensionamiento puede hacerse a partir de las hipótesis generales de la **Sección 1302.1**, o bien con diagramas de interacción construidos de acuerdo con ellas. El factor de resistencia, FR, se debe aplicar a la resistencia a carga axial y a la resistencia a flexión.

1302.3 Excentricidad.

1302.3.1 Excentricidad mínima. La excentricidad de diseño no debe ser menor que 0.05h≥20 mm, donde h es la dimensión de la sección en la dirección en que se considera la flexión.

1302.3.2 Compresión y flexión en dos direcciones. Son aplicables las hipótesis de la Sección 1302.1. Para secciones cuadradas o rectangulares también puede usarse la expresión siguiente:

$$P_R = \frac{1}{1/P_{Rx} + 1/P_{Ry} - 1/P_{R0}} \qquad \textbf{(2.15)}$$

Donde:

PR carga normal resistente de diseño, aplicada con las excentricidades ex y ey;
PR0 carga axial resistente de diseño, suponiendo ex=ey=0;
PR_x carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad ex en un plano de simetría; y
PR_y carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad ey en el otro plano de simetría.

La **ecuación 2.15** es válida para *PR/PR0*≥0.1. Los valores de ex y ey deben incluir los efectos de esbeltez y no deben ser menores que la excentricidad prescrita en la **Sección 1302.3.1**.

Para valores de *PR/PR0* menores que 0.1, se debe usar la expresión siguiente:

$$\frac{M_{ux}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{Ry}} \leq 1.0 \qquad (2.16)$$

Donde:

M_{ux} y M_{uy} momentos de diseño alrededor de los ejes X y Y; y
M_{Rx} y M_{Ry} momentos resistentes de diseño alrededor de los mismos ejes.

1302.3.3 Aplastamiento. En apoyos de miembros estructurales y otras superficies sujetas a presiones de contacto o aplastamiento, el esfuerzo de diseño no se debe tomar mayor que

$F_R \, fc^*$

Cuando la superficie que recibe la carga tiene un área mayor que el área de contacto, el esfuerzo de diseño puede incrementarse en la relación

$\sqrt{A_2 / A_1} \leq 2$

Donde A1 es el área de contacto y A2 es el área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga.

1302.4 Fuerza cortante.

1302.4.1 Fuerza cortante que toma el concreto, VCr. Las expresiones para V_cR que se presentan enseguida para distintos elementos son aplicables cuando la dimensión transversal, *h*, del elemento, paralela a la fuerza cortante, no sea mayor de 700 mm. Cuando la dimensión transversal h sea mayor que 700 mm, el valor de V_cR debe multiplicarse por el factor obtenido con la siguiente expresión:

$$1-0.0004(h-700) \qquad (2.17)$$

El factor calculado con la expresión 2.17 no debe tomarse mayor que 1.0 ni menor que 0.8. La dimensión h debe estar en mm.

1302.4.2 Vigas sin presfuerzo En vigas con relación claro a peralte total, *L/h*, no menor que 5, la fuerza cortante que toma el concreto, V_cR, se debe calcular con el criterio siguiente:

Si $p < 0.015$

$$V_cR = 0.3F_R\ bd(0.2+20p)\ \sqrt{f_c^*} \qquad (2.18)$$

$$\left(V_{CR} = F_R\ b\ d\ (0.2 + 20\ p)\sqrt{f_C^*}\right)$$

Si $p \geq 0.015$

$$V_c R = 0.16F_R\ bd\ \sqrt{f_c^*} \qquad (2.19)$$

$$\left(V_{CR} = 0.5\ F_R\ b\ d\sqrt{f_C^*}\right)$$

Si *L/h* es menor que 4 y las cargas y reacciones comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga, V_cR debe ser el valor obtenido con la **ec. 2.19** multiplicado por

$$3.5-2.5\ \frac{M}{V\ d} > 1.0$$

pero sin que se tome $V_c\ R$ mayor que

$$0.47\ F_R\ bd\ \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(1.5\ F_R\ b\ d\sqrt{f_C^*}\right)$$

En el factor anterior M y V son el momento flexionante y la fuerza cortante que actúan en la sección, respectivamente. Si las cargas y reacciones no comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga, se debe aplicar la **ec. 2.19** sin modificar el resultado. Para relaciones L/h comprendidas entre 4 y 5, VcR se debe hacer variar linealmente hasta los valores dados por las **ecuaciones 2.18 ó 2.19**, según sea el caso.

Cuando una carga concentrada actúa a no más de 0.5d del paño de un apoyo, el tramo de viga comprendido entre la carga y el paño del apoyo, además de cumplir con los requisitos de esta sección, se debe revisar con el criterio de cortante por fricción de la **Sección 1302.5.8.**

Para secciones *T, I* o *L*, en todas las expresiones anteriores se debe usar el ancho, b′, en lugar de b. Si el patín está a compresión, al producto b′d pueden sumarse las cantidades t^2 en vigas T e I, y $t^2/2$ en vigas L, siendo t el espesor del patín.

1302.4.2.1 Elementos anchos. En elementos anchos como losas, zapatas y muros, en los que el ancho, b, no sea menor que cuatro veces el peralte efectivo, d, el espesor no sea mayor de 600 mm y la relación *M/Vd* no exceda de 2.0, la fuerza resistente, V_cR puede tomarse igual a

$$0.16F_R\ bd\ \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(0.5\ F_R\ b\ d\ \sqrt{f_C^*}\right)$$

independientemente de la cuantía de refuerzo. Se hace hincapié en que el refuerzo para flexión debe cumplir con los requisitos de la **Sección 1305.1**, es decir, debe estar adecuadamente anclado a ambos lados de los puntos en que cruce a toda posible grieta inclinada causada por la fuerza cortante; en zapatas de sección constante para lograr este anclaje basta, entre otras formas, suministrar en los extremos de las barras dobleces a 90° seguidos de tramos rectos de longitud no menor que 12 diámetros de la barra.

Si el espesor es mayor de 600 mm, o la relación M/Vd excede de 2.0, la resistencia a fuerza cortante se debe valuar con el criterio que se aplica a vigas según la **Sección 1302.5.1.1**, el refuerzo para flexión debe estar anclado como se indica en el párrafo anterior.

1302.4.3 Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas sin preesfuerzo.

1302.4.3.1 Requisitos generales. Este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados perpendiculares u oblicuos al eje de la pieza, barras dobladas o una combinación de estos elementos. También puede usarse malla de

alambre soldado, uniéndola según la **Sección 1305.1.8.** Los estribos deben rematarse como se indica en la **Sección 1305.1.7**.

Para estribos de columnas, vigas principales y arcos, no se debe usar acero de fy mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²). Para dimensionar, el esfuerzo de fluencia de la malla no se debe tomar mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²).

No se deben tener en cuenta estribos que formen un ángulo con el eje de la pieza menor de 45°, ni barras dobladas en que dicho ángulo sea menor de 30°.

1302.4.3.2 Refuerzo Mínimo. En vigas debe suministrarse un refuerzo mínimo por tensión diagonal cuando la fuerza cortante de diseño, Vu, sea menor que VcR. El área de refuerzo mínimo para vigas debe ser la calculada con la siguiente expresión:

$$Av,mín = 0.10 \sqrt{f_c^*} \frac{b\,s}{f_y} \qquad (2.20)$$

$$\left(A_{v,\,mín} = 0.30 \sqrt{f_C^*} \frac{bs}{f_y} \right)$$

Este refuerzo debe estar formado por estribos verticales de diámetro no menor de 7.9 mm (número 2.5), cuya separación no exceda de medio peralte efectivo, *d*/2.

1302.4.3.3 Separación del refuerzo transversal

a) Cuando Vu sea mayor que VcR, la separación, s, del refuerzo por tensión diagonal requerido se debe determinar con la expresión y limitaciones siguientes:

$$S = \frac{FRA\ vf\ y\ d\ (\text{sen}\ \theta + \cos\theta)}{V_{SR}} \qquad (2.21)$$

Donde:

A_v área transversal del refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia s;
θ ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza; y
V_sR fuerza cortante de diseño que toma el acero transversal ($V_sR=V_u-V_cR$).

Para secciones circulares se debe sustituir el peralte efectivo, d, por el diámetro de la sección, D.

El refuerzo por tensión diagonal no debe ser menor que el calculado según la **Sección 1302.5.2.2.** La separación, s, no debe ser menor que 60 mm.

b) Si Vu es mayor que VcR pero menor o igual que

$$0.47F_R\ bd \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(1.5\ F_R\ b\ d \sqrt{f_C^*}\right)$$

la separación de estribos perpendiculares al eje del elemento no debe ser mayor que 0.5d.

c) Si Vu es mayor que

$$0.47F_R\ bd \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(1.5\ F_R\ b\ d \sqrt{f_C^*}\right)$$

la separación de estribos perpendiculares al eje del elemento no debe ser mayor que 0.5d.

1302.4.3.4 Limitación para *Vu*
En ningún caso se permite que Vu sea superior a:

a) En vigas

$$0.8F_R\ bd \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(2.5\ F_R\ b\ d \sqrt{f_C^*}\right)$$

b) En columnas

$$0.6F_R\ bd \sqrt{f_c^*}$$

$$\left(2\ F_R\ b\ d \sqrt{f_C^*}\right)$$

1302.4.4 Proximidad a reacciones y cargas concentradas. Cuando una reacción comprima directamente la cara del miembro que se considera, las secciones situadas a menos de una distancia d del paño de apoyo pueden dimensionarse para la misma fuerza cortante de diseño que actúa a la distancia d.

1302.4.5 Vigas con tensiones perpendiculares a su eje. Si una carga se transmite a una viga de modo que produzca tensiones perpendiculares a su eje, como sucede en vigas que reciben cargas de losa en su parte inferior o en vigas principales que reciben vigas secundarias en sus caras laterales, se deben suministrar estribos adicionales en la viga calculados para que transmitan la carga a la viga.

Cuando vigas secundarias transmiten su carga a una viga principal, se debe colocar en ésta refuerzo transversal (estribos de suspensión) en la zona de intersección Figura 1302.1. Este refuerzo debe resistir en tensión una fuerza igual a

$$V_u \frac{h_s}{h_p}$$

Donde:

V_u es la suma de las fuerzas cortantes de diseño de las vigas secundarias y hs y hp son los peraltes de las vigas secundaria y principal, respectivamente. Es adicional al necesario por fuerza cortante en la viga principal, y se debe colocar en ella en la longitud indicada en la **Figura 1302.1**.

El lecho inferior del refuerzo longitudinal de las vigas secundarias debe colocarse sobre el correspondiente de la viga principal.

1302.4.6 Interrupción y traslape del refuerzo longitudinal. En tramos comprendidos a un peralte efectivo de las secciones donde, en zonas de tensión, se interrumpa más que 33%, o traslape más que 50% del refuerzo longitudinal, la fuerza cortante máxima que puede tomar el concreto se debe considerar de $0.7V_cR$.

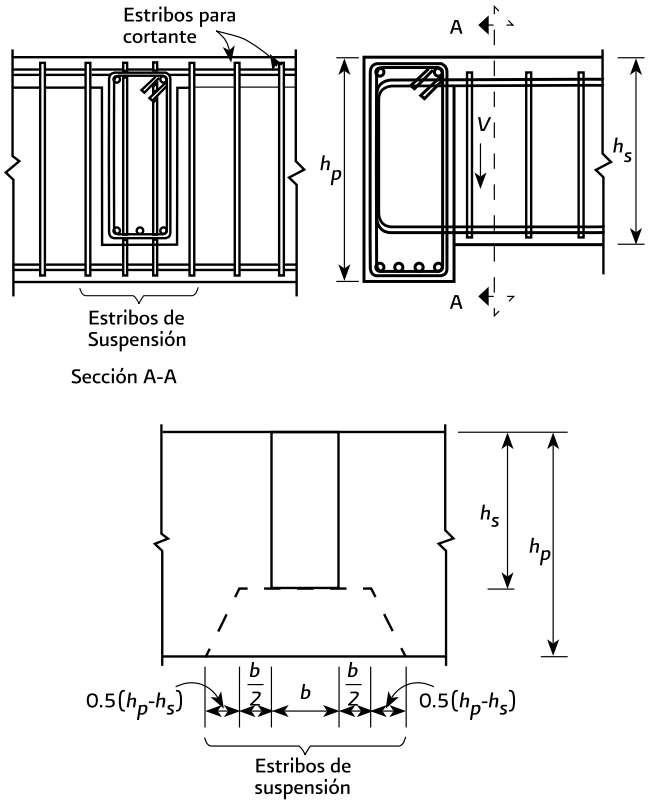


Figura 1302.1 Conexión entre vigas secundarias y principales.

1302.4.7 Refuerzo longitudinal en trabes. Debe proporcionarse acero longitudinal adicional en las paredes verticales del elemento, que debe estar constituido, como mínimo, por barras de 7.9 mm de diámetro (número 2.5) colocadas con una separación máxima de 350 mm.

1302.4.8 Fuerza cortante en zapatas. La resistencia de zapatas a fuerza cortante en la vecindad de cargas o reacciones concentradas debe ser la menor de las correspondientes a las dos condiciones que siguen:

a) La zapata actúa como una viga ancha en tal forma que las grietas diagonales potenciales se extenderían en un plano que abarca todo el ancho. Este caso se trata de acuerdo con las disposiciones de las **Secciones 1302.4.1 y 1302.4.2.**

b) Existe una acción en dos direcciones de manera que el agrietamiento diagonal potencial se presentaría sobre la superficie de un cono o pirámide truncados en torno a la carga concentrada. En este caso se debe proceder como se indica en la **Sección 1302.4.7**.

1302.4.8.1 Sección crítica. La sección crítica se debe suponer perpendicular al plano de la zapata y se localiza de acuerdo con lo siguiente:

a) Si el área donde actúa la carga concentrada no tiene entrantes, la sección crítica forma una figura semejante a la definida por la periferia del área cargada, a una distancia de ésta igual a d/2, donde d es el peralte efectivo de la zapata.

b) Si el área cargada tiene entrantes, en ellas la sección crítica se hace pasar de modo que su perímetro sea mínimo y que en ningún punto su distancia a la periferia del área cargada sea menor que d/2. Por lo demás, se debe aplicar lo dicho en la **Sección 1302.4.7**

c) Cuando en una zapata haya aberturas que disten de la carga concentrada menos de diez veces el espesor del elemento, no se debe considerar efectiva la parte de la sección crítica comprendida entre las rectas tangentes a la abertura y concurrentes en el centroide del área cargada.

1302.4.8.2 Esfuerzo cortante de diseño.

a) Si no hay transmisión de momento entre la zapata y la columna, o si el momento por transmitir, M_u, no excede de $0.2V_ud$, el esfuerzo cortante de diseño, vu, se calcula con la expresión siguiente:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \qquad (2.22)$$

donde b_o es el perímetro de la sección crítica y V_u la fuerza cortante de diseño en dicha sección.

1302.4.8.3 Resistencia de diseño del concreto. El esfuerzo cortante máximo de diseño obtenido

con los criterios anteriores no debe exceder de:

$$0.3\ F_R\ (0.5 + \gamma)\ \sqrt{f_C^*}\ \text{; ni de } 0.3\ F_R\ \sqrt{f_C^*} \quad (2.23)$$

$$\left(F_R\ (0.5 + \gamma)\ \sqrt{f_C^*}\ \text{; ni de } F_R\ \sqrt{f_C^*}\right)$$

En la expresión anterior, γ es la relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga.

1302.4.9 Resistencia a fuerza cortante por fricción.

1302.4.9.1 Requisitos generales. Estas disposiciones se aplican en secciones donde rige el cortante directo y no la tensión diagonal (en ménsulas cortas, por ejemplo, y en detalles de conexiones de estructuras prefabricadas). En tales casos, si se necesita refuerzo, éste debe ser perpendicular al plano crítico por cortante directo. Dicho refuerzo debe estar bien distribuido en la sección definida por el plano crítico y debe estar anclado a ambos lados de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en el plano mencionado.

1302.4.9.2 Resistencia de diseño. La resistencia a fuerza cortante, V_R, se debe tomar como el menor de los valores calculados con las expresiones **2.24 a 2.26**:

$$F_R\ \mu\ (\ A_{vf} f_y + N_u\ ) \quad (2.24)$$

$$F_R\ [\ 1.4A + 0.8\ (A_{vf} f_y + N_u\ ) \quad (2.25)$$

$$\left(F_R\ [\ 14A + 0.8\ (A_{vf} f_y + N_u\ )\ ]\right)$$

$$0.25\ F_R f_c^* \quad (2.26)$$

Donde

Avf área del refuerzo por cortante por fricción;
A área de la sección definida por el plano crítico;
Nu fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico; y
μ coeficiente de fricción que se debe tomar igual a:

1.4 en concreto colado monolíticamente;
1.0 para concreto colado contra concreto endurecido; o
0.7 entre concreto y acero laminado.

Los valores de μ anteriores se aplican si el concreto endurecido, contra el que se coloca concreto fresco, está limpio y libre de lechada y tiene rugosidades con amplitud total del orden de 5 mm o más, así como si el acero está limpio y sin pintura. En las expresiones anteriores, f_y no se debe suponer mayor de 412 MPa (4200 kg/cm²).

1302.4.9.3 Tensiones normales al plano crítico. Cuando haya tensiones normales al plano crítico, sea por tensión directa o por flexión, en A_{vf} no se debe incluir el área de acero necesaria por estos conceptos.

SECCIÓN 1303
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

1303.1 Esfuerzos bajo condiciones de servicio. Para estimar los esfuerzos producidos en el acero y el concreto por acciones exteriores en condiciones de servicio, pueden utilizarse las hipótesis usuales de la teoría elástica de vigas. Si el momento de agrietamiento es mayor que el momento exterior, se debe considerar la sección completa del concreto sin tener en cuenta el acero. Si el momento de agrietamiento es menor que el momento actuante, se debe recurrir a la sección transformada, despreciando el concreto agrietado. Para valuar el momento de agrietamiento se usa el módulo de rotura, f_f , prescrito en la Sección **1301.5.1.3**.

1303.2 Deflexiones. Las dimensiones de elementos de concreto reforzado deben ser tales que las deflexiones que puedan sufrir bajo condiciones de servicio o trabajo se mantengan dentro de los límites prescritos en las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda.

1303.2.1 Deflexiones en elementos no presforzados que trabajan en una dirección. La deflexión total debe ser la suma de la inmediata más la diferida.

1303.2.2.1 Deflexiones inmediatas. Las deflexiones que ocurren inmediatamente al aplicar la carga se deben calcular con los métodos o fórmulas usuales para determinar deflexiones elásticas. A menos que se utilice un análisis más racional o que se disponga de datos experimentales, las deflexiones de elementos de concreto de peso normal se deben calcular con un módulo de elasticidad congruente con la **Sección 1301.5.1.4** y con el momento de inercia de la sección transformada agrietada. En claros continuos, el momento de inercia que se utilice debe ser un valor promedio calculado en la forma siguiente:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + 2I_3}{4} \quad (3.1)$$

donde I_1 e I_2 son los momentos de inercia de las secciones extremas del claro e I3 el de la sección central. Si el claro sólo es continuo en un extremo, el momento de inercia correspondiente al extremo discontinuo se

debe suponer igual a cero, y en la **ecuación 3.1** el denominador debe ser igual a 3.

1303.2.2.2 Deflexiones diferidas. A no ser que se utilice un análisis más preciso, la deflexión adicional que ocurra a largo plazo en miembros de concreto sujetos a flexión, se debe obtener multiplicando la flecha inmediata, calculada de acuerdo con la **Sección 1303.2.1.1** para la carga sostenida considerada, por el factor

$$\frac{2}{1+50\,p'} \qquad (3.2)$$

Donde

p' es la cuantía de acero a compresión (As'/bd). En elementos continuos se debe usar un promedio de p' calculado con el mismo criterio aplicado para determinar el momento de inercia.

1303.3 Agrietamiento en elementos no presforzados que trabajan en una dirección.

Cuando en el diseño se use un esfuerzo de fluencia mayor de 300 MPa (3000 kg/cm²) para el refuerzo de tensión, las secciones de máximo momento positivo y negativo se deben dimensionar de modo que la cantidad

$$f_s \sqrt[3]{d_c A}\,\frac{h_2}{h_1} \qquad (3.3)$$

no exceda los valores que se indican en la **Tabla 1303.1**, de acuerdo con la agresividad del medio a que se encuentre expuesta la estructura.

En la **ecuación 3.3:**

fs esfuerzo en el acero en condiciones de servicio;
dc recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella;
A área de concreto a tensión que rodea al refuerzo principal de tensión y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras (cuando el refuerzo principal conste de barras de varios diámetros, el número de barras equivalente se debe calcular dividiendo el área total de acero entre el área de la barra de mayor diámetro);
h_1 distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión; y
h_2 distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada en tensión.

Tabla 1303.1 Límites para la condición de agrietamiento

Clasificación de exposición (ver tabla 1304.1)	Valores máximos de la ecuación 3.3, en N/mm (kg/cm)
A1	40000 (40000)
A2 B1 B2	30000 (30000)
C D	20000 (20000)

SECCIÓN 1304
DISEÑO POR DURABILIDAD

1304.1 Disposiciones generales.

1304.1.1 Requisitos básicos. La durabilidad debe ser tomada en cuenta en el diseño, mediante la determinación de la clasificación de exposición de acuerdo con la Sección 1304.2 y, para esa clasificación, cumpliendo con los siguientes requisitos:

a) Calidad y curado del concreto, de acuerdo con las Secciones 1304.3 a 1304.6;

b) Restricciones en los contenidos químicos, de acuerdo con la Sección 1304.8;

c) Recubrimiento, de acuerdo con la sección 4.9; y

d) Precauciones en la reacción álcali–agregado, de acuerdo con la Sección 1304.10.

1304.1.2 Requisito complementario. Además de los requisitos especificados en la Sección 1304.1.1, el concreto sujeto a la abrasión originada por tránsito (p.ej. pavimentos y pisos) debe satisfacer los requisitos de la **Sección 1304.7.**

1304.1.3 Tipos de cemento. Los requisitos que se prescriben en las **Secciones 1304.3, 1304.4 y 1304.9** parten de suponer el empleo de concreto con cemento portland ordinario. Pueden usarse otros tipos de cemento portland (p.ej. resistente a los sulfatos, baja reactividad álcali–agregado) o cementos mezclados, (p.ej. cemento portland puzolánico, cemento portland con escoria granulada de alto horno). Éstos deben ser evaluados para establecer los niveles de desempeño equivalentes a los obtenidos con concretos de cemento portland ordinario.

Pueden usarse otros sistemas que consistan en la protección o impregnación de la capa superficial. Estos sistemas deben ser evaluados para establecer niveles de desempeño equivalente a los concretos de cemento portland ordinario, al determinar la

influencia de la durabilidad del recubrimiento para alcanzar los 50 años de vida de diseño.

Cuando se requiera una expectativa de vida útil diferente de 50 años, las previsiones anteriores se pueden modificar. La modificación se debe hacer con base en la equivalencia del criterio de desempeño establecido anteriormente, junto con el sobrentendido de que los concretos de cemento portland ordinario pueden proporcionar un nivel satisfactorio de protección al refuerzo contra la corrosión por 50 años.

1304.2 Clasificación de exposición. La clasificación de la exposición para una superficie de un miembro reforzado se debe determinar a partir de la **Tabla 1304.1**. Esta tabla no necesita aplicarse a miembros de concreto simple, si tales miembros no incluyen metales que dependan del concreto para su protección contra los efectos del medio ambiente.

Para determinar la calidad del concreto requerida de acuerdo con las **Secciones 1304.3 a 1304.6 y 1304.8**, la clasificación de exposición para el miembro debe ser la que corresponda a la superficie que tenga la condición de exposición más desfavorable.

Para determinar los requisitos de recubrimiento para protección del refuerzo contra la corrosión de acuerdo con la Sección 1304.9.3, la clasificación de la exposición se debe tomar como la que corresponda a la superficie a partir de la cual se mide el recubrimiento.

1304.3 Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición A1 y A2
Miembros sujetos a clasificaciones de exposición A1 o A2 deben ser curados en forma continua bajo temperatura y presión del ambiente por al menos tres días a partir del colado.

En cuanto a resistencia f'c, del concreto, véase la **Sección 1301.5.1.2**

1304.4 Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición B1, B2 y C.
Miembros sujetos a clasificaciones de exposición B1, B2 o C deben ser curados en forma continua bajo condiciones de temperatura y presión del ambiente, por al menos siete días a partir del colado.

El concreto en el miembro debe tener una resistencia a compresión especificada, fc', no menor de:

a) 20 MPa (200 kg/cm²) para clasificación B1;
b) 25 MPa (250 kg/cm²) para clasificación B2; y
c) 50 MPa (500 kg/cm²) para clasificación C.

Adicionalmente, en los concretos para la clasificación C se debe especificar un contenido mínimo de cemento portland ordinario y una relación de agua/cemento máxima ver **Tabla 1304.5.**

1304.5 Requisitos para concretos con clasificación de exposición D. El concreto en los miembros sujetos a una clasificación de exposición D se debe especificar para asegurar su durabilidad bajo la exposición ambiente particular que se tenga y para la vida útil de diseño escogida.

1304.6 Requisitos para concretos expuestos a sulfatos. Los concretos que vayan a estar expuestos a soluciones o a suelos que contienen concentraciones peligrosas de sulfatos deben ser hechos con cementos resistentes a sulfatos y deben cumplir con las relaciones agua–materiales cementantes máximas y las resistencias a compresión mínimas presentadas en la **Tabla 1304.2.**

1304.7 Requisitos adicionales para resistencia a la abrasión
En adición a los otros requisitos de durabilidad de esta sección, el concreto para miembros sujetos a la abrasión proveniente del tránsito, debe tener una resistencia a la compresión especificada no menor que el valor aplicable dado en la Tabla 1304.3.

En superficies expuestas a tránsito intenso, no se debe tomar como parte de la sección resistente el espesor que pueda desgastarse. A éste se debe asignar una dimensión no menor de 15 mm, salvo que la superficie expuesta se endurezca con algún tratamiento.

1304.8 Restricciones sobre el contenido de químicos contra la corrosión.

1304.8.1 Restricciones sobre el ion cloruro para protección contra la corrosión.
El contenido total del ion cloruro en el concreto, calculado o determinado, basado en la mediciones del contenido de cloruros provenientes de los agregados, del agua de mezclado y de aditivos no debe exceder los valores dado en la Tabla 1304.4.

Cuando se hacen pruebas para determinar el contenido de iones de cloruro solubles en ácido, los procedimientos de ensayes se deben hacer de acuerdo con ASTM C 1152.

No se deben adicionar al concreto cloruros o aditivos químicos que los contengan en forma importante en elementos de concreto reforzado para clasificaciones de exposición B1, B2, o C, y en ningún elemento de concreto curado a vapor.

1304.8.2 Restricción en el contenido de sulfato.
El contenido de sulfato en el concreto al momento del colado, expresado como el porcentaje del peso de SO3 soluble en ácido con relación al peso de cemento, no debe ser mayor que 5%.

1304.8.3 Restricciones sobre otras sales. No se deben incorporar al concreto otras sales a menos que se pueda mostrar que no afectan adversamente la durabilidad.

1304.9 Requisitos para el recubrimiento del acero de refuerzo.

1304.9.1 Disposición general. El recubrimiento libre del acero de refuerzo debe ser el mayor de los valores determinados de las **Secciones 1304.9.2 y 1304.9.3**, a menos que se requieran recubrimientos mayores por resistencia al fuego.

1304.9.2 Recubrimiento necesario en cuanto a la colocación del concreto. El recubrimiento y el detallado del acero deben ser tales que el concreto pueda ser colocado y compactado adecuadamente de acuerdo con la **Sección 1310.3.6**.

El recubrimiento libre de toda barra de refuerzo no debe ser menor que su diámetro, ni menor que lo señalado a continuación: En columnas y trabes, 20 mm, en losas, 15 mm, y en cascarones, 10 mm. Si las barras forman paquetes, el recubrimiento libre, además, no debe ser menor que 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete.

1304.9.3 Recubrimiento para protección contra la corrosión. Cuando el concreto es colado en cimbras y compactado de acuerdo con la Sección 1310.3.6, el recubrimiento en vigas, trabes y contratrabes no debe ser menor que el valor dado en la Tabla 1304.5, de acuerdo con la clasificación de exposición y la resistencia especificada del concreto. En losas, muros y elementos prefabricados el recubrimiento no debe ser menor de 0.75 veces los indicados en la **Tabla 1304.5**, según corresponda. Cuando el concreto es colado sobre o contra el terreno y compactado de acuerdo con la Sección 1310.3.6, y no se conozcan las condiciones

Tabla 1304.1 Clasificaciones de exposición

Superficies y ambiente de exposición	Clasificación de exposición
a) Superficie de miembros en contacto con el terreno:	
1) Protegida por una membrana impermeable	A1
2) En suelos no agresivos	A2
3) En suelos agresivos1	D
b) Superficies de miembros en ambientes interiores:	
1) Encerrado totalmente dentro de un edificio, excepto por breve periodo de exposición al ambiente durante la construcción[2]	A1
2) En edificios o sus partes donde los miembros pueden estar sujetos a humedecimiento y secado repetido[2]	B1
c) Superficies de miembros no en contacto con el terreno y expuestos a ambientes exteriores[3] que son:	A2
1) No agresivos (Tierra adentro)	B1
2) Ligeramente agresivos (Perímetro costero)	B2
3) Agresivos (Enfrente de la costa)4	
d) Superficies de miembros en agua[5]:	
1) En contacto con agua dulce (dura)	B1
En agua dulce a presión (dura)	B2
En agua dulce corriente (dura)	B2
2)En contacto con agua dulce (suave)	B2
En agua dulce a presión (suave)	D
En agua dulce corriente (suave)	D
3) En agua con más de 20000 ppm de cloruros:	
– Sumergida permanentemente	B2
– En zonas con humedecimiento y secado	C
e) Superficies de miembros en otros ambientes: En cualquier ambiente de exposición no descrito en los incisos de (a) a (d)	D

1. Se deben considerar agresivos los suelos permeables con pH < 4.0 o con agua freática que contiene más de un gramo (1 g) de iones de sulfato por litro. Suelos ricos en sales con pH entre 4 y 5 deben considerarse como clasificación de exposición C;

2. Cuando se emplee en aplicaciones industriales, se deben considerar los efectos sobre el concreto de los procesos de manufactura que allí se realicen; en tales casos se puede requerir una reclasificación de la exposición a D;

3. La frontera entre los diferentes ambientes exteriores depende de muchos factores los cuales incluyen distancia desde la fuente agresiva, vientos dominantes y sus intensidades;

4. Dentro los 100 m a partir del nivel de marea alta. O dentro los 500 m a partir del nivel de marea alta en la dirección de los vientos dominantes o comunes;

5. Para establecer las características de dureza del agua se requiere analizarla **(NMX-AA-072-SCFI-2001)** FECHA 2001-08-13.

Tabla 1304.2 Requisitos para concretos expuestos a soluciones que contengan sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfatos solubles en agua (SO4) presentes en suelos, porcentaje por peso	Sulfatos (SO4) en agua, ppm	Tipos de cemento1	Máxima relación agua–materiales cementantes, por peso, concretos con agregados de peso normal2	*fc′* mínima, concreto con agregado de peso normal y ligero, MPa (kg/cm²)
Despreciable	$0.00 \leq SO4 < 0.10$	$0 \leq SO4 < 150$	–	–	–
Moderada3	$0.10 \leq SO4 < 0.20$	$150 \leq SO4 < 1500$	CPP, CPEG, CPC	0.50	29 (300)
Severa	$0.20 \leq SO4 \leq 2.00$	$1500 \leq SO4 < 10000$	RS	0.45	34 (350)
Muy severa	$SO4 > 2.00$	$SO4 > 10000$	RS más puzolana4	0.45	34 (350)

1 CPP cemento portland puzolánico (clinker de cemento portland con $C_3A < 8$ %);

CPEG cemento portland con escoria granulada de alto horno (clinker de cemento portland con $C_3A < 8$ %);

CPC cemento portland compuesto (clinker de cemento portland con $C_3A < 8$ %);

RS cemento portland resistente a los sulfatos ($C_3A < 5$ %);

1. Se puede requerir relaciones agua–materiales cementantes más bajos o resistencias más altas para reducción de la permeabilidad o para protección del acero contra la corrosión;

2. Correspondería a agua de mar;

3. Puzolana que haya mostrado mediante ensaye o experiencias previas que mejora la resistencia a los sulfatos cuando se emplea en concreto fabricado con cemento portland resistente a los sulfatos.

Tabla 1304.3 Requisitos de resistencia a compresión para abrasión1

Miembro y/o tipo de tránsito	Resistencia a compresión especificada2, fc′, MPa (kg/cm²)
Pisos comerciales e industriales sujetos a: Tránsito vehicular	25 (250)
Pavimentos o pisos sujetos a: a) Tránsito de poca frecuencia con llantas neumáticas (vehículos de hasta 30 kN [3 t]) b) Tránsito con frecuencia media con llantas neumá¬ticas (vehículos de más de 30 kN [3 t]) c) Tránsito con llantas no neumáticas d) Tránsito con llantas de acero	 25 (250) 30 (300) 40 (400) Por determinarse, pero no menor que 40 (400)

1. En forma alternativa, se pueden usar tratamientos superficiales para incrementar la resistencia a la abrasión;

2. *fc′* se refiere a la resistencia del concreto empleado en la zona de desgaste.

Tabla 1304.4 Valores máximos de contenido de ion cloruro en el concreto al momento del colado

Tipo de miembro	Máximo contenido de ion cloruro soluble en ácido, kg/m³ de concreto
Concreto presforzado	0.50
Concreto reforzado expuesto a humedad o a cloruros en condiciones de servicio	0.80
Concreto reforzado que esté seco o protegido de la humedad en condiciones de servicio	1.6

Tabla 1304.5 Recubrimiento libre mínimo requerido

Clasificación de exposición	Resistencia a compresión especificada, MPa (kg/cm²)							
	15(150) (1)	20 (200)	25 (250)	30 (300)	40 (400)	50 (500)	60 (600)	70 (700)
	Recubrimiento mínimo requerido (mm)							
A1	30	25	25	20	20	20	15	15
A2	45	40	35	30	25	25	20	20
B1	—	50	40	35	30	30	25	25
B2	—	—	50	45	40	35	30	30
C	—	—	—	—	—	70 (2)	65 (2)	60 (2)

1 Ver sección 1301.5.1.1 "Resistencia a compresión";

2 Además se requiere emplear un contenido de cemento portland no menor que 3500 N/m³ (350 kg/m³) y una relación agua/cemento que no exceda 0.40.

SECCIÓN 1305
REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

1305.1 Anclaje.

1305.1.1 Requisito general. La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra o de algún dispositivo mecánico.

1305.1.2 Longitud de desarrollo de barras a tensión.

1305.1.2.1 Barras rectas. La longitud de desarrollo, Ld, en la cual se considera que una barra a tensión se ancla de modo que desarrolle su esfuerzo de fluencia, se debe obtener multiplicando la longitud básica, Ldb dada por las ecuacioness 5.1 y 5.2, por el factor o los factores indicados en la **Tabla 1305.1.**

Las disposiciones de esta sección son aplicables a barras de diámetro no mayor que 38.1 mm (número 12). Barras con diámetros hasta 25.4 mm (#8):

$$L_{db} = 0.038 \frac{a_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \leq 0.36 \frac{d_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \qquad (5.1)$$

$$\left(L_{db} = 0.12 \frac{a_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \leq 0.11 \frac{d_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \right)$$

Barras #9 a #12:

$$L_{db} = 0.028 \frac{a_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.36 \frac{d_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \qquad (5.2)$$

$$\left(L_{db} = 0.09 \frac{a_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.11 \frac{d_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \right)$$

Donde:

as área transversal de la barra; mm2 (cm2)
db diámetro nominal de la barra; mm (cm)

En ningún caso *Ld* debe ser menor que 300 mm.

La longitud de desarrollo, *Ld*, de cada barra que forme parte de un paquete de tres barras debe ser igual a la que requeriría si estuviera aislada, multiplicada por 1.20. Cuando el paquete es de dos barras no se modifica *Ld*.

1305.1.2.2 Barras con dobleces. Esta sección se refiere a barras a tensión que terminan con dobleces a 90 ó 180 grados que cumplan con los requisitos de la sección 1305.5, seguidos de tramos rectos de longitud no menor que 12db para dobleces a 90 grados, ni menor que 4db para dobleces a 180 grados. En estas barras se toma como longitud de desarrollo la longitud paralela a la barra, comprendida entre la sección crítica y el paño externo de la barra después del doblez (fig. 5.1). La longitud de desarrollo se debe obtener multiplicando la longitud de desarrollo básica dada por la expresión

$$0.24\, d_b f_y / \sqrt{f'_c} \qquad (5.3)$$

$$\left(0.076\, d_b f_y / \sqrt{f'_c} \right)$$

por el factor o los factores de la **Tabla 1305.2** que sean aplicables, pero sin que se tome menor que 150 mm ni que 8 *db*.

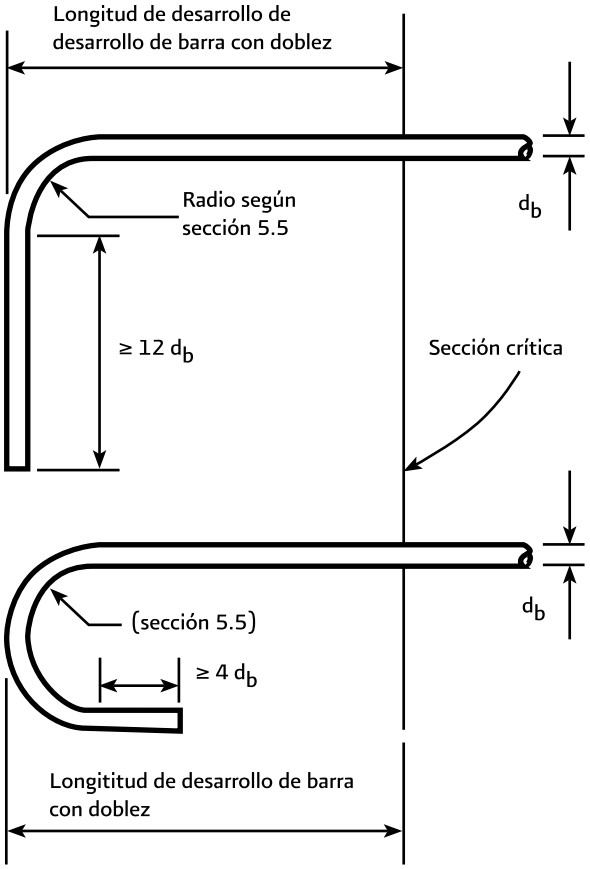


Figura 1305.1 Longitud de desarrollo de barras con dobleces

1305.1.3 Longitud de desarrollo de barras a compresión. La longitud de desarrollo de una barra a compresión debe ser cuando menos el 60% de la que requeriría a tensión y no se deben considerar efectivas porciones dobladas. En ningún caso debe ser menor de 200 mm.

1305.1.4 Vigas y muros

1305.1.4.1 Requisitos generales. En vigas y muros con cargas en su plano, la fuerza de tensión a la que se refiere la Sección 1305.1.1, se debe valuar con el máximo momento flexionante de diseño que obra en la zona comprendida a un peralte efectivo a cada lado de la sección.

Tabla 1305.1 Factores que modifican la longitud básica de desarrollo1

Condición del refuerzo	Factor
Barras de diámetro igual a 19.1 mm (número 6) o menor.	0.8
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo ellas se cuelen más de 300 mm de concreto.	1.3
En concreto ligero	1.3
Barras con fy mayor de 412 MPa (4200 kg/cm²).	$2 - \frac{412}{f_y}$ $\left(2 - \frac{4200}{f_y}\right)$
Barras torcidas en frío de diámetro igual o mayor que 19.1 mm (número 6).	1.2
Acero de flexión en exceso 2	$\frac{A_{s,\text{ requerida}}}{A_{s,\text{ proporcionada}}}$
Barras lisas	2.0
Barras cubiertas con resina epóxica, o con lodo bentonítico: – Recubrimiento libre de concreto menor que 3db, o separación libre entre barras menor que 6db – Otras condiciones	 1.5 1.2
Todos los otros casos	1.0

1 Si se aplican varias condiciones, se multiplican los factores correspondientes;

Tabla 1305.2 Factores que modifican la longitud básica de desarrollo de barras con dobleces1

Condición del refuerzo	Factor
Barras de diámetro no mayor que 34.9 mm (número 11), con recubrimiento libre lateral (normal al plano del doblez) no menor que 60 mm, y para barras con doblez a 90 grados, con recubrimiento libre del tramo de barra recto después del doblez no menor que 50 mm	0.7
Barras de diámetro no mayor que 34.9 mm (número 11), confinadas en toda la longitud de desarrollo con estribos verticales u horizontales separados entre sí no más de 3*db*	0.8
En concreto ligero	1.3
Barras lisas	1.9
Barras cubiertas con resina epóxica, o con lodo bentonítico	1.2
Todos los otros casos	1.0

1. Si se aplican varias condiciones, se multiplican los factores correspondientes;

Los requisitos de la Sección 1305.1.1 y del párrafo anterior se cumplen para el acero a tensión, si:

a) Las barras que dejan de ser necesarias por flexión se cortan o se doblan a una distancia no menor que un peralte efectivo más allá del punto teórico donde, de acuerdo con el diagrama de momentos, ya no se requieren.

b) En las secciones donde, según el diagrama de momentos flexionantes, teóricamente ya no se requiere el refuerzo que se corta o se dobla, la longitud que continúa de cada barra que no se corta ni se dobla es mayor o igual que Ld+d. Este requisito no es necesario en las secciones teóricas de corte más próximas a los extremos de vigas libremente apoyadas.

c) A cada lado de toda sección de momento máximo, la longitud de cada barra es mayor o igual que la longitud de desarrollo, Ld, que se define en la **Sección 1305.1.2.**

d) Cada barra para momento positivo que llega a un extremo libremente apoyado, se prolonga más allá del centro del apoyo y termina en un doblez de 90 ó 180 grados, seguido por un tramo recto de 12db o 4db, respectivamente. El doblez debe cumplir con los requisitos de la **Sección**

1305.5. En caso de no contar con un espacio suficiente para alojar el doblez, se debe emplear un anclaje mecánico equivalente al doblez.

1305.1.4.2 Requisito adicional. El siguiente requisito debe respetarse además de los anteriores:

a) En extremos libremente apoyados se debe prolongar, sin doblar, hasta dentro del apoyo, cuando menos la tercera parte del refuerzo de tensión para momento positivo máximo. En extremos continuos se debe prolongar la cuarta parte.

1305.1.5 Columnas. En las intersecciones con vigas o losas las barras de las columnas deben ser continuas. Las barras longitudinales de columnas de planta baja se deben anclar en la cimentación de manera que en la sección de la base de la columna puedan alcanzar un esfuerzo igual al de fluencia en tensión multiplicado por 1.25.

1305.1.6 Anclajes mecánicos. Cuando no haya espacio suficiente para anclar barras por medio de doblez, se pueden usar anclajes mecánicos. Estos deben ser capaces de desarrollar la resistencia del refuerzo por anclar, sin que se dañe el concreto. Pueden ser, por ejemplo, placas soldadas a las barras, o dispositivos manufacturados para este fin. Los anclajes mecánicos deben diseñarse y en su caso comprobarse por medio de ensayes. Bajo cargas estáticas, se puede admitir que la resistencia de una barra anclada es la suma de la contribución del anclaje mecánico más la adherencia en la longitud de barra comprendida entre el anclaje mecánico y la sección crítica. Elementos típicos en los que pueden ser necesarios los anclajes mecánicos son las ménsulas.

1305.1.7 Anclaje del refuerzo transversal. El refuerzo en el alma debe llegar tan cerca de las caras de compresión y tensión como lo permitan los requisitos de recubrimiento y la proximidad de otro refuerzo.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135°, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db de largo, ni menos de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal. Los radios de doblez deben cumplir con los requisitos de la **Sección 1305.5.**

1305.1.8 Anclaje de malla de alambre soldado. Se debe suponer que un alambre puede desarrollar su esfuerzo de fluencia en una sección si a cada lado de ésta se ahogan en el concreto cuando menos dos alambres perpendiculares al primero, distando el más próximo no menos de 50 mm de la sección considerada. Si sólo se ahoga un alambre perpendicular a no menos de 50 mm de la sección considerada, se debe suponer que se desarrolla la mitad del esfuerzo de fluencia. La longitud de un alambre desde la sección crítica hasta su extremo no debe ser menor que 200 mm.

1305.2 Revestimientos. Los revestimientos no se deben tomar en cuenta como parte de la sección resistente de ningún elemento, a menos que se suministre una liga con él, la cual esté diseñada para transmitir todos los esfuerzos que puedan presentarse y que dichos revestimientos no estén expuestos a desgaste o deterioro.

1305.3 Tamaño máximo de agregados. El tamaño nominal máximo de los agregados no debe ser mayor que:

a) Un quinto de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes;

b) Un tercio del espesor de losas; ni

c) Dos tercios de la separación horizontal libre mínima entre barras o paquetes de barras.

Estos requisitos pueden omitirse cuando las condiciones del concreto fresco y los procedimientos de compactación que se apliquen permitan colocar el concreto sin que queden huecos.

1305.4 Paquetes de barras. Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres en vigas. La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga no debe distar de la sección de corte de otra barra menos de 40 veces el diámetro de la más gruesa de las dos. Los paquetes se pueden usar sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos. Para determinar la separación mínima entre paquetes y determinar su recubrimiento, cada uno se debe tratar como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. Para calcular la separación del refuerzo transversal, rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

1305.5 Dobleces del refuerzo. El radio interior de un doblez no debe ser menor que $fy/19\sqrt{f_c'}$ veces el diámetro de la barra doblada ($fy/60\sqrt{f_c'}$ si se usan kg/cm²), a menos que dicha barra quede doblada alrededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además, el radio de doblez no debe ser menor que el que marca, para la prueba de doblado, la respectiva Norma Mexicana, de las indicadas en la **Sección 1301.5.2**.

En todo doblez o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras, a menos que el concreto en sí sea capaz de ello.

1305.6 Uniones de Barras. Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos

mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos. Toda unión soldada o con dispositivo mecánico debe ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de exceder la resistencia máxima de éstas.

1305.6.1 Uniones de barras sujetas a tensión

1305.6.1.1 Requisitos generales. En lo posible deben evitarse las uniones en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Se debe procurar, asimismo, que en una cierta sección cuando más se unan barras alternadas.

1305.6.1.2 Traslape. La longitud de un traslape no debe ser menor que 1.33 veces la longitud de desarrollo, *Ld*, calculada según la **Sección 1305.1.2.1**, ni que menor que (0.1*fy*–6) veces el diámetro de la barra (fy en MPa, o (0.01*fy*–6)*db*, si se usan kg/cm²).

Cuando se une por traslape más de la mitad de las barras en un tramo de 40 diámetros, o cuando las uniones se hacen en secciones de esfuerzo máximo, deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud de traslape o en utilizar hélices o estribos muy próximos en el tramo donde se efectúa la unión.

1305.6.1.3 Uniones soldadas o mecánicas. Si se usan uniones soldadas o mecánicas debe comprobarse experimentalmente su eficacia.

En una misma sección transversal no deben unirse con soldadura o dispositivos mecánicos más del 33 por ciento del refuerzo. Las secciones de unión deben distar entre sí no menos de 20 diámetros. Sin embargo, cuando por motivos del procedimiento de construcción sea necesario unir más refuerzo del señalado, se debe admitir hacerlo, con tal que se garantice una supervisión estricta en la ejecución de las uniones.

1305.6.2 Uniones de malla de alambre soldado. En lo posible deben evitarse uniones por traslape en secciones donde el esfuerzo en los alambres bajo cargas ya multiplicadas por el factor de carga sea mayor que 0.5fy. Cuando haya necesidad de usar traslapes en las secciones mencionadas, deben hacerse de modo que el traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no sea menor que la separación entre alambres transversales más 50 mm.

Las uniones por traslape en secciones donde al esfuerzo en los alambres sea menor o igual que 0.5fy, el traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no debe ser menor que 50 mm.

1305.6.3 Uniones de barras sujetas a compresión. Si la unión se hace por traslape, la longitud traslapada no debe ser menor que la longitud de desarrollo para barras a compresión, calculada según la **Sección 1305.1.3**, ni que (0.1f_y–10) veces el diámetro de la barra, (f_y en MPa, o (0.01fy–10) *db*, si se usan kg/cm²).

1305.7 Refuerzo por cambios volumétricos. En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, el área de refuerzo que se suministre no debe ser menor que

$$a_{s1} = \frac{660\ x_1}{f_y\ (x_1 + 1000)} \qquad (5.4)$$

$$\left(a_{s1} = \frac{660\ x_1}{f_y\ (x_1 + 100)} \right)$$

Donde:

a_s1 área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza, mm²/mm (cm²/cm). El ancho mencionado se mide perpendicularmente a dicha dirección y a x1; y *x1* dimensión mínima del miembro medida perpendicular¬mente al refuerzo, mm (cm).

Si *x1* no excede de 150 mm, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si x1 es mayor que 150 mm, el refuerzo se debe colocar en dos capas próximas a las caras del elemento.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no debe ser menor de 1.5as1.

Por sencillez, en vez de emplear la fórmula anterior puede suministrarse un refuerzo mínimo con cuantía igual a 0.002 en elementos estructurales protegidos de la intemperie, y 0.003 en los expuestos a ella, o que estén en contacto con el terreno.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no debe exceder de 500 mm ni de 3,5 x1.

Debe aumentarse la cantidad de acero a no menos de 1.5 veces la antes prescrita, o tomarse otras precauciones en casos de contracción pronunciada (por ejemplo en morteros neumáticos) de manera que se evite agrietamiento excesivo. También, cuando sea particularmente importante el buen aspecto de la superficie del concreto.

Puede prescindirse del refuerzo por cambios volumétricos en elementos donde desde el punto de vista de resistencia y aspecto se justifique.

1305.8 Inclusiones. Debe evitarse la inclusión de elementos no estructurales en el concreto, en particular

tubos de alimentación o desagüe dentro de las columnas. Las dimensiones y ubicación de los elementos no estructurales que lleguen a quedar dentro del concreto, así como los procedimientos de ejecución usados en la inclusión Sección 1310.3.11 deben ser tales que no afecten indebidamente las condiciones de resistencia y deformabilidad, ni que impidan que el concreto penetre, sin segregarse, en todos los intersticios.

1305.8.1 Separación entre barras de refuerzo. La separación libre entre barras paralelas (excepto en columnas y entre capas de barras en vigas) no debe ser menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado. Esto último con la salvedad indicada en **Sección 1305.3**.

Cuando el refuerzo de vigas esté colocado en dos o más capas, la distancia vertical libre entre capas no debe ser menor que el diámetro de las barras, ni que 20 mm. Las barras de las capas superiores se deben colocar de modo que no se menoscabe la eficacia del colado.

En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor que 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, ni que 40 mm.

SECCIÓN 1306
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMUNES

Las disposiciones de esta sección se deben cumplir, además de los requisitos generales de las secciones precedentes.

1306.1 Vigas.

1306.1.1 Requisitos generales. El claro se debe contar a partir del centro del apoyo, siempre que el ancho de éste no sea mayor que el peralte efectivo de la viga; en caso contrario, el claro se debe contar a partir de la sección que se halla a medio peralte efectivo del paño interior del apoyo.

En toda sección se debe disponer de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior. En cada lecho, el área de refuerzo no debe ser menor que la obtenida de la ecuación. 2.2 y debe constar de por lo menos dos barras corridas de 12.7 mm de diámetro (número 4). La cuantía de acero longitudinal a tensión, p, no debe exceder de lo indicado en la **Sección 1302.2.2**.

En el dimensionamiento de vigas continuas monolíticas con sus apoyos puede usarse el momento en el paño del apoyo. Para calcular momentos flexionantes en vigas que soporten losas de tableros rectangulares, se puede tomar la carga tributaria de la losa como si estuviera uniformemente repartida a lo largo de la viga. La relación entre la altura y el ancho de la sección transversal, h/b, no debe exceder de 6. Para valuar h/b en vigas T o I, se debe usar el ancho del alma, b′.

1306.1.2 Pandeo lateral. Deben analizarse los efectos de pandeo lateral cuando la separación entre apoyos laterales sea mayor que 35 veces el ancho de la viga o el ancho del patín a compresión.

1306.1.3 Refuerzo complementario en las paredes de las vigas. En las paredes de vigas con peraltes superiores a 750 mm debe proporcionarse refuerzo longitudinal por cambios volumétricos de acuerdo con la **Sección 1305.7**. Se puede tener en cuenta este refuerzo en los cálculos de resistencia si se determina la contribución del acero por medio de un estudio de compatibilidad de deformaciones según las hipótesis básicas de la Sección 1302.1.

1306.1.4 Vigas de sección compuesta.

1306.1.4.1 Conceptos generales. Una viga de sección compuesta es la formada por la combinación de un elemento prefabricado y concreto colado en el lugar. Las partes integrantes deben estar interconectadas de manera que actúen como una unidad. El elemento prefabricado puede ser de concreto reforzado o presforzado, o de acero.

Las disposiciones que siguen se refieren únicamente a secciones con elementos prefabricados de concreto.

Si la resistencia especificada, el peso volumétrico u otras propiedades del concreto de los elementos componentes son distintos, deben tomarse en cuenta estas diferencias al diseñar, o usarse las propiedades más desfavorables.

Deben tenerse en cuenta los efectos del apuntalamiento, o falta del mismo, sobre las deflexiones y el agrietamiento.

1306.1.4.2 Efectos de la fuerza cortante horizontal.

a) El esfuerzo cortante horizontal, vh, en la superficie de contacto entre los elementos que forman la viga compuesta puede calcularse con la **ec. 6.1.**

$$v_h = \frac{V_u}{F_R\ b_v\ d} \qquad (6.1)$$

Donde:

V_u fuerza cortante de diseño;
b_v ancho del área de contacto; y
d peralte efectivo de la sección compuesta.

b) Debe asegurarse que en la superficie de contacto entre los elementos componentes se

transmitan los esfuerzos cortantes que ahí actúan.
c) Para transmitir en la superficie de contacto los esfuerzos cortantes de diseño, se deben admitir los esfuerzos resistentes siguientes:

1) En elementos donde no se usen anclajes metálicos y la superficie de contacto esté rugosa y limpia: 0.3 MPa (3kg/cm²). Se debe admitir que una superficie está rugosa si tiene rugosidades de amplitud total normal a ella del orden de 5 mm o más;

2) Donde se cumplan los requisitos mínimos para los conectores que indica el Inciso 1306.1.4.2.d y la superficie de contacto esté limpia pero no rugosa: 0.6 MPa (6 kg/cm²); y

3) Donde se cumplan los requisitos mínimos para los conectores del Inciso 1306.1.4.2.d y la superficie de contacto esté limpia y rugosa: 2.5 MPa (25 kg/cm²).

Cuando el esfuerzo cortante de diseño exceda de 2.5 MPa (25 kg/cm²), el diseño por cortante horizontal se debe hacer de acuerdo con los criterios de cortante por fricción de la **Sección 1302.5.8.**

d) Para que sean válidos los esfuerzos prescritos en las Secciones 1306.1.4.2.c.2 y 1306.1.4.2.c.3, deben usarse conectores formados por barras o estribos normales al plano de contacto. El área mínima de este refuerzo debe ser 0.3/fy veces el área de contacto (fy en MPa, o 3/fy, con fy en kg/cm²). Su separación no debe exceder de seis veces el espesor del elemento colado en el lugar ni de 600 mm. Además, los conectores deben anclarse en ambos componentes del elemento compuesto de modo que en el plano de contacto puedan desarrollar al menos 80% del esfuerzo de fluencia.

1306.1.4.3 Efectos de la fuerza cortante vertical. Los efectos de la fuerza cortante vertical en miembros compuestos se deben tomar en cuenta como si se tratara de una viga monolítica de la misma forma **Sección 1502.5**.

1306.2 Columnas.

1306.2.1 Geometría. La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no debe exceder de 4. La dimensión transversal menor debe ser por lo menos igual a 200 mm.

1306.2.2 Refuerzo mínimo y máximo. La cuantía del refuerzo longitudinal de la sección no debe ser menor que 2/fy (fy en MPa, o 20/fy, con fy en kg/cm²) ni mayor que 0.06. El número mínimo de barras debe ser seis en columnas circulares y cuatro en rectangulares.

1306.2.3 Requisitos para refuerzo transversal.
1306.2.3.1 Criterio general. El refuerzo transversal de toda columna no debe ser menor que el necesario por resistencia a fuerza cortante, y debe cumplir con los requisitos mínimos de los párrafos siguientes.

1306.2.3.2 Separación. Todas las barras o paquetes de barras longitudinales deben restringirse contra el pandeo con estribos o zunchos con separación no mayor que:

a) $269/\sqrt{f_y}$ veces el diámetro de la barra o de la barra más delgada del paquete (fy, en MPa, es el esfuerzo de fluencia de las barras longitudinales, o $850/\sqrt{f_y}$, con f_y en kg/cm²);

b) 48 diámetros de la barra del estribo; ni que

c) La mitad de la menor dimensión de la columna.
La separación máxima de estribos se debe reducir a la mitad de la antes indicada en una longitud no menor que:

a) la dimensión transversal máxima de la columna;

b) un sexto de su altura libre; ni que

c) 600 mm
arriba y abajo de cada unión de columna con trabes o losas, medida a partir del respectivo plano de intersección. En los nudos se debe aplicar lo dispuesto en la **Sección 1506.2.5**.

1306.2.3.3 Detallado.

a) Estribos y Zunchos.
Los estribos se deben disponer de manera que cada barra longitudinal de esquina y una de cada dos consecutivas de la periferia tenga un soporte lateral suministrado por el doblez de un estribo con un ángulo interno no mayor de 135° además, ninguna barra que no tenga soporte lateral debe distar más de 150 mm (libres) de una barra soportada lateralmente. Cuando seis o más barras estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia se pueden usar anillos circulares rematados como se especifica en la **Sección 1305.1.7**; también pueden usarse zunchos cuyos traslapes y anclajes cumplan con los requisitos de la **Sección 1306.2.4.**

La fuerza de fluencia que pueda desarrollar la barra de un estribo o anillo no debe ser menor que seis centésimas de la fuerza de fluencia de la mayor barra o el mayor paquete longitudinal que restringe. En ningún caso se deben usar estribos o anillos de diámetro menor de 7.9 mm. **Sección 1302.5** los estribos rectangulares se deben rematar de acuerdo

con lo prescrito en la **Sección 1305.1.7.**

b) Grapas.

Para dar restricción lateral a barras que no sean de esquina, pueden usarse grapas formadas por barras rectas, cuyos extremos terminen en un doblez a 135° alrededor de la barra o paquete restringido, seguido de un tramo recto con longitud no menor que seis diámetros de la barra de la grapa ni menor que 80 mm. Las grapas se deben colocar perpendiculares a las barras o paquetes que restringen y a la cara más próxima del miembro en cuestión. La separación máxima de las grapas se debe determinar con el criterio prescrito antes para estribos.

1306.2.4 Columnas zunchadas. El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser una hélice continua de paso constante, o estribos circulares cuya separación sea igual al paso de la hélice.

La cuantía volumétrica del refuerzo transversal, *ps*, no debe ser menor que

$$0.45\left(\frac{A_g}{A_C}-1\right)\frac{f'_C}{f_y} \text{ ni que } 0.12\frac{f'_C}{f_y} \qquad (6.2)$$

Donde

A_c área transversal del núcleo, hasta la circunferencia exterior de la hélice o estribo;
A_g área transversal de la columna; y
f_y esfuerzo de fluencia del acero de la hélice o estribo.

El esfuerzo especificado de fluencia del acero de la hélice o estribo no debe ser mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²).

La distancia libre entre dos vueltas consecutivas o entre dos estribos no debe ser menor que una vez y media el tamaño máximo del agregado, ni mayor que 70 mm.

Los traslapes deben tener una vuelta y media. Las hélices se deben anclar en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media. Los estribos se deben anclar como se indica en la **Sección 1306.2.3.3**.

1306.2.5 Detalles del refuerzo en intersecciones con vigas o losas. El refuerzo transversal de una columna en su intersección con una viga o losa debe ser el necesario para resistir las fuerzas internas que ahí se produzcan, pero su separación no debe ser mayor y su diámetro no debe ser menor que los usados en la columna en las secciones próximas a dicha intersección. Al menos se deben colocar dos juegos de refuerzo transversal entre los lechos superior e inferior del refuerzo longitudinal de vigas o losa. Si la intersección es excéntrica, en el dimensionamiento y detallado de la conexión deben tomarse en cuenta las fuerzas cortantes, y los momentos flexionantes y torsionantes causados por la excentricidad.

Cuando un cambio de sección de una columna obliga a doblar sus barras longitudinales en una junta, la pendiente de la porción inclinada de cada barra respecto al eje de columna no debe exceder de 1 a 6. Las porciones de las barras por arriba y por debajo de la junta deben ser paralelas al eje de la columna. Además debe proporcionarse refuerzo transversal adicional al necesario por otros conceptos, en cantidad suficiente para resistir una y media veces la componente horizontal de la fuerza axial que pueda desarrollarse en cada barra, considerando en ella el esfuerzo de fluencia.

1306.3 Losas.

1306.3.1 Disposiciones generales.

1306.3.1.1 Método de análisis. Además de los métodos semiempíricos de análisis propuestos a continuación para distintos casos particulares, puede utilizarse cualquier otro procedimiento reconocido. Es admisible aplicar la teoría de líneas de fluencia, o cualquier otra teoría basada en el análisis al límite, siempre que el comportamiento bajo condiciones de servicio resulte adecuado en cuanto a deflexión, agrietamiento y vibraciones.

Si aparte de soportar cargas normales a su plano la losa tiene que transmitir a marcos, muros u otros elementos rigidizantes, fuerzas apreciables contenidas en su plano, estas fuerzas deben tomarse en cuenta en el diseño de la losa.

1306.3.1.2 Losas encasetonadas. Las nervaduras de losas encasetonadas se deben dimensionar como vigas, excepto que, si la losa apoya en su perímetro, no debe ser necesario cumplir con el refuerzo mínimo por tensión diagonal que se pide en la **Sección 1302.5.2.2** cuando la fuerza cortante de diseño, Vu, sea menor que V_cR.

1306.3.2 Losas que trabajan en una dirección. En el diseño de losas que trabajan en una dirección son aplicables las disposiciones para vigas de la **Sección 1306.1.1** que sean pertinentes. Además del refuerzo principal de flexión, debe proporcionarse refuerzo por cambios volumétricos, normal al anterior, de acuerdo con los requisitos de la **Sección 1305.7**.

1306.3.3 Losas apoyadas en su perímetro.

1306.3.3.1 Momentos flexionantes debidos a cargas uniformemente distribuidas. Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas

se deben calcular con los coeficientes de la Tabla 1306.1 si se satisfacen las siguientes limitaciones:

a) Los tableros son aproximadamente rectangulares;

b) La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero;

c) Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50 por ciento del menor de ellos; y

d) La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos.

Para valores intermedios de la relación, m, entre el claro corto, a1, y el claro largo a2, se debe interpolar linealmente.

1306.3.3.2 Secciones críticas y franjas de refuerzo. Para momento flexionante negativo, las secciones críticas se deben tomar en los bordes del tablero, y para positivo, en las líneas medias.

Para colocación del refuerzo, la losa se debe considerar dividida, en cada dirección, en dos franjas extremas y una central. Para relaciones de claro corto a largo mayores de 0.5, las franjas centrales deben tener un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas, y cada franja extrema, igual a la cuarta parte del mismo. Para relaciones a1/a2 menores de 0.5, la franja central perpendicular al lado largo debe tener un ancho igual a (a2–a1), y cada franja extrema, igual a a1/2. A fin de doblar varillas y aplicar los requisitos de anclaje del acero, se deben suponer líneas de inflexión a un sexto del claro corto desde los bordes del tablero para momento positivo, y a un quinto del claro corto desde los bordes del tablero para momento negativo.

1306.3.3.3 Distribución de momentos flexionantes entre tableros adyacentes. Cuando los momentos obtenidos en el borde común de dos tableros adyacentes sean distintos, se deben distribuir dos tercios del momento de desequilibrio entre los dos tableros si éstos son monolíticos con sus apoyos, o la totalidad de dicho momento si no lo son. Para la distribución se debe suponer que la rigidez del tablero es proporcional a $d^3/a1$.

1303.3.4 Disposiciones sobre el refuerzo. Se deben aplicar las disposiciones sobre separación máxima y porcentaje mínimo de acero de la Sección 1305.7. En la proximidad de cargas concentradas superiores a 10 kN (1000 kg), la separación del refuerzo no debe exceder de 2.5d, donde d es el peralte efectivo de la losa.

1306.3.3.5 Peralte Mínimo. Cuando sea aplicable la **Tabla 1606.1** puede omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre 200. En este cálculo, la longitud de lados discontinuos se debe incrementar 50 % si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella, y 25 % cuando lo sean. En losas alargadas no es necesario tomar un peralte mayor que el que corresponde a un tablero con $a_2=2a_1$.

La limitación que dispone el párrafo anterior es aplicable a losas en que

$$fs \leq 252 \text{ MPa y } w \leq 3.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\left(fs \leq 2\,520 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } w \leq 380 \text{ kg/m}^2\right)$$

para otras combinaciones de fs y w, el peralte efectivo mínimo se debe obtener multiplicando por

$$0.182\sqrt[4]{f_s\, w} \qquad (6.3)$$

$$\left(0.032\sqrt[4]{f_s\, w}\right)$$

el valor obtenido según el párrafo anterior. En esta expresión f_s es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en MPa y w es la carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio, en kN/m² (f_s puede suponerse igual a $0.6f_y$) (f_s y w en kg/cm² y kg/m², respectivamente, en la expresión entre paréntesis).

1306.3.3.6 Revisión de la resistencia a fuerza cortante. Se debe suponer que la sección crítica se encuentra a un peralte efectivo del paño del apoyo. La fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se debe calcular con la expresión

$$\left(V = \frac{a_1}{2} - d\right)\left(0.95 - 0.5\,\frac{a_1}{2}\right)w \qquad (6.4)$$

a menos que se haga un análisis más preciso. Cuando haya bordes continuos y bordes discontinuos, V se debe incrementar en 15 %. La resistencia de la losa a fuerza cortante, se debe suponer igual a

$$0.16F_R\, bd\sqrt{f_c^*}$$

$$\left(0.05\, F_R\, b\, d\sqrt{f_C^*}\right)$$

Tabla 1306.1 Coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales[1]

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, m = a1/a2													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Negativo En bordes interiores	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Negativo En bordes interiores	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Negativo En bordes discontinuos	Largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
		largo	179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135
De borde Un lado largo discontinuo	Negativo En bordes interiores	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Negativo En bordes discontinuos	Corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
		largo	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Negativo En bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Negativo En borde discontinuos	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
		largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153
Extremo Tres bordes discontinuos un lado largo continuo	Negativo En borde discontinuos	Corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
	Negativo En bordes discontinuos	Corto	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
		largo	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
	Positivo	corto	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540
		largo	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520
Extremo Tres bordes discontinuos un lado corto continuo	Negativo En borde cont.	Largo	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
	Negativo En bordes discontinuos	Corto	570	0	480	0	420	0	370	0	310	0	270	0	220	0
		largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
	Positivo	corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520
		largo	200	250	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540
Aislado Cuatro lados discontinuos	Neg. En bordes discontinuos	corto	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
	Positivo	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830
		largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830

1 Para las franjas extremas multiplíquense los coeficientes por 0.60.
2 Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.
3 Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Los coeficientes multiplicados por 10–4wa1², dan momentos flexionantes por unidad de ancho; si w está en kN/m² (en kg/m²) y a1 en m, el momento da en kN-m/m (en kg-m/m)
Para el caso I, a1 y a2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso II se deben tomar como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa.

1306.3.4 Cargas lineales. Los efectos de cargas lineales debidas a muros que apoyan sobre una losa pueden tomarse en cuenta con cargas uniformemente repartidas equivalentes. En particular, al dimensionar una losa perimetralmente apoyada, la carga uniforme equivalente en un tablero que soporta un muro paralelo a uno de sus lados, se obtiene dividiendo el peso del muro entre el área del tablero y multiplicando el resultado por el factor correspondiente de la **Tabla 1306.2**. La carga equivalente así obtenida se debe sumar a la propiamente uniforme que actúa en ese tablero.

Tabla1306.2 Factor para considerar las cargas lineales como cargas uniformes equivalentes

Relación de lados m = a1/a2	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

Estos factores pueden usarse en relaciones de carga lineal a carga total no mayores de 0.5. Se debe interpolar linealmente entre los valores tabulados.

1306.3.5 Cargas concentradas. Cuando un tablero de una losa perimetralmente apoyada deba soportar una carga concentrada, P, aplicada en la zona definida por la intersección de las franjas centrales, la suma de los momentos resistentes, por unidad de ancho, positivo y negativo se debe incrementar en cada dirección paralela a los bordes, en la cantidad:

$$\frac{p}{2\pi}\left(1\pi\frac{2r}{3R_b}\right) \qquad (6.5)$$

en todo punto del tablero, siendo r el radio del círculo de igual área a la de la aplicación de la carga y R_b la distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella.

El criterio anterior también se debe aplicar a losas que trabajan en una dirección, con relación ancho a claro no menor que $\pi/2$, cuando la distancia de la carga a un borde libre, Rb, no es menor que la mitad del claro. No es necesario incrementar los momentos resistentes en un ancho de losa mayor que 1.5L centrado con respecto a la carga, donde L es el claro libre de la losa.

1306.3.6 Losas encasetonadas. Las losas encasetonadas, perimetralmente apoyadas, en que la distancia centro a centro entre nervaduras no sea mayor que un sexto del claro de la losa paralelo a la dirección en que se mide la separación de las nervaduras, se pueden analizar como si fueran macizas, con los criterios que anteceden.

En cada caso, de acuerdo con la naturaleza y magnitud de la carga que vaya a actuar, se debe revisar la resistencia a cargas concentradas de las zonas comprendidas entre nervaduras. Como mínimo se debe considerar una carga concentrada de 10 kN (1000 kg)en un área de 100 mm x 100 mm actuando en la posición más desfavorable.

1306.4 Zapatas.

1306.4.1 Diseño por flexión. Para dimensionar por flexión se deben tomar las siguientes secciones críticas:

a) En zapatas que soporten elementos de concreto, el plano vertical tangente a la cara del elemento.

b) En zapatas que soportan muros de piedra o tabique, la sección media entre el paño y el eje del muro.

c) En zapatas que soportan columnas de acero a través de placas de base, la sección crítica debe ser en el perímetro de la columna, a menos que la rigidez y resistencia de la placa permitan considerar una sección más alejada.

Las zapatas con refuerzo en una dirección y las zapatas cuadradas reforzadas en dos direcciones deben llevar su refuerzo espaciado uniformemente.

En zapatas aisladas rectangulares con flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se debe distribuir uniformemente; el paralelo al lado menor se debe distribuir en tres franjas en la forma siguiente: en la franja central, de ancho a1, una cantidad de refuerzo igual a la totalidad que debe colocarse en esa dirección, multiplicada por $2a_1/(a_1+a_2)$, donde a_1 y $a2$, son, respectivamente, los lados corto y largo de la zapata. El resto del refuerzo se debe distribuir uniformemente en las dos franjas extremas.

1306.4.2 Diseño por cortante. Las secciones críticas para diseño por tensión diagonal se definen en la **Sección 1302.4.7.**

Si la zapata se apoya sobre pilotes, al calcular la fuerza cortante en una sección se debe suponer que en ella produce cortante la reacción de los pilotes cuyos centros queden a 0.5Dp o más hacia fuera de dicha sección (Dp es el diámetro de un pilote en la base de la zapata). Se debe suponer que no producen cortante las reacciones de los pilotes cuyos centros queden a 0.5Dp o más hacia dentro de la sección considerada. Para calcular la fuerza cortante en una sección situada dentro del diámetro del pilote se debe interpolar linealmente.

1306.4.3 Anclaje. Se debe suponer que las secciones críticas por anclaje son las mismas que por flexión. También deben revisarse todas las secciones donde ocurran cambios de sección

o donde se interrumpa parte del refuerzo.

1306.4.4 Diseño por aplastamiento
Los esfuerzos de aplastamiento en el área de contacto no deben exceder de los valores consignados en la **Sección 1302.4**.

1306.4.5 Espesor mínimo de zapatas de concreto reforzado. El espesor mínimo del borde de una zapata reforzada debe ser de 150 mm. Si la zapata apoya sobre pilotes, dicho espesor mínimo debe ser de 300 mm.

1306.5 Muros. En edificios con muros de concreto perimetrales en la cimentación de mucha mayor rigidez que los superiores, y con losas de sótano que se comportan como diafragmas rígidos en su plano, la altura total del muro, H se debe medir desde el piso de la planta baja.

1306.5.1 Muros sujetos solamente a cargas verticales axiales o excéntricas. Estos muros deben dimensionarse por flexocompresión como si fueran columnas, teniendo en cuenta las disposiciones complementarias de las **Secciones 1306.5.1** y **1306.5.1.1**.

1306.5.1.1 Ancho efectivo ante cargas concentradas. Si las cargas son concentradas, se debe tomar como ancho efectivo una longitud igual a la de contacto más cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor que la distancia centro a centro entre cargas.

1306.5.1.2 Refuerzo mínimo. Si la resultante de la carga vertical de diseño queda dentro del tercio medio del espesor del muro y, además, su magnitud no excede de $0.3f_c'Ag$, el refuerzo mínimo vertical del muro debe ser el indicado en la **Sección 1505.7**, sin que sea necesario restringirlo contra el pandeo; si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, el refuerzo vertical mínimo debe ser el prescrito en la **Sección 1306.2.2** y debe ser restringido contra el pandeo mediante grapas.

El refuerzo mínimo horizontal debe ser el que se pide en la **Sección 1304.7**.

1306.5.2 Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano.

1306.5.2.1 Alcances y requisitos generales. Las disposiciones de esta sección se aplican a muros cuya principal función sea resistir fuerzas horizontales en su plano, con cargas verticales menores que $0.3f_c'Ag$, con relación L/t no mayor de 70 (donde L es la longitud horizontal del muro y t es su espesor). Si actúan cargas verticales mayores, la relación L/t debe limitarse a 40 y se debe aplicar lo dispuesto en las **Secciones 1306.5.1** y **1302.3**. El espesor de estos muros no debe ser menor de 100 mm; tampoco debe ser menor que 0.037 veces la altura no restringida lateralmente, a menos que se realice un análisis de pandeo lateral de los bordes del muro, o se les suministre restricción lateral. En construcciones de hasta 5 niveles, con altura de entrepiso no mayor que 3.00 m, el espesor de los muros puede ser de 100 mm.

Se debe usar Q=3 en el diseño por sismo de los muros a que se refiere esta sección y que resistan la totalidad de las fuerzas laterales inducidas. Se adopta Q=2 cuando el muro no cumpla con los requisitos para elementos extremos de la **Sección 1306.5.2.3**.

1306.5.2.2 Flexión y flexocompresión. La resistencia de muros a flexión en su plano puede calcularse con la ecuación 6.6, si la carga vertical de diseño, Pu, no es mayor que $0.3\,F_R\,tL\,f_c'$, y la cuantía de acero a tensión, As/td, no excede de 0.008 (d es el peralte efectivo del muro en la dirección de la flexión). El brazo z se debe obtener con la **ecuación 6.7**

$$M_R = F_R\,A_s\,f_y\,z \qquad (6.6)$$

$$z = 0.8\,L \qquad \text{si } \frac{H}{L} \geq 1.0$$

$$z = 0.4\left(1 + \frac{H}{L}\right)L \qquad \text{si } 0.5 < \frac{H}{L} < 1.0$$

$$z = 1.2H \qquad \text{si } \frac{H}{L} \leq 0.5 \qquad (6.7)$$

Si P_u es mayor que $0.3\,FR\,t\,L\,f_c'$, se debe tomar en cuenta el trabajo del muro a flexocompresión de acuerdo con la **Sección 1302.3.**

En muros con relación H/L no mayor que 1.2, el refuerzo para flexión o flexocompresión que se calcule en la sección de momento máximo se debe prolongar recto y sin reducción en toda la altura del muro, distribuido en los extremos de éste en anchos iguales a (0.25-0.1H/L)L, medidos desde el correspondiente borde, pero no mayor cada uno que 0.4H.

Si la relación H/L es mayor que 1.2, el refuerzo para flexión o flexocompresión se debe colocar en los extremos del muro en anchos iguales a 0.15L, medidos desde el correspondiente borde. Arriba del nivel 1.2L este refuerzo se puede hacer variar de acuerdo con los diagramas de momentos y compresiones, respetando las disposiciones de la **Sección 1305.1.4**.

Cuando sean necesarios los elementos extremos a que se refiere la **Sección 1306.5.2.3**, el refuerzo por flexión se debe colocar en dichos elementos independientemente de la relación H/L.

En muros con patines se acepta considerar un ancho efectivo adyacente al alma del muro, tanto en el patín a compresión como en el que está a tensión, igual al menor de: la mitad de la distancia al paño del alma del muro más cercano, o 0.25H. La cimentación debe diseñarse para resistir las fuerzas demandadas, en su caso, por los elementos extremos, los patines, y el alma.

Si el muro posee aberturas, se debe considerar su influencia en la resistencia a flexión y cortante.

El refuerzo cuyo trabajo a compresión sea necesario para lograr la resistencia requerida debe restringirse contra el pandeo con estribos o grapas que cumplan con las disposiciones de la **Sección 1306.2.3**.

1306.5.2.3 Elementos de refuerzo en los extremos de muros. Deben suministrarse elementos de refuerzo en las orillas de muros estructurales donde el esfuerzo de compresión en la fibra más esforzada exceda de 0.2 bajo las cargas de diseño incluyendo el sismo; también se debe contar con este refuerzo en los bordes de aberturas en muros donde se exceda el límite anterior para el esfuerzo de compresión. Los elementos de refuerzo pueden interrumpirse en las zonas donde el máximo esfuerzo de compresión calculado sea menor que 0.15 . Los esfuerzos se deben calcular con las cargas de diseño, usando un modelo elástico lineal y las propiedades de secciones brutas.

Los elementos extremos a que se refiere esta sección deben contar, a todo lo largo, con el refuerzo transversal que se especifica en la **Sección 1304.2.3** para elementos a flexocompresión.

Un elemento extremo de un muro estructural se debe dimensionar como columna corta para que resista, como carga axial, la fuerza de compresión que le corresponda, calculada en la base del muro cuando sobre éste actúe el máximo momento de vuelco causado por las fuerzas laterales y las cargas debidas a la gravedad, incluyendo el peso propio y las que le trasmita el resto de la estructura. Se deben incluir los factores de carga y de resistencia que correspondan.

El refuerzo transversal de muros que tengan elementos extremos debe anclarse en los núcleos confinados de estos elementos, de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

1306.5.2.4 Fuerza cortante.

a) Fuerza cortante que toma el concreto. La fuerza cortante, VcR, que toma el concreto en muros se debe determinar con el criterio siguiente:

1) Si la relación de altura total a longitud, H/L del muro o H/L del segmento no excede de 1.5, se debe aplicar la expresión 6.8

$$V_{cR} = 0.27 F_R \sqrt{f_c^*}\ t L \qquad \textbf{(6.8)}$$

$$\left(V_{cR} = 0.85\ F_R \sqrt{f_c^*}\ t L \right)$$

2) Si H/L es igual a 2.0 o mayor, se deben aplicar las **expresiones 2.18 ó 2.19** en las que b se debe sustituir por el espesor del muro, t; y el peralte efectivo del muro se debe tomar igual a 0.8L. Cuando H/L esté comprendido entre 1.5 y 2.0 puede interpolarse linealmente.

3) En muros con aberturas, para valuar la fuerza cortante que toma el concreto en los segmentos verticales entre aberturas o entre una abertura y un borde, se debe tomar la mayor relación altura a longitud entre la del muro completo y la del segmento considerado.

b) Fuerza cortante que toma el acero del alma. El refuerzo necesario por fuerza cortante se debe determinar a partir de las **ecuaciones. 6.9 y 6.10**, respetando los requisitos de refuerzo mínimo que se establecen en la **Sección 1306.5.2.4 c.**

La cuantía de refuerzo horizontal, ph se debe calcular con la expresión

$$P_h = \frac{V_u - V_{cR}}{F_R f_y dt} \qquad (6.9)$$

y la del refuerzo vertical, p_v con

$$p_v = 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{H}{L} \right) (p_h - 0.0025) \qquad (6.10)$$

Donde:

$$p_h = \frac{A_{vh}}{s_h\ t}\ ;\ p_v = \frac{A_{vv}}{s_v\ t}\ ;$$

s_h, s_v separación de los refuerzos horizontal y vertical respectivamente;
A_{vh} área de refuerzo horizontal comprendida en una distancia s_h; y
A_{vv} área de refuerzo vertical comprendida en una distancia s_v.

No es necesario que la cuantía de refuerzo pv por fuerza cortante sea mayor que ph. Si la relación H/L no excede de 2.0, la cuantía pv no debe ser menor que ph.

Las barras verticales deben estar ancladas de modo que en la sección de la base del muro sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.

c) Refuerzo mínimo, separación y anclaje del refuerzo.
Cada una de las cuantías de refuerzo p_h y p_v no debe ser menor de 0.00125. El director responsable de obra puede autorizar el uso de cuantías menores, siempre que se garantice la seguridad de la estructura.

El refuerzo se debe colocar uniformemente distribuido con separación no mayor de 350 mm. Se debe poner en dos capas, cada una próxima a una cara del muro, cuando el espesor de éste exceda de 150 mm, o el esfuerzo cortante medio debido a las cargas de diseño sea mayor que 0.19 en MPa (o 0.6 en kg/cm²); en caso contrario, se puede colocar en una capa a medio espesor.

Todas las barras horizontales y verticales deben estar ancladas de modo que sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.

d) Limitación para V_u
En ningún caso se admite que la fuerza cortante de diseño, V_u, sea mayor que

$$0.63F_R\ Lt\ \sqrt{f_c^*} \qquad (6.10)$$

$$\left(2F_R\ \ Lt\ \sqrt{f_c^*}\right)$$

e) Aberturas.
Se debe proporcionar refuerzo en la periferia de toda abertura para resistir las tensiones que puedan presentarse. Como mínimo deben colocarse dos barras de 12.7 mm de diámetro (número 4), o su equivalente, a lo largo de cada lado de la abertura. El refuerzo se debe prolongar una distancia no menor que su longitud de desarrollo, *Ld*, desde las esquinas de la abertura.

Se debe revisar la necesidad de suministrar refuerzo en un borde según los incisos de la **Sección 1302.5.2.3.**

Las aberturas deben tomarse en cuenta al calcular rigideces y resistencias.

f) Juntas de colado.
Todas las juntas de colado deben cumplir con la **Sección 1310.3.10.**

1306.6 Ménsulas.

1306.6.1 Requisitos generales. Las disposiciones de esta sección son aplicables a ménsulas con relación entre la distancia de la carga vertical al paño donde arranca la ménsula, a, y el peralte efectivo medido en dicho paño, d, menor o igual a 1.0, y sujetas a una tensión horizontal de diseño, Phu, no mayor que la carga vertical de diseño, Pvu.

El peralte total en el extremo de la ménsula no debe ser menor que 0.5d.

La sección donde arranca la ménsula debe dimensionarse para que resista simultáneamente:
a) Una fuerza cortante, Pvu;
b) Un momento flexionante
$P_{vu}a+P_{hu}(h-d)$ (6.11)
c) Una tensión horizontal, Phu.

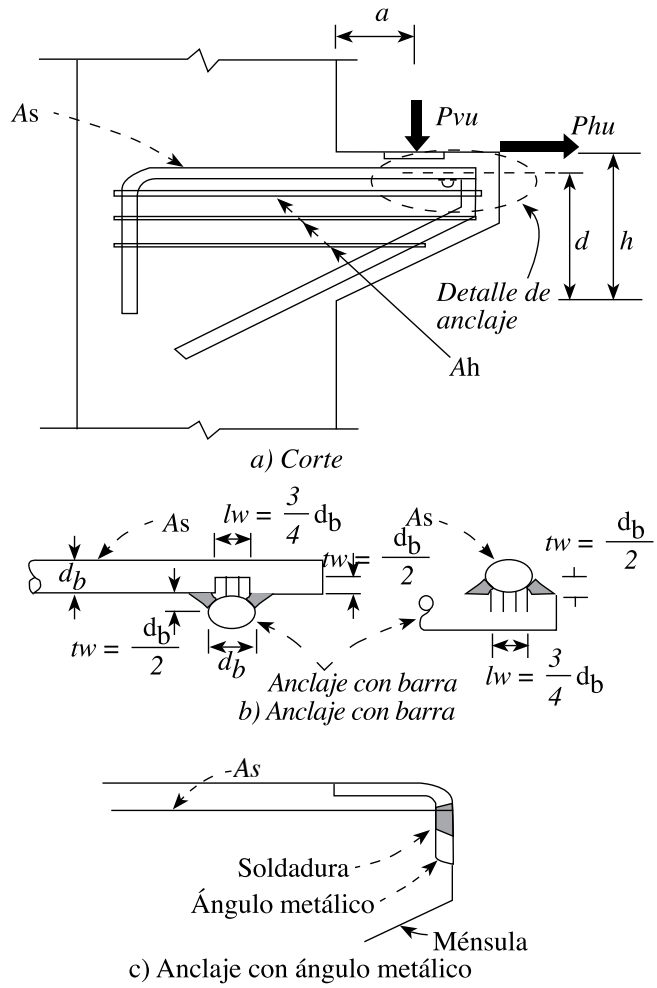


Figura 1306.1 Detalles de anclaje en ménsulas

De manera optativa al procedimiento señalado en las **Secciones 1306.6.2 a 1306.6.4**, se permite el uso de la teoría de la analogía de la armadura para la determinación del refuerzo en ménsulas. En todos los cálculos relativos a ménsulas, el factor de resistencia, F_R, se debe tomar igual a 0.8.

1306.6.2 Dimensionamiento del refuerzo. El refuerzo de una ménsula debe constar de barras principales de área *As*, y de estribos complementarios horizontales de área *Ah*, ver **Figura 1306.1.**

El área A_s se debe tomar como la mayor de las obtenidas con las expresiones siguientes:

$A_f + A_n$

$(2/3)A_{vf} + A_n$

La cuantía, A_s/bd, no debe ser menor que

$$0.04\frac{f_c'}{f_y}$$

El área A_h se debe tomar al menos igual a $0.5(A_s–A_n)$. En las expresiones anteriores, A_f es el área de refuerzo necesario para resistir el momento flexionante dado por la **ec. 6.16**.

El área *Avf*, es la del refuerzo para resistir la fuerza cortante *Pvu, y An,* la del necesario para resistir la tensión *Phu.*

El área A_f no debe exceder al área balanceada obtenida con la **ec. 2.3**, y puede calcularse con la **expresión 2.15**, suponiendo que el brazo z es igual a 0.9d.

El refuerzo *Avf* se debe determinar de acuerdo con el criterio de cortante por fricción de la Sección 1302.4.8. suponiendo la compresión Nu igual a cero.

El área An, se debe calcular como

$$\frac{P_{hu}}{F_R f_y}$$

La tensión, *Phu*, no se debe tomar menor que 0.2*Pvu*, a menos que se tomen precauciones especiales para evitar que se generen tensiones.

1306.6.3 Detallado del refuerzo. El refuerzo primario As debe anclarse en el extremo de la ménsula en alguna de las formas siguientes:

a) Soldándolo a una barra transversal de diámetro no menor que el de las barras que forman As. La soldadura debe ser capaz de permitir que As alcance su esfuerzo de fluencia;

b) Doblándolo horizontalmente de modo de formar barras en forma de letra U en planos horizontales; y

c) Mediante algún otro medio efectivo de anclaje.

El refuerzo Ah debe constar de estribos cerrados paralelos a las barras As, los cuales deben estar uniformemente repartidos en los dos tercios del peralte efectivo adyacentes al refuerzo As. Los estribos se deben detallar como se indica en la **Sección 1305.1.7**.

1306.6.4 Área de apoyo. El área de apoyo no debe extenderse más allá de donde termina la parte recta de las barras As, ni más allá del borde interior de la barra transversal de anclaje, cuando ésta se utilice.

SECCIÓN 1307
CONCRETO PREFABRICADO

1307.1 Requisitos generales. Las estructuras prefabricadas se deben diseñar con los mismos criterios empleados para estructuras coladas en el lugar, teniendo en cuenta las condiciones de carga que se presenten durante toda la vida útil de los elementos prefabricados, desde la fabricación, transporte y montaje de los mismos hasta la terminación de la estructura y su estado de servicio **Sección 1301.5**, así como las condiciones de restricción que den las conexiones, incluyendo la liga con la cimentación.

En la estructuración de edificios se debe proporcionar marcos o muros con resistencia a cargas laterales en dos ejes ortogonales de la estructura.

En los elementos estructurales de sección compuesta formados por prefabricados y colados en el lugar se deben aplicar los requisitos de la **Sección 1306.1.4**.

1307.2 Factor de comportamiento sísmico.
Las estructuras prefabricadas se deben diseñar por sismo con un factor Q igual a 2; sus conexiones deben cumplir con los requisitos de este capítulo.

1307.3 Conexiones. Las conexiones se deben diseñar de modo que el grado de restricción que suministren esté de acuerdo con lo supuesto en el análisis de la estructura, y deben ser capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos que se presentan en los extremos de cada una de las piezas que unen. Cuando una conexión forme parte del sistema estructural de soporte ante acciones laterales, debe resistir no menos que 1.3 veces el valor de diseño de las fuerzas y momentos internos que transmita.

Al detallar las conexiones deben especificarse las holguras para la m anufactura y el montaje. Los efectos acumulados de dichas holguras deben considerarse en el diseño de las conexiones. Cuando se diseñe la conexión para trabajar monolíticamente, las holguras deben rellenarse con mortero con estabilizador de volumen de manera que se garantice la transmisión de los esfuerzos de compresión y cortante. Todas las superficies de los elementos prefabricados que forman parte de una conexión deben tener un acabado rugoso, de 5 mm de amplitud aproximadamente; estas superficies se deben limpiar y se deben saturar de agua cuando menos 24 horas antes de colar la conexión. En el colado de la conexión se debe incluir un aditivo estabilizador de volumen.

1307.4 Sistemas de piso. En edificios con sistemas de piso prefabricados se debe garantizar la acción de diafragma rígido horizontal y la transmisión de las fuerzas horizontales a los elementos verticales. Para este fin se debe colar un firme estructural sobre los elementos prefabricados, el cual debe estar

reforzado con malla, o barras de acero colocadas al menos en la dirección perpendicular al eje de las piezas prefabricadas. El espesor del firme no debe ser menor que 60 mm, si el claro mayor del tablero es de 6.00 m ó más. En ningún caso debe ser menor que 30 mm. El refuerzo mínimo debe ser el establecido en la **Sección 1305.7**.

Cuando no pueda garantizarse mediante un firme la acción conjunta de los elementos prefabricados, se deben proveer conectores mecánicos a lo largo de los lados de las piezas adyacentes, según se requiera para transmitir las fuerzas cortantes en el plano, la tensión por cambio de temperatura y los efectos por contracción.

SECCIÓN 1308
CONCRETO LIGERO

1308.1 Requisitos generales. En estas Normas se entiende por concreto ligero aquel cuyo peso volumétrico en estado fresco es inferior a 19 kN/m³ (1.9 t/m³).

Sólo se permite el uso de concreto ligero en elementos secundarios. Su uso en elementos principales requiere de la autorización especial de la Administración. En el diseño de elementos estructurales de concreto ligero son aplicables los criterios para concreto de peso normal con las modificaciones que aquí se estipulan.

Se debe suponer que un elemento de concreto ligero reforzado alcanza su resistencia a flexocompresión cuando la deformación unitaria del concreto es 0.003*Ec/EL*, donde *Ec* y *EL*, son, respectivamente, los módulos de elasticidad del concreto de peso normal y ligero de igual resistencia.

En las fórmulas relacionadas con el cálculo de resistencias, aplicables a concreto de peso normal, se debe usar 1.6ft* en lugar de $\sqrt{f_c*}$ siendo ft* en MPa (0.5ft* en lugar de $\sqrt{f_c*}$ si se usan kg/cm²), la resistencia nominal a tensión indirecta obtenida de acuerdo con la **sección 1.5.1.3.**

El valor de *ft** que se use no debe ser mayor que 0.47 $\sqrt{f_c*}$ en MPa (1.5 $\sqrt{f_c*}$ en kg/cm²). Si no se conoce *ft** se debe suponer igual a 0.31 $\sqrt{f_c*}$ en MPa ($\sqrt{f_c*}$ en kg/cm²).

No son aplicables las fórmulas de peraltes mínimos que en elementos de peso normal permiten omitir el cálculo de deflexiones.

El módulo de elasticidad del concreto ligero se debe determinar experimentalmente, con un mínimo de seis pruebas para cada resistencia y cada tipo de agregado.

1308.2 Requisitos complementarios.
El refuerzo por cambios volumétricos que se estipula en la Sección 1305.7 debe ser obligatorio en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural, en metros, exceda de

$$\frac{2.35\overline{f_t}}{\sqrt{f_c'}} \qquad \textbf{(8.1)}$$

$$\left(\frac{0.75\overline{f_t}}{\sqrt{f_c'}}\right)$$

y las cuantías requeridas en ese inciso se deben incrementar en la relación

$$\frac{0.63\sqrt{f_c'}}{\overline{f_t}} \qquad \textbf{(8.2)}$$

$$\left(\frac{2\sqrt{f_c'}}{\overline{f_t}}\right)$$

f_c' y $\overline{f_t}$ en MPa (kg/cm²).

El esfuerzo $\overline{f_t}$ se define en la Sección 1301.5.1.3.

El refuerzo no se debe doblar con un radio menor que por el diámetro de la barra doblada ni menor que el que señale la respectiva Norma Mexicana de las indicadas en la Sección 1301.5.2, para la prueba de doblado.

Si se desconoce se debe sustituir por 0.38 en MPa (1.2 en kg/cm²) en las expresiones de esta sección.

SECCIÓN 1309
CONCRETO SIMPLE

1309.1 Limitaciones. El uso del concreto simple con fines estructurales se debe limitar a:

a) Miembros que estén apoyados sobre el suelo en forma continua, o soportados por otros miembros estructurales capaces de proporcionar apoyo vertical continuo;

b) Miembros para los cuales la acción de arco origina compresiones bajo todas las condiciones de carga; o

c) Muros y pedestales. No se permite el uso del concreto simple en columnas con fines estructurales.

1309.2 Juntas. Se deben proporcionar juntas de contracción o de aislamiento para dividir los miembros estructurales de concreto simple en elementos a flexión discontinuos. El tamaño de cada elemento debe limitar el incremento excesivo en los

esfuerzos internos generados por las restricciones al movimiento originado por la deformación diferida, la contracción por secado, y los efectos de temperatura.

En la determinación del número y localización de las juntas de contracción o aislamiento se le debe dar atención a: influencia de las condiciones climáticas; selección y proporcionamiento de materiales; mezclado, colocación y curado del concreto; grado de restricción al movimiento; esfuerzos debidos a las cargas que actúan sobre el elemento; y técnicas de construcción.

1309.3 Método de diseño. Los miembros de concreto simple se deben diseñar para una resistencia adecuada de acuerdo con estas Normas, usando factores de carga y de resistencia.

La resistencia de diseño de miembros estructurales de concreto simple en flexión y carga axial se deben basar en una relación esfuerzo–deformación lineal, tanto en tensión como en compresión.

No se debe transmitir tensión a través de bordes externos, juntas de construcción, juntas de contracción, o juntas de aislamiento de un elemento individual de concreto simple. No se debe suponer continuidad en flexión debido a tensión entre elementos estructurales adyacentes de concreto simple.

Cuando se calcule la resistencia a flexión, carga axial y flexión combinadas, y cortante, en el diseño se debe considerar la sección transversal completa, con excepción de los elementos colados contra el suelo a los cuales se debe reducir 50 mm del espesor total *h*.

1309.4 Esfuerzos de diseño.
Los esfuerzos calculados bajo cargas de diseño (ya multiplicadas por el factor de carga), suponiendo comportamiento elástico no deben exceder a los valores siguientes, donde F_R vale 0.65 en todos los casos:

a) Compresión por flexión

$$1.2 F_R f_c^* \qquad \textbf{(9.1)}$$

b) Tensión por flexión

$$0.53 F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; si se usan MPa} \qquad \textbf{(9.2)}$$

$$\left(1.7 F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; en kg/cm}^2 \right)$$

c) Compresión axial

$$0.7 F_R f_c^* \left[1 - \left(\frac{H'}{32h} \right)^2 \right] \qquad \textbf{(9.3)}$$

d) Cortante, como medida de la tensión diagonal en elementos angostos que trabajen en una dirección

$$0.06 F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; si se usan MPa} \qquad \textbf{(9.4)}$$

$$\left(0.2 F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; en kg/cm}^2 \right)$$

e) Cortante, como medida de la tensión diagonal cuando el elemento trabaje en dos direcciones y la falla sea cónica y piramidal alrededor de la carga (γ es la relación entre la dimensión menor de la zona cargada y la mayor)

$$(0.5+\gamma)\, 0.31 F_R \sqrt{f_c^*} \le 0.31 F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; si se usan MPa} \qquad (9.5)$$

$$(0.5+\gamma)\, F_R \sqrt{f_c^*} \le F_R \sqrt{f_c^*} \text{ ; en kg/cm}^2$$

NOTACIÓN

A Área de concreto a tensión dividida entre el número de barras; también, área de la sección definida por el plano crítico de cortante por fricción, mm² (cm²)
A1 Área de contacto en la revisión por aplastamiento, mm² (cm²)
A2 Área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrico con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga, mm² (cm²)
Ac Área transversal del núcleo, hasta la orilla exterior del refuerzo transversal, mm² (cm²)
Acm Área bruta de la sección de concreto comprendida por el espesor del muro y la longitud de la sección en la dirección de la fuerza cortante de diseño, mm² (cm²)
Acp Área de la sección transversal del elemento, incluida dentro del perímetro del elemento de concreto, mm² (cm²)
Acr Área de la sección crítica para transmitir cortante entre columnas y losas o zapatas, mm² (cm²)
Af Área del acero de refuerzo principal necesario para resistir el momento flexionante en ménsulas, mm² (cm²)
Ag Área bruta de la sección transversal, mm² (cm²)
Ah Área de los estribos complementarios horizontales en ménsulas, mm² (cm²)
An Área del acero de refuerzo principal necesario para resistir la fuerza de tensión horizontal Phu en ménsulas, mm² (cm²)
Aoh Área comprendida por el perímetro ph, mm² (cm²)
As Área de refuerzo longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión; también, área total del refuerzo longitudinal en columnas; o también, área de las barras principales en ménsulas, mm² (cm²)
As' Área de acero de refuerzo longitudinal en

compresión en elementos a flexión, mm² (cm²)
As,mín Área mínima de refuerzo longitudinal de secciones rectangulares, mm² (cm²)
Ash Área del acero de refuerzo transversal por confinamiento en elementos a flexocompresión, mm² (cm²)
Asp Área del acero de refuerzo que interviene en el cálculo de la resistencia a flexión de vigas T e I sin acero de compresión, mm² (cm²)
Atr Área total de las secciones rectas de todo el refuerzo transversal comprendido en la separación s, y que cruza el plano potencial de agrietamiento entre las barras que se anclan, mm² (cm²)
Av Área de todas las ramas de refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia s, mm² (cm²)
Avf Área del acero de refuerzo por cortante por fricción, mm² (cm²)
Avm Área de acero de refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia sm en muros y segmentos de muro, mm² (cm²)
Avn Área de acero de refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia sn en muros y segmentos de muro, mm² (cm²)
a Profundidad del bloque de esfuerzos a compresión en el concreto, mm (cm)
a*1*, a*2* Respectivamente, claros corto y largo de un tablero de una losa, o lados corto y largo de una zapata, m
as Área transversal de una barra, mm² (cm²)
as1 Área transversal del refuerzo por cambios volumétricos, por unidad de ancho de la pieza, mm²/mm (cm²/cm)
b Ancho de una sección rectangular, o ancho del patín a compresión en vigas T, I o L, mm (cm)
b' Ancho del alma de una sección T, I o L, mm (cm)
bc Dimensión del núcleo de un elemento a flexo compresión, normal al refuerzo de área Ash, mm (cm)
be Ancho efectivo para resistir fuerza cortante de la unión viga–columna, mm (cm)
bo Perímetro de la sección crítica por tensión diagonal alrededor de cargas concentradas a reacciones en losas y zapatas, mm (cm)
bv Ancho del área de contacto en vigas de sección compuesta, mm (cm)
Cf Coeficiente de deformación axial diferida final
Cm Factor definido en la sección 1.4.2.2 y que toma en cuenta la forma del diagrama de momentos flexionantes
c Separación o recubrimiento; también, profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión; o también, en muros, la mayor profundidad del eje neutro calculada para la carga axial de diseño y el momento resistente (igual al momento último resistente con factor de resistencia unitario) y consistente con el desplazamiento lateral de diseño, □u, mm (cm)
D Diámetro de una columna, mm (cm)
Dp Diámetro de un pilote en la base de la zapata, mm (cm)
d Peralte efectivo en la dirección de flexión; es decir, distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra extrema de compresión, mm (cm)
d' Distancia entre el centroide del acero de compresión y la fibra extrema a compresión, mm (cm)
db Diámetro nominal de una barra, mm (cm)
dc Recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella, mm (cm)
Ec Módulo de la elasticidad del concreto de peso normal, MPa (kg/cm²)
EL Módulo de elasticidad del concreto ligero, MPa (kg/cm²)
Es Módulo de elasticidad del acero, MPa (kg/cm²)
ex Excentricidad en la dirección X de la fuerza normal en elementos a flexocompresión, mm (cm)
ey Excentricidad en la dirección Y de la fuerza normal en elementos a flexocompresión, mm (cm)
Fab Factor de amplificación de momentos flexionantes en elementos a flexocompresión con extremos restrin¬gidos lateralmente
FR Factor de resistencia
fb Esfuerzo de aplastamiento permisible, MPa (kg/cm²)
fc' Resistencia especificada del concreto a compresión, MPa (kg/cm²)
fc'' Valor del esfuerzo en el bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión, MPa (kg/cm²)
Resistencia media a compresión del concreto, MPa (kg/cm²)
fc* Resistencia nominal del concreto a compresión, MPa (kg/cm²)
Resistencia media a tensión por flexión del concreto o módulo de rotura, MPa (kg/cm²)
ff* Resistencia nominal del concreto a flexión, MPa (kg/cm²)
fs Esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, MPa (kg/cm²)
Resistencia media del concreto a tensión, MPa (kg/cm²)
ft* Resistencia nominal del concreto a tensión, MPa (kg/cm²)
fy Esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo, MPa (kg/cm²)
fyv Esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir fuerza cortante, MPa (kg/cm²)
H Longitud libre de un miembro a flexocompresión, o altura del segmento o tablero del muro en consideración, en ambos casos perpendicular a la dirección de la fuerza cortante, mm (cm)
H' Longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión, mm (cm)
Hcr Altura crítica de un muro, mm (cm)
Hm Altura total de un muro, mm (cm)
h Peralte total de un elemento, o dimensión transversal de un miembro paralela a la flexión o a la fuerza cortante; también, altura de entrepiso eje a

eje, mm (cm)
h1 Distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión, mm (cm)
h2 Distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada a tensión, mm (cm)
hs, hp Peralte de viga secundaria y principal, respectivamente, mm (cm)
Iag Momento de inercia de la sección transformada agrietada, mm4 (cm4)
Ig Momento de inercia centroidal de la sección bruta de concreto de un miembro, mm4 (cm4)
k Factor de longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión;
L Claro de un elemento; también, longitud de un muro o de un tablero de muro en la dirección de la fuerza cortante de diseño, mm (cm)
Ld Longitud de desarrollo, mm (cm)
LdbLongitud básica de desarrollo, mm (cm)
M Momento flexionante que actúa en una sección, N·mm (kg·cm)
M1 Menor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión, N·mm (kg·cm)
M2 Mayor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión, N·mm (kg-cm)
M1b, M2b Momentos flexionantes multiplicados por el factor de carga, en los extremos respectivos donde actúan M1 y M2, producidos por las cargas que no causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden, N·mm
(kg·cm)
Mag Momento de agrietamiento, N·mm (kg·cm)
Mc Momento flexionante amplificado resultado de la revisión por esbeltez, N·mm (kg·cm)
MRMomento flexionante resistente de diseño, N·mm (kg·cm)

MRx Momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje X, N·mm (kg·cm)
MRy Momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje Y, N·mm (kg·cm)
Mu Momento flexionante de diseño, N·mm (kg·cm)
Mux Momento flexionante de diseño alrededor del eje X, N·mm (kg·cm)
Muy Momento flexionante de diseño alrededor del eje Y, N·mm (kg·cm)
m Relación a1/a2
Nu Fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico en la revisión por fuerza cortante por fricción, N (kg)
n Número de barras sobre el plano potencial de agrietamiento
P Carga axial que actúa en una sección; también, carga concentrada en losas, N (kg)
Pc Carga axial crítica, N (kg)
Phu Fuerza de tensión horizontal de diseño en ménsulas, N (kg)
PR Carga normal resistente de diseño, N (kg)
PR0 Carga axial resistente de diseño, N (kg)
PRx Carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad ex, N (kg)
PRy Carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad ey, N (kg)
Pu Fuerza axial de diseño, N (kg)
Pvu Fuerza vertical de diseño en ménsulas, N (kg)
p Cuantía del acero de refuerzo longitudinal a tensión:
p = (en vigas);
p = (en muros); y
p = (en columnas).
p′ Cuantía del acero de refuerzo longitudinal a compresión:
p′ = (en elementos a flexión).
pcpPerímetro exterior de la sección transversal de concreto del elemento, mm (cm)
ps Cuantía volumétrica de refuerzo helicoidal o de estribos circulares en columnas
Q Factor de comportamiento sísmico
q′ =
Rb Distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella, mm (cm)
r Radio de giro de una sección, mm (cm)
s Separación del refuerzo transversal, mm (cm)
t Espesor del patín en secciones I o L, o espesor de muros, mm (cm)
V Fuerza cortante que actúa en una sección, N (kg)
VcR fuerza cortante de diseño que toma el concreto, N (kg)
VsR Fuerza cortante se diseño que toma el acero de refuerzo transversal, N (kg)
Vu Fuerza cortante de diseño, N (kg)
vn Esfuerzo cortante horizontal entre los elementos que forman una viga compuesta, MPa (kg/cm²)
vu Esfuerzo cortante de diseño, MPa (kg/cm²)
WuSuma de las cargas de diseño muertas y vivas, multiplicadas por el factor de carga correspondiente, acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado, N (kg)
w Carga uniformemente distribuida, kN/m² (kg/m²)
x1 Dimensión mínima del miembro medida perpendicular¬mente al refuerzo por cambios volumétricos, mm (cm)
z Brazo del par interno en vigas diafragma y muros, mm (cm)

β_1 Factor definido en el inciso 2.1.e que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión, como una fracción de la profundidad del eje neutro, c
γ Relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción
Δ Desplazamiento de entrepiso producido por la fuerza cortante de entrepiso V, mm (cm)

δ_f Deformación axial final, mm (cm)
δ_i Deformación axial inmediata, mm (cm)

ε_{cf} Contracción por secado final
θ Ángulo que el acero de refuerzo transversal por

tensión diagonal forma con el eje de la pieza; también, ángulo con respecto al eje de la viga diafragma que forma el elemento de refuerzo diagonal, grados

λ Índice de estabilidad

μ Coeficiente de fricción para diseño de cortante por fricción; también, coeficiente de fricción por curvatura en concreto presforzado

φ Ángulo, con respecto al eje de la pieza, que forman las diagonales de compresión que se desarrollan en el concreto para resistir tensión según la teoría de la analogía de la armadura espacial, grados

φA, φB Cociente de $\sum(I/L)$ de las columnas, entre $\sum(I/L)$ de los miembros de flexión que llegan al extremo A o B de una columna, en el plano considerado

CAPÍTULO 14 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

SECCIÓN 1401
CONSIDERACIONES GENERALES

1401.1 Alcance. Estas Normas contienen requisitos mínimos para el análisis y diseño de estructuras de mampostería en edificaciones para vivienda.

Los métodos simplificados prescritos en estas normas están dirigidos a edificaciones pequeñas y de carácter no repetitivo. Para los proyectos tipo en los grandes conjuntos habitacionales deben aplicarse los procedimientos más refinados entre los especificados en los distintos capítulos de estas normas.

Las **Secciones 1402 y 1403** de estas disposiciones se aplican al análisis y diseño de estructuras de mampostería con muros constituidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, o por piedras naturales unidas por un mortero aglutinante. Incluyen muros reforzados con armados interiores, castillos, cadenas o contrafuertes.

Las **Secciones 1404 a 1408** se refieren a los diferentes sistemas constructivos a base de mampostería con piedras artificiales. Si bien el comportamiento de los sistemas constructivos es, en términos generales, similar, se establece la división en capítulos para facilitar el proceso de análisis y diseño.

1401.2 Unidades. Las disposiciones de estas Normas se presentan en unidades del sistema internacional, y entre paréntesis en sistema métrico decimal usual (cuyas unidades básicas son metro, kilogramo fuerza y segundo).

Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

1401.3 Otros tipos de piezas y otras modalidades de refuerzo y construcción de muros. Cualquier otro tipo de piezas, de refuerzo o de modalidad constructiva a base de mampostería, diferente de los aquí comprendidos, debe ser evaluado.

1401.4 Materiales para mampostería. Los materiales deben cumplir lo establecido en el Capítulo 20 de este código y las siguientes consideraciones.

1401.4.1 Resistencia a compresión de las piezas. La resistencia a compresión de las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería se debe determinar para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensaye especificado en la norma **NMX-C-036.**

Para diseño, se debe emplear un valor de la resistencia, f_p*, medida sobre el área bruta, que se determina como el que es alcanzado por lo menos por el 98 por ciento de las piezas producidas.

La resistencia de diseño se debe determinar con base en la información estadística existente sobre el producto o a partir de muestreos de la pieza, ya sea en planta o en obra. Si se opta por el muestreo, se deben obtener al menos tres muestras, cada una de diez piezas, de lotes diferentes de la producción. Las 30 piezas así obtenidas se deben ensayar en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. La resistencia de diseño se calcula como

$$f_p^* = \frac{\overline{f_p}}{1 + 2.5\, c_p} \qquad (2.1)$$

Donde:
$\overline{f_p}$ media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta; y
c_p coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas.

El valor de cp no se debe tomar menor que 0.20 para piezas provenientes de plantas mecanizadas que evidencien un sistema de control de calidad como el requerido en la norma **NMX-C-404-ONNCCE**, ni que 0.30 para piezas de fabricación mecanizada, pero que no cuenten con un sistema de control de calidad, ni que 0.35 para piezas de producción artesanal.

El sistema de control de calidad se refiere a los diversos procedimientos documentados de la línea de producción de interés, incluyendo los ensayes rutinarios y sus registros.

Para fines de estas Normas, la resistencia mínima a compresión de las piezas de la Norma Mexicana **NMX-C-404-ONNCCE** corresponde a la resistencia f_p*.

SECCIÓN 1402
DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

1402.1 Resistencia a compresión. La resistencia de diseño a compresión de la mampostería, fm*, sobre área bruta, se debe determinar con alguno de los tres procedimientos indicados en las **Secciones 1402.1.1 a 1402.1.2.** El valor de la resistencia en esta Norma está referido a 28 días. Si se considera que el muro recibe las acciones de diseño antes de este lapso, se debe valuar la resistencia para el tiempo estimado según la **Sección 1602.8.1.1.**

1402.1.1. Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se empleen en la obra. Las pilas Fig. 1402.1 deben estar formadas por lo menos con tres piezas sobrepuestas. La relación altura a espesor de la pila debe estar comprendida entre dos y cinco; las pilas se deben ensayar a la edad de 28 días. En la elaboración, curado, transporte, almacenamiento, cabeceado y procedimiento de ensaye de los especímenes se debe seguir la Norma Mexicana correspondiente.

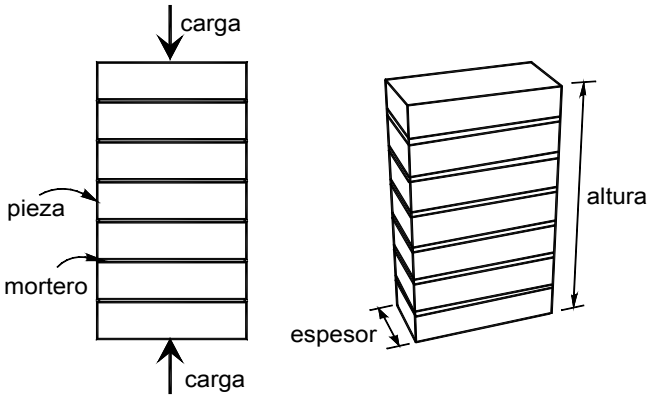


Figura 1402.1 Pila para prueba en compresión

La determinación se debe hacer en un mínimo de nueve pilas en total, construidas con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes del mismo producto.

El esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se debe corregir multiplicándolo por los factores de la **Tabla 1402.1.**

Tabla 1402.1 Factores correctivos para las resistencias de pilas con diferentes relaciones altura a espesor

Relación altura a espesor de la pila[1]	2	3	4	5
Factor correctivo	0.75	0.90	1.00	1.05

[1]Para relaciones altura a espesor intermedias se debe interpolar linealmente.

La resistencia de diseño a compresión se debe calcular como

$$f_m^* = \frac{\overline{f_m}}{1 + 2.5\, c_m} \qquad (2.3)$$

Donde:

$\overline{f_m}$ media de la resistencia a compresión de las pilas, corregida por su relación altura a espesor y referida al área bruta; y

c_m coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las pilas de mampostería, que en ningún caso se debe tomar inferior a 0.15.

1402.1.2 A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero. Las piezas y el mortero deben cumplir con los requisitos de calidad especificados en el **Capitulo 22.**

a) Para bloques y tabiques de concreto con relación altura a espesor no menor que 0.5, y con $f_p^* \geq$ 10 MPa (100 kg/cm²), la resistencia de diseño a compresión puede ser la que indica la **Tabla 1402.2.**

Tabla 1402.2 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de concreto (fm*, sobre área bruta)

f_p^*, MPa (kg/cm²)[1]	f_m^*, MPa (kg/cm²)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
6 60)	2.5 (25)	2 (20)	2 (20)
7.5 (75)	4 (40)	3.5 (35)	3 (30)
10 (100)	5 (50)	4.5 (45)	4 (40)
15 (150)	7.5 (75)	6 (60)	6 (60)
≥ 20 (200)	10 (100)	9 (90)	8 (80)

[1] Para valores intermedios de f_p^* se debe interpolar linealmente para un mismo tipo de mortero.

Los valores f_m^* de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia f_p^* señalada en ella y con la **Sección 1492.1**, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con la **Sección 1402.1.1.**

b) Para piezas de barro con relación altura a espesor no menor que 0.5, la resistencia de diseño a compresión puede ser la que se obtiene de la **Tabla 1402.3.**

Tabla1402.3 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de barro (fm*, sobre área bruta)

f_p*, MPa (kg/cm²)1	f_m*, MPa (kg/cm²)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
6 (60)	2 (20)	2 (20)	2 (20)
7.5 (75)	3 (30)	3 (30)	2.5 (25)
10 (100)	4 (40)	4 (40)	3 (30)
15 (150)	6 (60)	6 (60)	4 (40)
20 (200)	8 (80)	7 (70)	5 (50)
30 (300)	12 (120)	9 (90)	7 (70)
40 (400)	14 (140)	11 (110)	9 (90)
≥ 50 (500)	16 (160)	13 (130)	11 (110)

1 Para valores intermedios de fp* se debe interpolar linealmente para un mismo tipo de mortero.

Los valores f_m* de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia f_p* señalada en ella y con la **Sección 1402.1**, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con la **Sección 1402.1.1**.

1402.1.3 Valores indicativos. Si no se realizan determinaciones experimentales pueden emplearse los valores de fm* que, para distintos tipos de piezas y morteros, se presentan en la **Tabla 1402.1.**

Tabla 1402.4 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería, fm*, para algunos tipos de piezas, sobre área bruta

Tipo de pieza (que cumple la NMX-C404-ONNCCE)	f_m*, MPa (kg/cm²)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido (fp* ≥6 MPa, 60 kg/cm²)	1.5 (15)	1.5 (15)	1.5 (15)
Tabique de barro con huecos verticales (fp* ≥ 12 MPa, 120 kg/cm²)	4 (40)	4 (40)	3 (30)
Bloque de concreto (pesado1) (fp* ≥ 10 MPa, 100 kg/cm²)	2 (20)	1.5 (15)	1.5 (15)
Tabique de concreto (tabicón) (fp*≥10MPa,100kg/cm²)	2 (20)	1.5 (15)	1.5 (15)

Piezas, sobre área bruta

1 Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 20 kN/m³ (2000 kg/m³).

Los valores f_m* de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia f_p* señalada en ella y con la **Sección 1402.1**, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con la **Sección 1402.1.1**.

1402.1.3 Resistencia a compresión diagonal. La resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, v_m*, sobre área bruta de la diagonal, se debe determinar con alguno de los dos procedimientos indicados en las **Secciones 1402.1.2.1 y 1402.1.2.2.** El valor de la resistencia en esta Norma está referido a 28 días. Si se considera que el muro recibe las acciones de diseño antes de este lapso, se debe valuar la resistencia para el tiempo estimado según la **Sección 1402.1.2.1.**

1402.1.3.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplean en la obra. Los muretes Figura 1402.3 deben tener una longitud de al menos una vez y media la longitud de la pieza y el número de hiladas necesario para que la altura sea aproximadamente igual a la longitud. Los muretes se deben ensayar sometiéndolos a una carga de compresión monótona a lo largo de su diagonal y el esfuerzo cortante medio se debe determinar dividiendo la carga máxima entre el área bruta del murete medida sobre la misma diagonal.

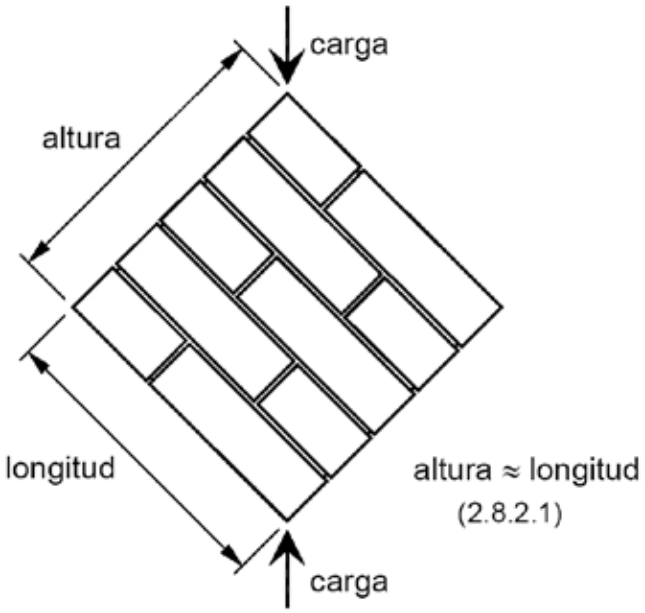


Figura 1402.2 Murete para prueba en compresión diagonal

Los muretes se deben ensayar a la edad de 28 días. En la elaboración, curado, transporte, almacenamiento,

cabeceado y procedimiento de ensaye de los especímenes se debe seguir la Norma Mexicana correspondiente.

La determinación se debe hacer sobre un mínimo de nueve muretes construidos con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes.

La resistencia de diseño a compresión diagonal, v_m^*, debe ser igual a

$$v_m^* = \frac{\overline{v_m}}{1 + 2.5\, c_v} \qquad (2.4)$$

Donde:
$\overline{v_m}$ media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga; y
c_v coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes, que en ningún caso se debe tomar inferior a 0.20.

Para muros que dispongan de algún sistema de refuerzo cuya contribución a la resistencia se quiera evaluar o que tengan características que no pueden representarse en el tamaño del murete, las pruebas de compresión diagonal antes descritas deben realizarse en muros de al menos 2 m de lado.

1402.1.3.2 Valores indicativos. Si no se realizan ensayes de muretes, la resistencia de diseño a compresión diagonal debe ser la que indica la **Tabla 1402.5.** Las piezas huecas referidas en la tabla deben cumplir con lo dispuesto en la **Sección 1402.1.1.**

Tabla 1402.5 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta

Pieza	Tipo de mortero	v_m^* [1], MPa (kg/cm²)
Tabique de barro recocido ($f_p^* \geq$ 6 MPa, 60 kg/cm²)	I II y III	0.35 (3.5) 0.3 (3)
Tabique de barro con huecos verticales ($f_p^* \geq$ 12 MPa, 120 kg/cm²)	I II y III	0.3 (3) 0.2 (2)
Bloque de concreto (pesado[2]) ($f_p^* \geq$ 10 MPa, 100 kg/cm²)	I II y III	0.35 (3.5) 0.25 (2.5)
Tabique de concreto (tabicón) ($f_p^* \geq$ 10 MPa, 100 kg/cm²)	I II y III	0.3 (3) 0.2 (2)

[1] Cuando el valor de la tabla sea mayor que $0.25\sqrt{f_m^*}$, en MPa ($0.8\sqrt{f_m^*}$, en kg/cm²) se debe tomar este último valor como v_m^*.
[2] Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 20 kN/m³ (2000 kg/m³).

Los valores v_m^* de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia f_p^* señalada en ella y con la **Sección 1402.1**, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm. Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con la **Sección 1402.1.1.**

1402.1.4 Resistencia al aplastamiento. Cuando una carga concentrada se transmite directamente a la mampostería, el esfuerzo de contacto no debe exceder de $0.6 f_m^*$.

1402.1.5 Resistencia a tensión. Se debe considerar que es nula la resistencia de la mampostería a esfuerzos de tensión perpendiculares a las juntas. Cuando se requiera esta resistencia debe proporcionarse el acero de refuerzo necesario.

1402.1.6 Módulo de elasticidad. El módulo de elasticidad de la mampostería, E_m, se debe determinar con alguno de los procedimientos indicados en las **Secciones 1402.1.6.1 y 1402.1.6.2.**

1402.1.6.1 Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplean en la obra. Se deben ensayar pilas del tipo, a la edad y en la cantidad indicados en la **Sección 1402.1.1.** El módulo de elasticidad para cargas de corta duración se debe determinar según lo especificado en la Norma Mexicana correspondiente.

Para obtener el módulo de elasticidad para cargas sostenidas se deben considerar las deformaciones diferidas debidas al flujo plástico de las piezas y el mortero. Optativamente, el módulo de elasticidad para cargas de corta duración obtenida del ensaye de pilas se puede dividir entre 2.3 si se trata de piezas de concreto, o entre 1.7 si se trata de piezas de barro o de otro material diferente del concreto.

1402.1.6.2 Determinación a partir de la resistencia de diseño a compresión de la mampostería.

a) Para mampostería de tabiques y bloques de concreto:
$E_m = 800\, f_m^*$ para cargas de corta duración (2.5)
$E_m = 350\, f_m^*$ para cargas sostenidas (2.6)

b) Para mampostería de tabique de barro y otras piezas, excepto las de concreto:
$E_m = 600\, f_m^*$ para cargas de corta duración (2.7)
$E_m = 350\, f_m^*$ para cargas sostenidas (2.8)

1402.1.7 Módulo de cortante. El módulo de cortante de la mampostería, G_m, se debe determinar con

alguno de los procedimientos indicados en las **Secciones 1402.1.7.1 y 1402.1.7.2.** Se debe aplicar la **Sección 1602.8.6.2** si el módulo de elasticidad se determina según la **Sección 1402.1.6.2.**

1402.1.7.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplean en la obra. Se deben ensayar muretes del tipo, a la edad y en la cantidad señalados en la **Sección 1402.1.1.** El módulo de cortante se debe determinar según lo especificado en la Norma Mexicana correspondiente.

1402.1.7.2 Determinación a partir del módulo de elasticidad de la mampostería. Si se opta por usar la Sección 1402.1.6.2 para determinar el módulo de elasticidad de la mampostería, el módulo de cortante de la mampostería se puede tomar como

$$Gm = 0.4\ E_m \qquad (2.9)$$

SECCIÓN 1403
ESPECIFICACIONES GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO

1403.1 Criterios de diseño. El dimensionamiento y detallado de elementos estructurales se debe hacer de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio establecidos en estas Normas. Adicionalmente, se deben diseñar las estructuras por durabilidad. Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se deben determinar de acuerdo con los criterios prescritos en la **Sección 1403.2.**

1403.1.1 Estado límite de falla. Según el criterio de estado límite de falla, las estructuras y elementos estructurales deben dimensionarse y detallarse de modo que la resistencia de diseño en cualquier sección sea al menos igual al valor de diseño de la fuerza o momento internos.

Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia, FR, prescrito en la **Sección 1403.1.4.**

Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga, los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo las acciones especificadas en las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda.

1403.1.2 Estado límite de servicio. Se debe comprobar que las respuestas de la estructura (asentamientos, deformación, agrietamiento, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

1403.1.3 Diseño por durabilidad. Se deben diseñar y detallar las estructuras por durabilidad para que la expectativa de vida útil sea de 50 años. Los requisitos mínimos establecidos en estas Normas son válidos para elementos expuestos a ambientes no agresivos, tanto interior como exteriormente, y que corresponden a una clasificación de exposición A1 y A2, según las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda. Si el elemento está expuesto a ambientes más agresivos, se deben aplicar los criterios de diseño por durabilidad de estructuras de concreto.

1403.1.4 Factores de resistencia. Los valores del factor de resistencia deben ser los siguientes.

1403.1.4.1 En muros sujetos a compresión axial.

F_R=0.6 para muros confinados **Sección 1405** o reforzados interiormente **Sección 1406.**

F_R=0.3 para muros parcialmente reforzados **Sección 1407.**

1403.1.4.2 En muros sujetos a flexocompresión en su plano o a flexocompresión fuera de su plano. Para muros confinados Sección 1405 o reforzados interiormente Sección 1406.

F_R=0.8 si $P_u \leq \frac{P_R}{3}$

F_R=0.6 si $P_u \leq \frac{P_R}{3}$

Para muros parcialmente reforzados **Sección 1407.**

F_R=0.3

1403.1.4.3 En muros sujetos a fuerza cortante.

F_R=0.7

Para muros diafragma **Sección 1404**, muros confinados **Sección 1405** y muros con refuerzo interior **Sección 1406.**

F_R=0.4 para muros parcialmente reforzados **Sección 1407.**

1403.1.5 Contribución del refuerzo a la resistencia a cargas verticales. La contribución a la resistencia a carga vertical de castillos y dalas o del refuerzo interior se debe considerar según las **Secciones 1405.3.1 y 1406.3.1.**

1403.1.6 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión. La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se debe efectuar con el criterio de resistencia a flexocompresión que se especifica para concreto reforzado, y con base en las hipótesis siguientes:

a) La mampostería se comporta como un material homogéneo.

b) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.

c) Los esfuerzos de tensión son resistidos por el acero de refuerzo únicamente.

d) Existe adherencia perfecta entre el acero de refuerzo vertical y el concreto o mortero de relleno que lo rodea.

e) La sección falla cuando se alcanza, en la mampostería, la deformación unitaria máxima a compresión que se debe tomar igual a 0.003.

f) A menos que ensayes en pilas permitan obtener una mejor determinación de la curva esfuerzo – deformación de la mampostería, ésta se debe suponer lineal hasta la falla.

En muros con piezas huecas en los que no todas las celdas estén rellenas con mortero o concreto, se debe considerar el valor de fm* de las piezas huecas sin relleno en la zona a compresión.

Muros sometidos a momentos flexionantes, perpendiculares a su plano deben poder ser confinados o bien reforzados interiormente. En este último caso puede determinarse la resistencia a flexocompresión tomando en cuenta el refuerzo vertical del muro, cuando la separación de éste no exceda de seis veces el espesor de la mampostería del muro, t.

1403.1.7 Resistencia de la mampostería a cargas laterales. La fuerza cortante que toma la mampostería, según las modalidades descritas en las **Secciones 1404 a 1408**, se basa en el esfuerzo cortante resistente de diseño que, en estas Normas, se toma igual a la resistencia a compresión diagonal, vm*.

1403.1.8 Factor de comportamiento sísmico. Para diseño por sismo, se debe usar el factor de comportamiento sísmico, Q indicado en las Normas para Diseño por Sismo para Vivienda y en estas Normas. El factor de comportamiento sísmico depende del tipo de pieza usado en los muros **Sección 1402.1.1**, de la modalidad del refuerzo **Sección 1405 a 1408**, así como de la estructuración del edificio.

Cuando la estructuración sea mixta, es decir a base de marcos de concreto o acero y de muros de carga (como ocurre en edificios con plantas bajas a base de marcos que soportan muros de mampostería), se debe usar, en cada dirección de análisis, el menor factor de comportamiento sísmico. Además, se debe satisfacer lo indicado en las Normas para Diseño por Sismo para Vivienda.

1403.1.9 Diseño de cimentaciones. Las cimentaciones de estructuras de mampostería se deben dimensionar y detallar de acuerdo con lo especificado en las Normas sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda, en las Normas para Diseño y Construcción de Cimentaciones para Vivienda en las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda y en la **Sección 1408.4** de estas Normas, según corresponda.

Los elementos de la cimentación deben diseñarse para que resistan los elementos mecánicos de diseño y las reacciones del terreno, de modo que las fuerzas y momentos se transfieran al suelo en que se apoyan sin exceder la resistencia del suelo. Se deben revisar los asentamientos máximos permisibles.

El refuerzo vertical de muros y otros elementos debe extenderse dentro de las zapatas, sean éstas de concreto o mampostería, o losa de cimentación y debe anclarse de modo que pueda alcanzarse el esfuerzo especificado de fluencia a la tensión. El anclaje se debe revisar según la Sección 1605.1 de las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda. El refuerzo vertical debe rematarse en dobleces a 90 grados cerca del fondo de la cimentación, con los tramos rectos orientados hacia el interior del elemento vertical.

Las losas de cimentación de concreto reforzado deben diseñarse como diafragmas.

1403.1.10 Diseño de sistemas de piso y techo. Los sistemas de piso y techo de las estructuras de mampostería se deben dimensionar y detallar de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio, así como de durabilidad. Asimismo, deben cumplir los requisitos aplicables de las Normas correspondientes, según el material del que se trate.

En todo caso, la transmisión de fuerzas y momentos internos entre los muros y los sistemas de piso y techo no debe depender de la fricción entre los elementos.

Si es el caso, las barras de refuerzo de los elementos resistentes de piso y techo deben anclarse sobre los muros de modo que puedan alcanzar el esfuerzo especificado de fluencia a la tensión.

Si los sistemas de piso o techo transmiten fuerzas laterales en su plano, como las inducidas por los sismos, a o entre elementos resistentes a fuerzas laterales, se deben cumplir los requisitos correspondientes a diafragmas, según el material del que se trate.

Si los sistemas de piso y techo están hechos a base de paneles, se debe cumplir lo especificado en la norma **NMX-C-405-ONNCCE.**

Si se usan sistemas de vigueta y bovedilla se debe cumplir con los requisitos de la norma

NMX-C-406-ONNCCE. Cuando las bovedillas se apoyen en muros paralelos a las viguetas, la longitud de apoyo debe ser al menos de 50 mm. En ningún caso, las bovedillas y las viguetas deben obstruir el paso de las dalas de confinamiento.

1403.2 Métodos de análisis.

1403.2.1 Criterio general. La determinación de las fuerzas y momentos internos en los muros se debe hacer, en general, por medio de un análisis elástico de primer orden. En la determinación de las propiedades elásticas de los muros debe considerarse que la mampostería no resiste tensiones en dirección normal a las juntas y emplear, por tanto, las propiedades de las secciones agrietadas y transformadas cuando dichas tensiones aparezcan.

Los módulos de elasticidad del acero de refuerzo y de la mampostería, así como el módulo de cortante de la mampostería, se deben tomar como se indica en el Capítulo 20 respectivamente. Para el concreto se debe usar el valor supuesto en el **"Capítulo 13 Diseño de Estructuras de Concreto para Vivienda"**.

1403.2.2 Análisis por cargas verticales.

1403.2.2.1 Criterio básico. Para el análisis por cargas verticales se debe tomar en cuenta que en las juntas de los muros y los elementos de piso ocurren rotaciones locales debidas al aplastamiento del mortero. Por tanto, para muros que soportan losas de concreto monolíticas o prefabricadas, se supone que la junta tiene suficiente capacidad de rotación para que pueda considerarse que, para efectos de distribución de momentos en el nudo muro – losa, la rigidez a flexión fuera del plano de los muros es nula y que los muros sólo quedan cargados axialmente.

En el análisis se debe considerar la interacción que pueda existir entre el suelo, la cimentación y los muros. Cuando se consideren los efectos a largo plazo, se deben tomar los módulos de elasticidad y de cortante para cargas sostenidas de la **Sección 1402.1.6 y 1402.1.7.**

1403.2.2.2 Fuerzas y momentos de diseño. Es admisible determinar las cargas verticales que actúan sobre cada muro mediante una bajada de cargas por áreas tributarias.
Para el diseño sólo se deben tomar en cuenta los momentos flexionantes siguientes:

a) Los momentos flexionantes que deben ser resistidos por condiciones de estática y que no pueden ser redistribuidos por la rotación del nudo, como son los debidos a un voladizo que se empotre en el muro y los debidos a empujes, de viento o sismo, normales al plano del muro.
b) Los momentos flexionantes debidos a la excentricidad con que se transmite la carga de la losa del piso inmediatamente superior en muros extremos; tal excentricidad, ec, se debe tomar igual a

$$e_c = \frac{t}{2} - \frac{b}{3} \qquad (3.1)$$

Donde:
t es el espesor de la mampostería del muro y b es longitud de apoyo de una losa soportada por el muro. Ver **Figura 1403.1**.

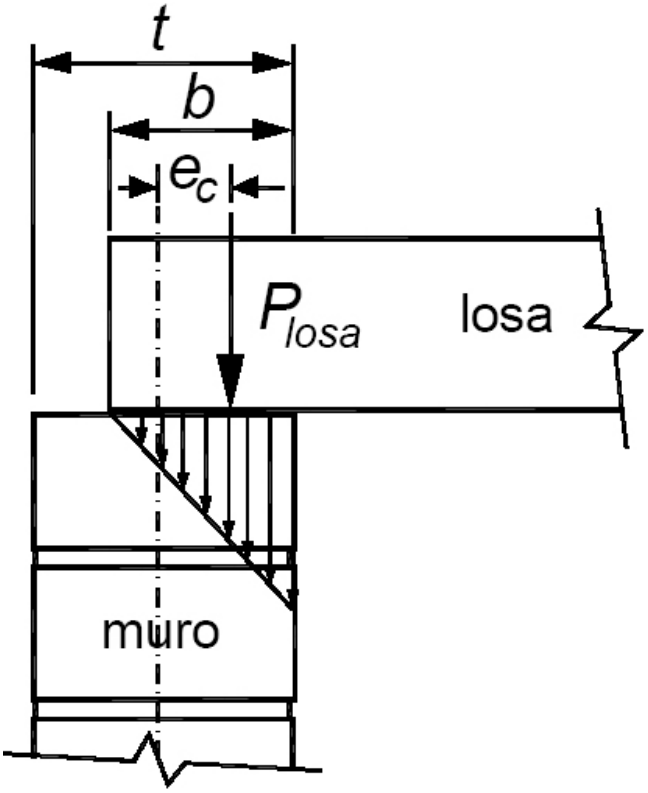


Figura 1403.1 Excentricidad de la carga vertical

1403.2.2.3 Factor de reducción por los efectos de excentricidad y esbeltez. En el diseño, se deben tomar en cuenta los efectos de excentricidad y esbeltez. Optativamente, se pueden considerar mediante los valores aproximados del factor de reducción F_E.

a) Se puede tomar F_E igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieren en más de 50 por ciento. Se puede tomar F_E igual a 0.6 para muros extremos o con claros que difieran en más de 50 por ciento, así como para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno. Para ambos casos, se debe cumplir simultáneamente que:

1) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a

su plano están restringidas por el sistema de piso, por dalas o por otros elementos;

2) La excentricidad en la carga axial aplicada es menor o igual que t/6 y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro; y

3) La relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t, no excede de 20.

b) Cuando no se cumplan las condiciones del **Inciso 1403.2.2.3.a**, el factor de reducción por excentricidad y esbeltez se debe determinar como el menor entre el que se especifica en el **Inciso 1403.2.2.3.a**, y el que se obtiene con la ecuación siguiente:

$$F_E = \left(1 - \frac{2\,e'}{t}\right)\left[1 - \left(\frac{k\,H}{30\,t}\right)^2\right] \qquad (3.2)$$

Donde:
H altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral;
e' excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que se toma igual a t/24; y
k factor de altura efectiva del muro que se determina según el criterio siguiente:

$k = 2$ para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior;

$k = 1$ para muros extremos en que se apoyan losas; y

$k = 0.8$ para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro.

1403.2.2.4 Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales. En casos en que el muro en consideración esté ligado a muros transversales, a contrafuertes, a columnas o a castillos (que cumplan con la **Sección 1405.1** que restrinjan su deformación lateral, el factor F_E se debe calcular como:

$$F_E = \left(1 - \frac{2\,e'}{t}\right)\left[1 - \left(\frac{k\,H}{30\,t}\right)^2\right]\left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9 \qquad (3.3)$$

Donde L′ es la separación de los elementos que rigidizan transversalmente al muro. **Ver Figura 1403.2.**

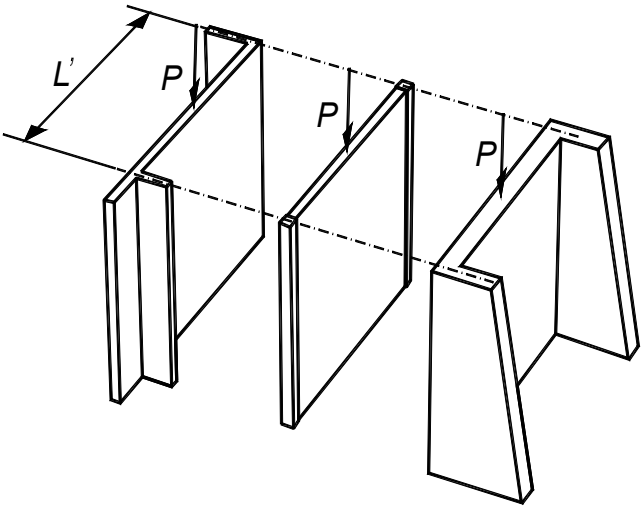


Figura 1403.2 Restricción a la deformación lateral

1403.2.3 Análisis por cargas laterales.

1403.2.3.1 Criterio básico. Para determinar las fuerzas y momentos internos que actúan en los muros, las estructuras de mampostería se pueden analizar mediante métodos dinámicos o estáticos **Sección 1403.2.3.2** o bien empleando el método simplificado de análisis descrito en la **Sección 1403.2.3.3.** Se debe considerar el efecto de aberturas en la rigidez y resistencia laterales.

1403.2.3.2 Métodos de análisis dinámico y estático. Se debe aceptar el análisis mediante métodos dinámicos o estáticos que cumplan con las Normas para Diseño por Sismo para Vivienda.

La determinación de los efectos de las cargas laterales inducidas por sismo se debe hacer con base en las rigideces relativas de los distintos muros y segmentos de muro. Estas se deben determinar tomando en cuenta las deformaciones por cortante y por flexión. Para la revisión del estado límite de falla y para evaluar las deformaciones por cortante, es válido considerar la sección transversal agrietada en aquellos muros o segmentos más demandados. Para evaluar las deformaciones por flexión se debe considerar la sección transversal agrietada del muro o segmento cuando la relación de carga vertical a momento flexionante es tal que se presentan tensiones verticales.

Se debe tomar en cuenta la restricción que impone a la rotación de los muros, la rigidez de los sistemas de piso y techo, así como la de los dinteles y pretiles.

En estructuras de mampostería confinada o reforzada interiormente, los muros y segmentos sin aberturas se pueden modelar como columnas anchas, ver **Figura 1403.3**, con momentos de inercia y áreas de cortante iguales a las

del muro o segmento real. En muros largos, como aquéllos con castillos intermedios, se debe evaluar el comportamiento esperado para decidir si, para fines de análisis, el muro se divide en segmentos, a cada uno de los cuales se les debe asignar el momento de inercia y el área de cortante correspondiente.

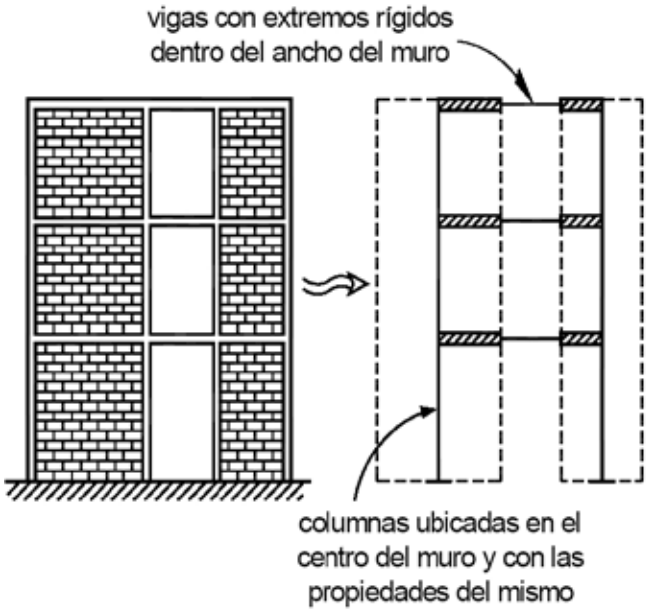


Figura 1403.3 Modelo de columna ancha

Las columnas anchas deben estar acopladas por vigas con el momento de inercia de la losa en un ancho equivalente, al cual debe sumarse el momento de inercia de dinteles y pretiles, ver **Figura 1403.4.**

En los análisis se deben usar los módulos de elasticidad y de cortante de la mampostería, Em y Gm, con valores para cargas de corta duración según las **Secciones 1402.8.5** y **1402.8.6** Los valores deben reflejar las rigideces axiales y de cortante que se espera obtener de la mampostería en obra. Los valores usados en el análisis deben indicarse en los planos, **Sección 1409**.

Para estimar la rigidez a flexión en losas, con o sin pretiles, se debe considerar un ancho de cuatro veces el espesor de la losa a cada lado de la trabe o dala, o de tres veces el espesor de la losa cuando no se tiene trabe o dala, o cuando la dala está incluida en el espesor de la losa, ver **Figura 1403.4.**

En los análisis a base de marcos planos, para estimar la rigidez a flexión de muros con patines, se debe considerar un ancho del patín a compresión a cada lado del alma que no exceda de seis veces el espesor del patín, ver **Figura 1403.5.**

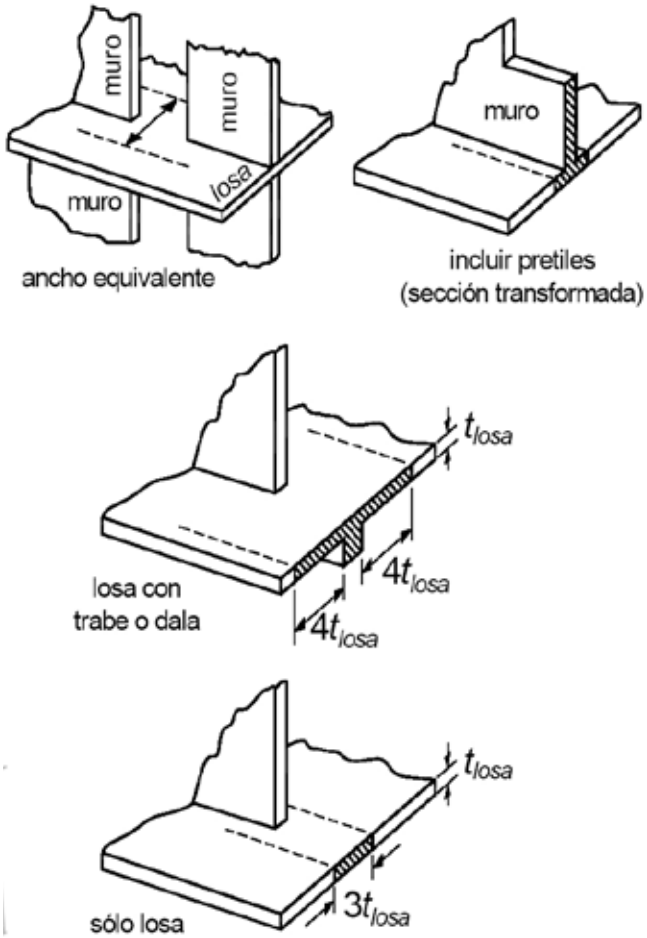


Figura1403.4 Ancho equivalente en losas

Para el caso de muros que contengan aberturas, éstos pueden modelarse como columnas anchas equivalentes, solamente si el patrón de aberturas es regular en elevación, ver **Figura 1403.3**, en cuyo caso los segmentos sólidos del muro se deben modelar como columnas anchas y éstas se deben acoplar por vigas conforme se establece anteriormente. Si la distribución de aberturas es irregular o compleja en elevación, deben emplearse métodos más refinados para el modelado de dichos muros. Se admite usar el método de elementos finitos, el método de puntales y tensores u otros procedimientos analíticos similares que permitan modelar adecuadamente la distribución de las aberturas en los muros y su impacto en las rigideces, deformaciones y distribuciones de esfuerzos a lo largo y alto de los muros.

Los muros diafragma se pueden modelar como diagonales equivalentes o como paneles unidos en las esquinas con las vigas y columnas del marco perimetral.

Si se usan muros de mampostería y de concreto se deben considerar las diferencias entre las propiedades mecánicas de ambos materiales.

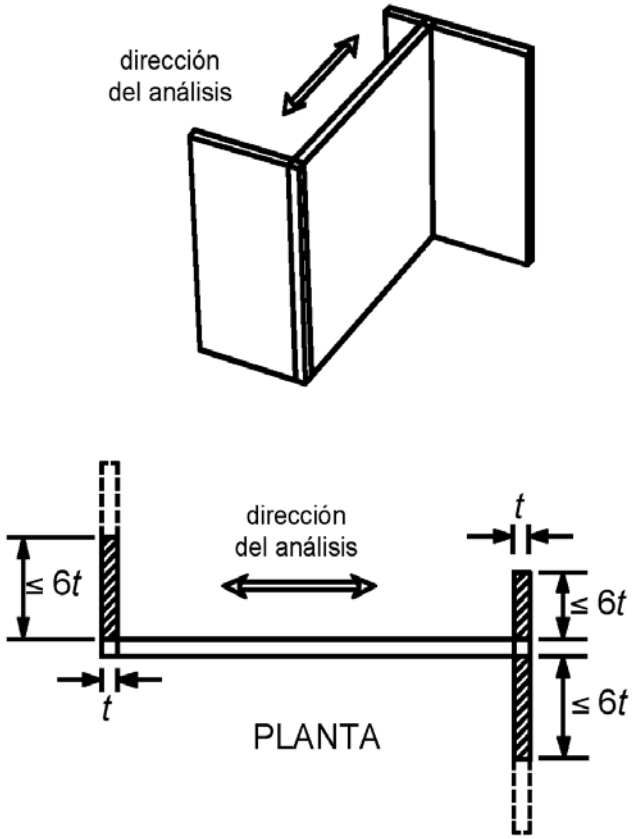


Figura 1403.5 Ancho efectivo del patín a compresión en muros. Se debe revisar que la distorsión lateral inelástica, es decir, igual a la calculada a través del conjunto de fuerzas horizontales reducidas, y multiplicada por el factor de comportamiento sísmico Q, no exceda de los siguientes valores:

0.006 en muros diafragma.
0.0035 en muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o mallas
0.0025 en muros de carga de:

a) mampostería confinada de piezas macizas

b) mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente

c) mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla 0.002 en muros de carga de mampostería de piezas huecas con refuerzo interior

0.0015 en muros de carga de mampostería que no cumplan las especificaciones para mampostería confinada ni para mampostería reforzada interiormente.

1403.2.3.3 Método simplificado. Es admisible considerar que la fuerza cortante que toma cada muro o segmento es proporcional a su área transversal, ignorar los efectos de torsión, de momento de volteo y de flexibilidad de diafragma, y emplear el método simplificado de diseño sísmico especificado en las Normas para Diseño por Sismo para Vivienda, cuando se cumplan los requisitos especificados en el de las Normas citadas y que son los siguientes:

a) En cada planta, incluyendo a la apoyada en la cimentación, al menos 75 por ciento de las cargas verticales están soportadas por muros continuos en elevación y ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tienen distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales. Para ello, la excentricidad torsional calculada estáticamente, es, no debe exceder del diez por ciento de la dimensión en planta del entrepiso medida paralelamente a dicha excentricidad, B. La excentri¬cidad torsional es puede estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área efectiva total de los muros orientados en la dirección de análisis, **Figura 1403.6.** El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro, A_T, y el factor F_{AE}, que está dado por

$$F_{AE} = 1 \; ; \qquad \text{si } \frac{H}{L} \le 1.33$$

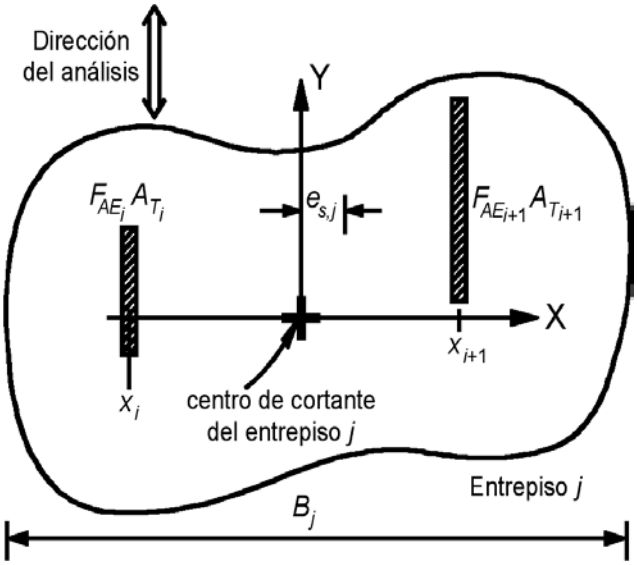
$$F_{AE} = \left(1.33\,\frac{L}{H}\right)^2 \; ; \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33 \qquad (3.4)$$

donde H es la altura libre del muro y L es la longitud efectiva del muro. En todos los pisos se deben colocar como mínimo dos muros de carga perimetrales paralelos con longitud total al menos igual a la mitad de la dimensión de la planta del edificio en la dirección de análisis, **Figura 1403.7.**

b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excede de 2 a menos que, para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación longitud a ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo se revise en forma independiente en su resistencia a efectos sísmicos.

c) La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excede de 1.5 y la altura del edificio no es mayor de 13 m.

1403.2.4 Análisis por temperatura. Cuando por un diferencial de temperaturas así se requiera, o cuando la estructura tenga una longitud mayor de 40 m, es necesario considerar los efectos de la temperatura en las deformaciones y elementos mecánicos. Se debe poner especial cuidado en las características mecánicas de la mampostería al evaluar los efectos de temperatura.



$$e_{s,j} = \frac{\left| \sum_{i=1}^{n} x_i F_{AE_i} A_{T_i} \right|}{\sum_{i=1}^{n} F_{AE_i} A_{T_i}} \leq 0.1 B_j \qquad (3.2.3.3.a)$$

Figura 1403.6 Requisito para considerar distribución simétrica de muros en una dirección.

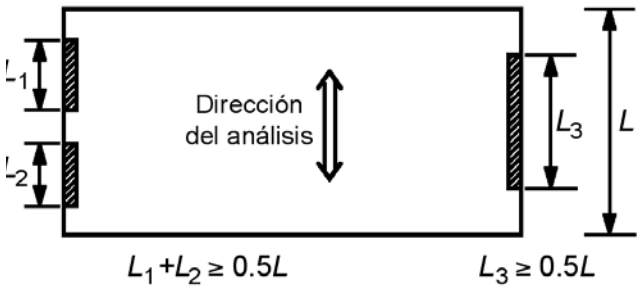


Figura 1403.7 Requisito sobre muros de carga perimetrales paralelos.

1403.3 Detallado del refuerzo.

1403.3.1 General. Los planos de construcción deben tener figuras o notas con los detalles del refuerzo según la **Sección 1409.1**. Toda barra de refuerzo debe estar rodeada en toda su longitud por mortero, concreto o mortero de relleno.

1403.3.2 Tamaño del acero de refuerzo.

1403.3.2.1 Diámetro del acero de refuerzo longitudinal. El diámetro de la barra más gruesa no debe exceder de la mitad de la menor dimensión libre de una celda. En castillos y dalas, el diámetro de la barra más gruesa no debe exceder de un sexto de la menor dimensión **Figura 1403.8.**

1403.3.2.2 Diámetro del acero de refuerzo horizontal. El diámetro del refuerzo horizontal no debe ser menor que 3.5mm ni mayor que tres cuartas partes del espesor de la junta, ver **Sección 1409.2.2.1 y Figura 1403.8.**

1403.3.3 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal.

1403.3.3.1 Distancia libre entre barras. La distancia libre entre barras paralelas, empalmes de barras, o entre barras y empalmes, no debe ser menor que el diámetro nominal de la barra más gruesa, ni que 25mm, ver **Figura 1403.8.**

1403.3.3.2 Paquetes de barras. Se aceptan paquetes de dos barras como máximo.

1403.3.3.3 Espesor de mortero de relleno y refuerzo. El espesor del concreto o mortero de relleno, entre las barras o empalmes y la pared de la pieza debe ser al menos de 6 mm, ver **Figura 1403.8.**

1403.3.4 Protección del acero de refuerzo.

1403.3.4.1 Recubrimiento en castillos exteriores y dalas. En muros confinados con castillos exteriores, las barras de refuerzo longitudinal de castillos y dalas deben tener un recubrimiento mínimo de concreto de 20 mm; cuando la estructura esté sometida a ambientes que según las Normas de Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda el recubrimiento minimo será de 30 mm ver **Figura 1403.8.**

1403.3.4.2 Recubrimiento en castillos interiores y en muros con refuerzo interior. Si la cara del muro está expuesta a tierra, el recubrimiento debe ser de 35 mm para barras no mayores del No. 5 (15.9 mm de diámetro) o de 50 mm para barras más gruesas, ver **Figura 1403.8.**

1403.3.4.3 Recubrimiento de refuerzo horizontal. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado y el exterior del muro debe ser la menor de 10 mm o una vez el diámetro de la barra, ver **Figura 1403.8.**

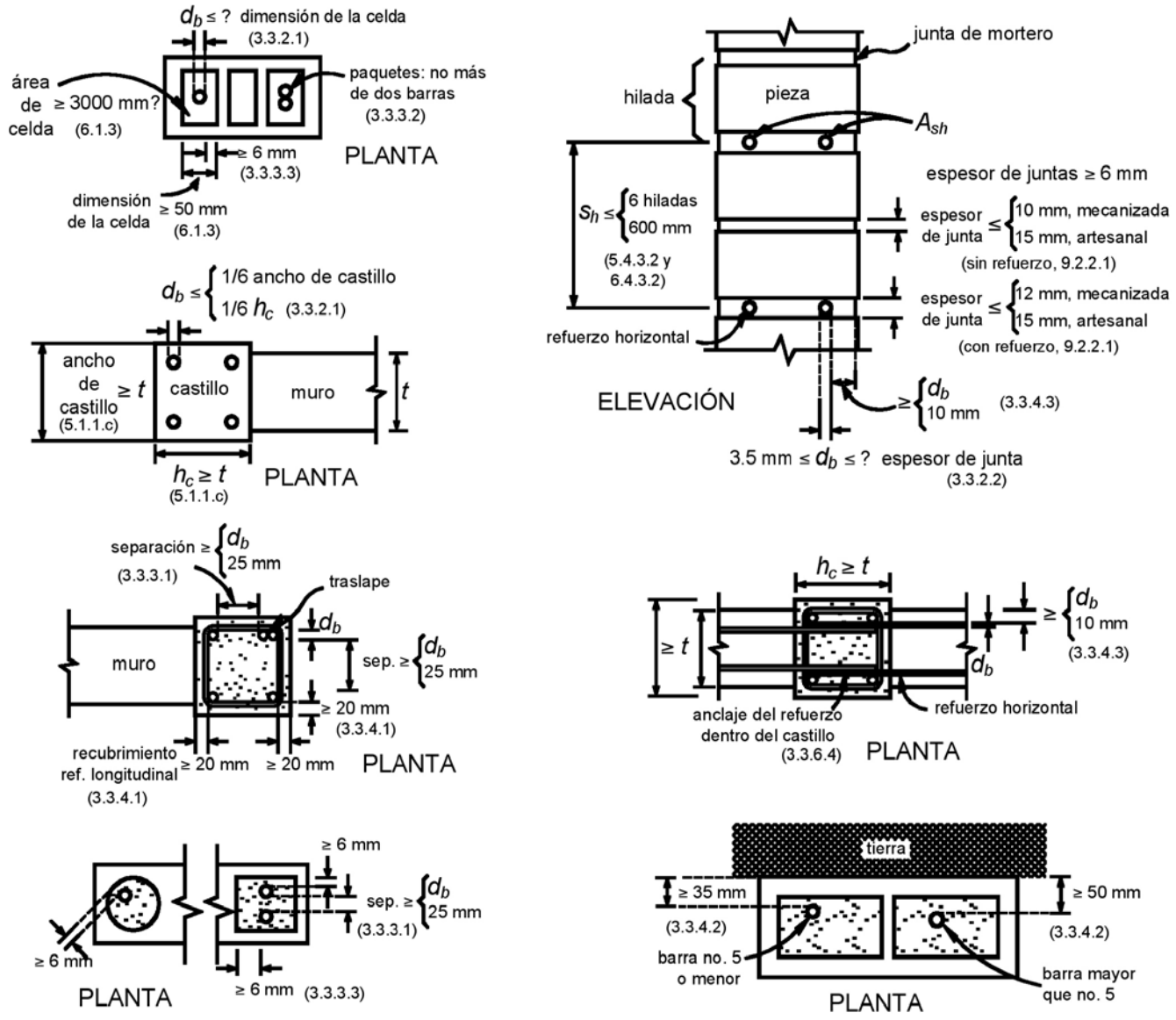


Figura 1403.8 Tamaño, colocación y protección del refuerzo

1403.3.5 Dobleces del refuerzo. El radio interior de un doblez debe ser el especificado para concreto reforzado.

1403.3.5.1 En barras rectas. Las barras a tensión pueden terminar con un doblez a 90 ó 180 grados. El tramo recto después del doblez no debe ser menor que 12db para dobleces a 90 grados, ni menor que 4db para dobleces a 180 grados, donde db es el diámetro de la barra, ver **Figura 1403.9.**

1403.3.5.2 En estribos. Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db de largo ni de 35 mm, ver **Figura 1403.9.**

1403.3.5.3 En grapas. Las grapas deben rematarse con dobleces a 180 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db de largo ni de 35 mm, ver **Figura 1403.9**.

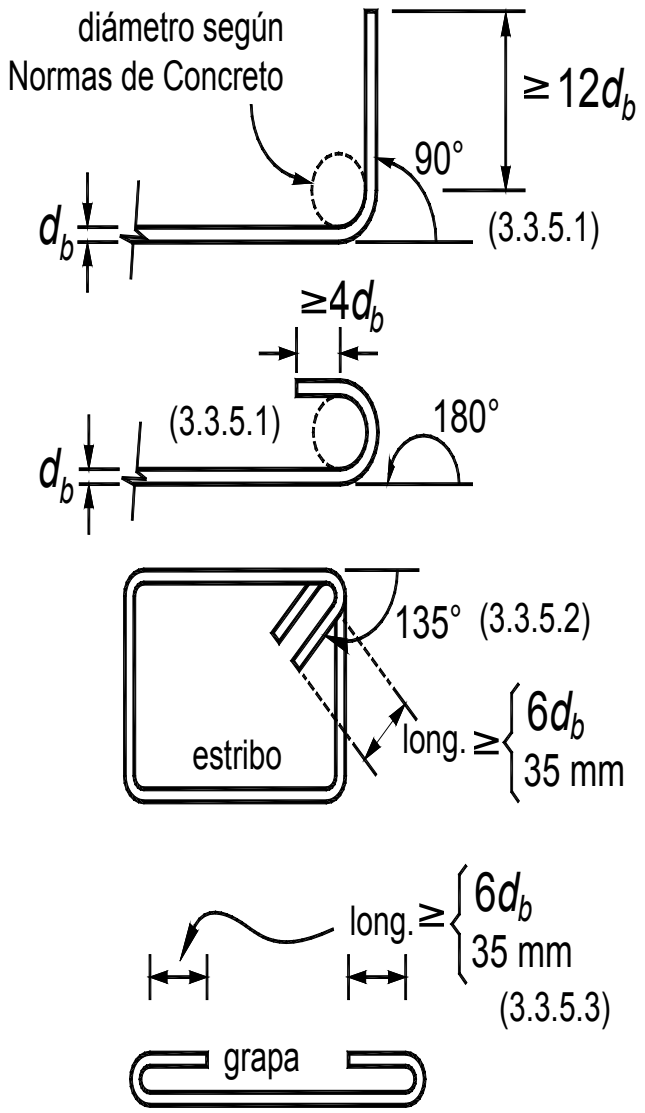


Figura 1403.9 Dobleces del refuerzo

1403.3.6 Anclaje.

1403.3.6.1 Requisitos generales. La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra.

En lo general, se debe aplicar lo dispuesto en el Capítulo Diseño de Estructuras de Concreto para Vivienda.

1403.3.6.2 Barras rectas a tensión. La longitud de desarrollo, Ld, en la cual se considera que una barra de tensión se ancla de modo que alcance su esfuerzo especificado de fluencia, debe ser la requerida para concreto reforzado.

1403.3.6.3 Barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados. La revisión del anclaje de barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados se debe hacer siguiendo lo indicado para concreto reforzado.

1403.3.6.4 Refuerzo horizontal en juntas de mortero. El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero según las **Secciones 1405.4.3 y 1406.4.3** debe ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente. Si se requiere, se pueden anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales. No se admite el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

El refuerzo horizontal debe anclarse en los castillos, ya sean exteriores o interiores, o en las celdas rellenas reforzadas, ver **Figura 1403.10.** Se debe anclar mediante dobleces a 90 grados colocados dentro de los castillos o celdas. El doblez del gancho se debe colocar verticalmente dentro del castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería.

Si la carga axial de diseño, Pu, que obra sobre el muro es de tensión o nula, la longitud de anclaje debe satisfacer lo señalado en las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda. Para fines de revisar la longitud de desarrollo, la sección crítica debe ser la cara del castillo o la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería **Figura 1403.10.**

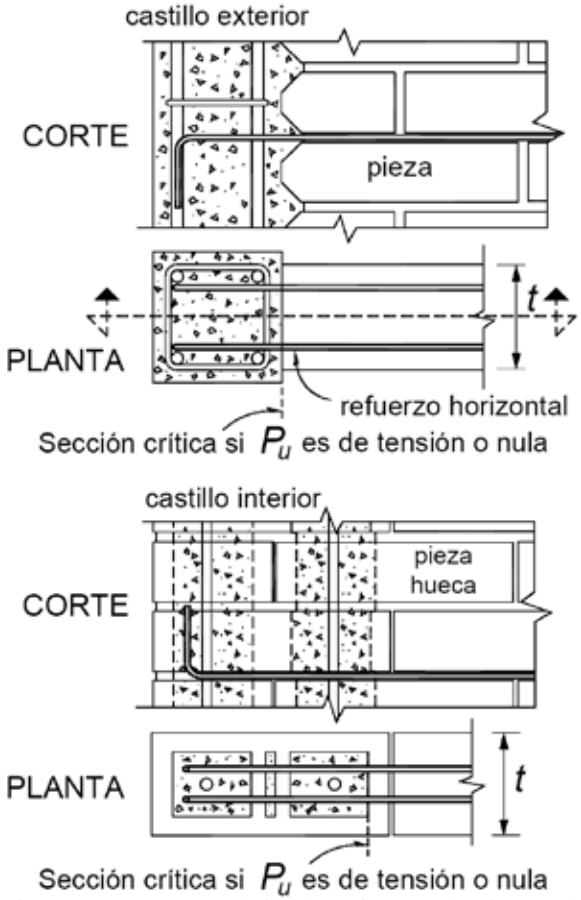


Figura 1403.10 Anclaje de refuerzo horizontal

1403.3.6.5 Mallas de alambre soldado. Las mallas de alambre soldado se deben anclar a la mampostería, así como a los castillos y dalas si existen, de manera que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia, ver **Figura 1403.11.** Se acepta ahogar la malla en el concreto; para ello, deben ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, distando el más próximo no menos de 50mm de la sección considerada, ver **Figura 1403.11.** Si para fijar la malla de alambre soldado se usan conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada o clavos de acero, la separación máxima debe ser de 450 mm.

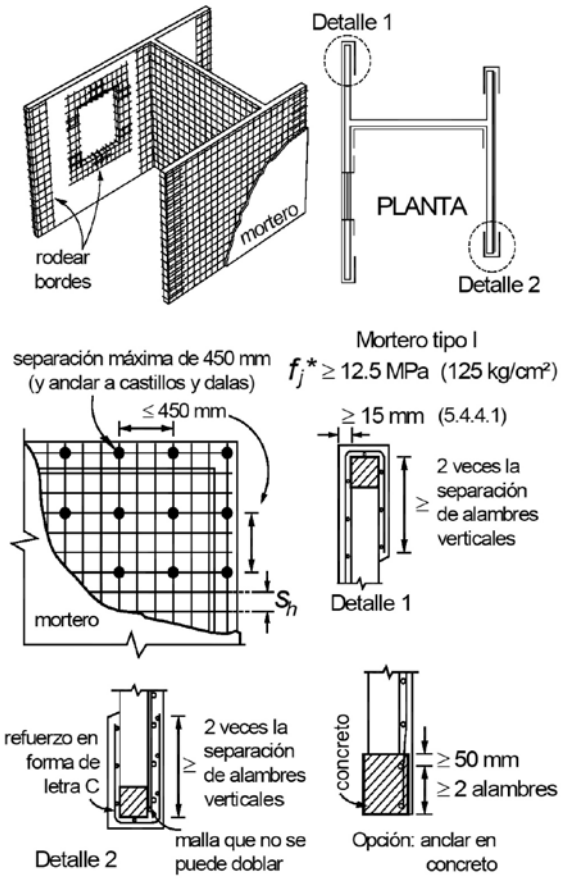


Figura1403.11 Refuerzo con malla de alambre soldado y recubrimiento de mortero.

Las mallas deben rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes se debe extender al menos dos veces la separación entre alambres transversales. Esta porción de malla se debe anclar de modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se acepta colocar un refuerzo en forma de letra C hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal según lo indicado en la **Sección 1403.3.6.6.** Se admite que la malla se fije en contacto con la mampostería.

1403.3.6.6 Uniones de Barras.

a) Barras sujetas a tensión. La longitud de traslapes de barras en concreto se debe determinar según lo especificado para concreto reforzado. No se aceptan uniones soldadas. Si las barras se traslapan en el interior de piezas huecas, la longitud del traslape debe ser al menos igual a 50db en barras con esfuerzo especificado de fluencia de hasta 412 MPa (4200 kg/cm²) y al menos igual a 60db en barras o alambres con esfuerzo especificado de fluencia mayor; db es el diámetro de la barra más gruesa del traslape. El traslape se debe ubicar en el tercio medio de la altura del muro. No se aceptan traslapes de más del 50 por ciento del acero longitudinal del elemento (castillo, dala, muro) en una misma sección.

No se permiten traslapes en los extremos de los castillos (ya sean éstos exteriores o interiores) de planta baja a lo largo de la longitud Ho, definida en la **Sección 1405.1.1.h**.

No se permiten traslapes en el refuerzo vertical en la base de muros de mampostería reforzada interiormente a lo largo de la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

b) Mallas de alambre soldado. Las mallas de alambre soldado deben ser continuas, sin traslape, a lo largo del muro. Si la altura del muro así lo demanda, se acepta unir las mallas. El traslape se debe colocar en una zona donde los esfuerzos esperados en los alambres sean bajos. El traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no debe ser menor que dos veces la separación entre alambres transversales más 50 mm.

SECCIÓN 1404
MUROS DIAFRAGMA

1404.1 Alcance. Estos son los que se encuentran rodeados por las vigas y columnas de un marco estructural al que proporcionan rigidez ante cargas laterales. Pueden ser de mampostería confinada **Sección 1405**, reforzada interiormente **Sección 1406** no reforzada **Sección 1407** o de piedras naturales **Sección 1408.** El espesor de la mampostería de los muros no debe ser menor de 100mm.

Los muros se deben construir e inspeccionar como se indica en la **Sección 1409 y Sección 1410**, respectivamente.

1404.2 Fuerzas de diseño. Las fuerzas de diseño, en el plano y perpendiculares al muro, se deben obtener

del análisis ante cargas laterales afectadas por el factor de carga correspondiente.

1404.3 Resistencia a fuerza cortante en el plano.

1404.3.1 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño de la mampostería, V_{mR}, se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R\,(0.85\, v_m^*\, A_T) \qquad (4.1)$$

Donde:

A_T área bruta de la sección transversal del muro; y

F_R se toma igual a 0.7 **Sección 1403.1.4.3.**

1404.3.2 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, sea mediante barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío en las juntas de mortero, o bien con mallas de alambre soldado recubiertas con mortero, la fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, VsR, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$V_{sR} = F_R\, \eta\, p_h\, f_{yh}\, A_T \qquad (4.2)$$

Donde:

η, p_h y f_{yh} son el factor de eficiencia, la cuantía y el esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo horizontal, respectivamente. El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las **Secciones 1403.3.2.2, 1403.3.4.3, 1403.3.5.1 y 1403.3.6.4.** Las cuantías mínima y máxima, así como el valor de η deben ser los indicados en la **Sección 1605 y 1606**, según corresponda.

1404.4 Volteo del muro diafragma. Se debe evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano. Para lograrlo, se debe diseñar y detallar la unión entre el marco y el muro diafragma o bien se debe reforzar el muro con castillos o refuerzo interior, ver **Figura 1404.1.** La resistencia a flexión perpendicular al plano del muro se debe calcular de acuerdo con la **Sección 1403.1.6**.

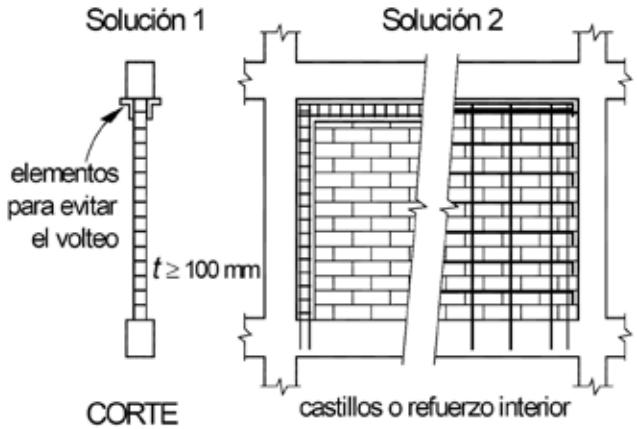


Figura 1404.1 Detallado de muros diafragma

1404.5 Interacción marco – muro diafragma en el plano. Las columnas del marco deben ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero, ver **Figura 1404.2**. El valor de esta carga debe ser al menos igual a la resistencia a fuerza cortante en el plano del muro diafragma.

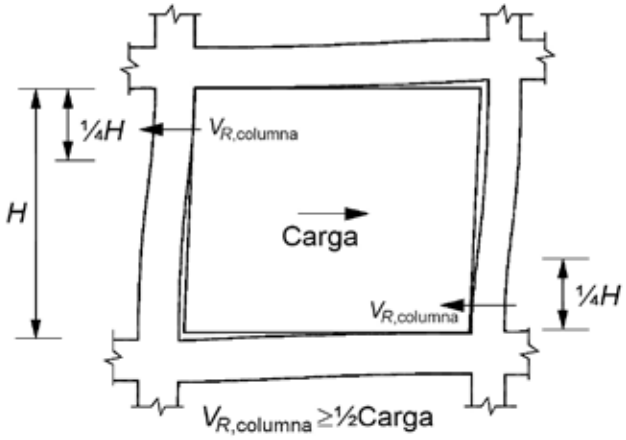


Figura 1404.2 Interacción marco – muro diafragma

Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, para valuar los efectos en la columna, la fuerza cortante resistida por dicho refuerzo debe ser la calculada con la ec. 4.2 pero utilizando un factor de eficiencia η=1.

SECCIÓN 1405
MAMPOSTERÍA CONFINADA

1405.1 Alcance. Es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos **Sección 1405.1.1 a 1405.1.4**, Figura 1405.1 a 1405.3. En esta modalidad los castillos o porciones de ellos se cuelan una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.

Para diseño por sismo, se usa Q=2 cuando las piezas sean macizas; se usa también cuando se usen piezas multiperforadas con refuerzo horizontal con al menos la cuantía mínima y los muros estén confinados con castillos exteriores. Se debe usar Q=1.5 para cualquier otro caso.

Los muros se deben construir e inspeccionar como se indica en la **Sección 1409 y 1410**, respectivamente.

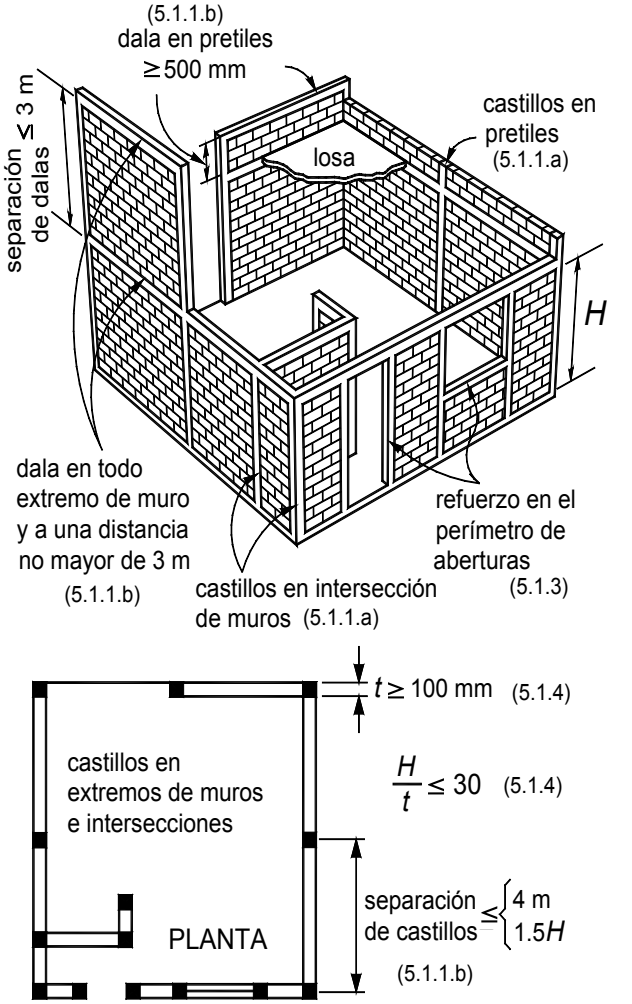


Figura 1405.1 Requisitos para mampostería confinada

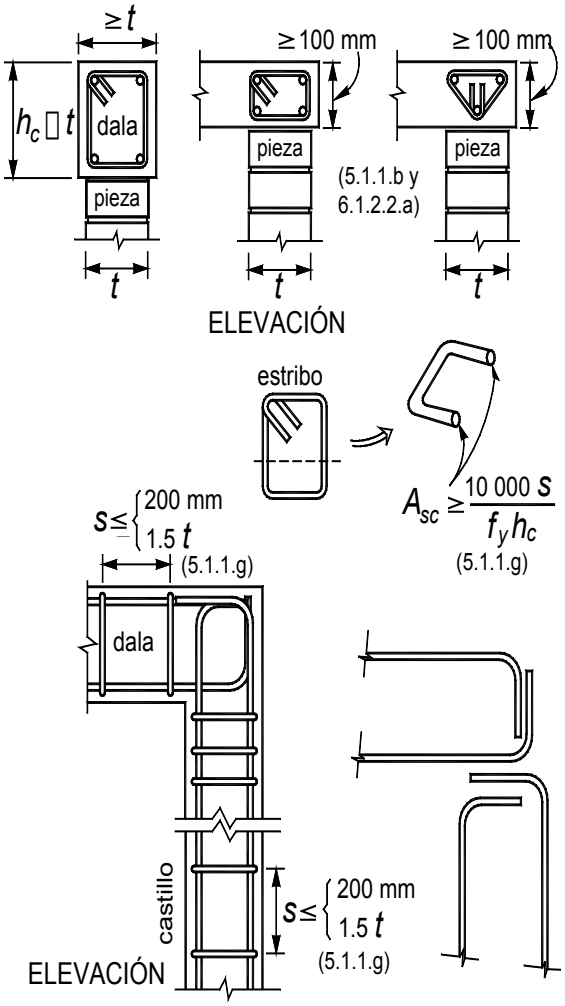
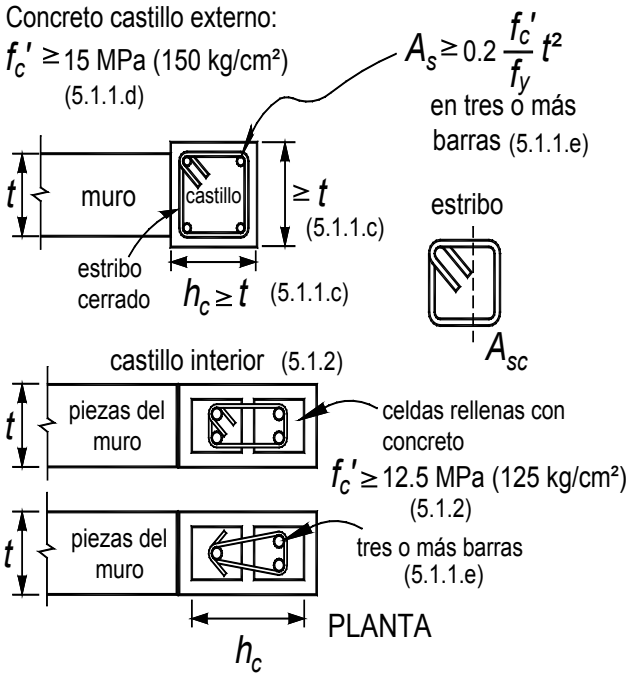


Figura 1405.2 Castillos y dalas

Sección1405.1.1 Castillos y dalas exteriores. Los castillos y dalas deben cumplir con lo siguiente, ver **Figura 1405.1 y 1405.2:**



a) Deben existir castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que 1.5H ni 4 m. Los pretiles o parapetos deben tener castillos con una separación no mayor que 4 m.

b) Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm, ver **Figura 1405.2.** Aun en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen las **Secciones 1405.1.1.e y 1405.1.1.g.** Además, deben existir dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la parte superior de pretiles o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.

c) Los castillos y dalas deben tener como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t.

d) Para elementos en interiores o cuando la estructura esté sometida a ambientes no agresivos correspondientes a una clasificación de exposición A1 según las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto para Vivienda. El concreto de castillos y dalas debe tener un resistencia a

compresión, fc', no menor de 15 MPa (150 kg/cm²). Si está expuesto a ambientes con una clasificación B1 o B2 la resistencia del concreto no será menos que 20 MPa (200 kg/cm²).

e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, debe estar formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación:

$$A_s = 0.2\frac{f_c'}{f_y}t^2 \qquad (5.1)$$

Donde:
A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala.

f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe estar anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

g) Los castillos y dalas deben estar reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área, A_{sc}, al menos igual a la calculada con la ec.(5.2)

$$A_{sc} = \frac{10000\, s}{f_y\, h_c} \text{ ; si se usan MPa y mm} \qquad (5.2)$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000\, s}{f_y\, h_c} \text{ ; si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

Donde:
h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s, no debe exceder de 1.5t ni de 200 mm.

h) Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, vm*, sea superior a 0.6 MPa (6 kg/cm²), se debe suministrar refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la ec. (5.2) y con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud Ho en cada extremo de los castillos.

H_o se debe tomar como el mayor de H/6, 2hc y 400 mm.

1405.1.2 Muros con castillos interiores. Para muros con espesor mínimo de 150 mm se acepta considerarlos como confinados si los castillos interiores y las dalas cumplen con todos los requisitos de la **Sección 1405.1.1**, con excepción de 1405.1.1.c. Se acepta usar concreto de relleno como los especificados en la **Sección 1402.5.3** con resistencia a compresión no menor de 12.5 MPa (125 kg/cm²). Se deben colocar estribos o grapas en los extremos de los castillos como se indica en la **Sección 1405.1.1.h**, independientemente del valor de vm*. Para diseño por sismo, el factor de comportamiento sísmico Q, debe ser igual a 1.5, indistintamente de la cuantía de refuerzo horizontal **Sección 1405.4.3** o de malla de alambre soldado **Sección 1405.4.4.**

1405.1.3 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de la cuarta parte de la longitud del muro o separación entre castillos, o de 600 mm, ver **Figura 1405.3.** También se deben colocar elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro, ver **Figura 1405.1.** En muros con castillos interiores, se acepta sustituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos que confinan a la abertura. El refuerzo debe consistir de barras capaces de alcanzar en conjunto una tensión a la fluencia de 29 kN (2980 kg).

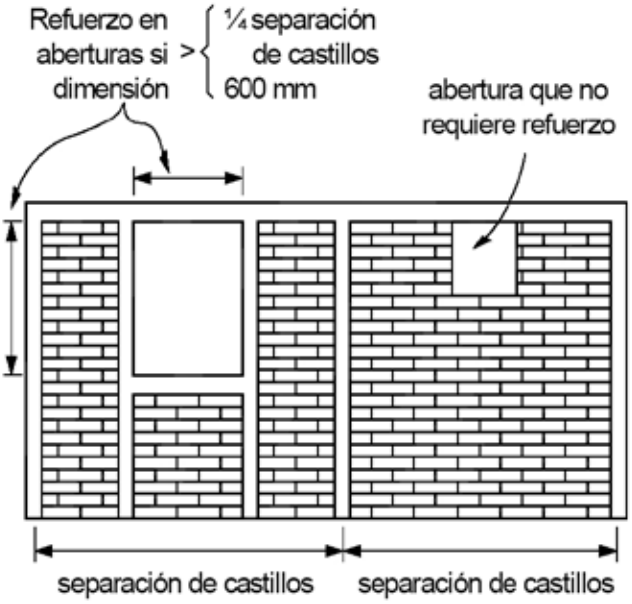


Figura 1405.3 Refuerzo en el perímetro de aberturas

1405.1.4 Espesor y relación altura a espesor de los muros. Para las edificaciones ubicadas en las zonas C o D de peligro sismico según las normas tecnicas respectivas el espesor de la mampostería de los muros, t, no debe ser menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t, no debe exceder de 25, para las zonas A y B el espesor no sera inferior a 100 mm y la relación altura a espesor no excedera de 30.

1405.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las **Secciones 1403.2.2 y 1403.2.3**, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería confinada debe revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe cosiderar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis. La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la **Sección 1403.2.2.** Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico **Sección 1403.2.3.3**, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que dos.

1405.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro.

1405.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados. La carga vertical resistente, P_R, se debe calcular como:

$$P_R = F_R\, F_E\, (f_m^*\, A_T + \Sigma A_s\, f_y) \qquad (5.3)$$

Donde:
F_E se obtiene de acuerdo con la **Sección 1403.2.2**; y
F_R se toma igual a 0.6.
Alternativamente, P_R se puede calcular con
$P_R = F_R\, F_E\, (f_m^* + 0.4)\, A_T$; si se usan MPa y mm²

$$\left(P_R = F_R F_E (f_m^* + 4) A_T, \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2 \right) \qquad (5.4)$$

1405.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro.

1405.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexocompresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la **Sección 1403.1.6.** La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la **Sección 1403.1.4.2.**

1405.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus castillos extremos, sean éstos exteriores o interiores, las fórmulas simplificadas dadas en la **Sección 1405.5** y **1405.6**, dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño.

El momento flexionante resistente de diseño de la sección, MR, se debe calcular de acuerdo con las ecuaciones:(ver **Figura 1405.4**)

$$M_R = F_R\, M_o + 0.3\, P_u\, d\,; \qquad \text{si } 0 \le P_u \le \frac{P_R}{3} \qquad (5.5)$$

$$M_R = (1.5 F_R\, M_o + 0.15\, P_R\, d)\left(1 - \frac{P_u}{P_R}\right); \text{ si } P_u > \frac{P_R}{3} \qquad (5.6)$$

Donde:
$M_o = A_s\, f_y\, d'$ resistencia a flexión pura del muro;
A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;
d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;
d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;
P_u carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se toma con signo positivo en las ecs. (5.5) y (5.6); y
F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \le P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.

Para cargas axiales de tensión es válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento flexionante resistente M_o, afectando el resultado por F_R=0.8.

1405.4 Resistencia a cargas laterales.

1405.4.1 Consideraciones generales. No se debe considerar incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de las dalas y castillos de muros confinados de acuerdo con la **Sección 1405.1.** La resistencia a cargas laterales debe ser proporcionada por la mampostería, **Sección 1405.4.2.** Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, **Sección 1405.4.3** o por mallas de alambre soldado, **Sección 1405.4.4.** Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se acepta que el acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado resistan la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis, **Sección 1403.2.3.3**, la resistencia a fuerza cortante de los muros (calculada en las **Secciones 1405.4.2, 1405.4.3 y 1405.4.4** se debe afectar por el factor F_{AE} definido por la ec. (3.4)

El factor de resistencia, F_R, se debe tomar igual a 0.7 **Sección 1403.1.4.3.**

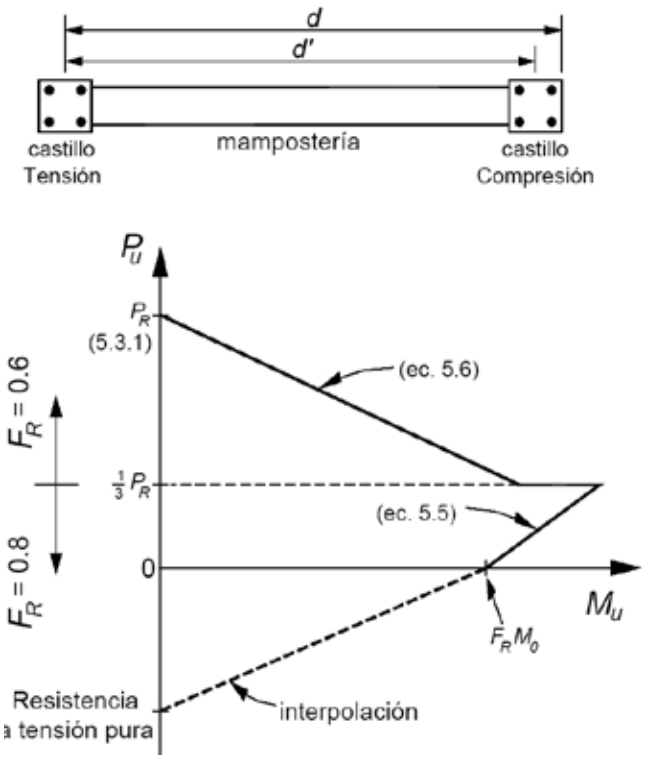


Figura 1405.4 Diagrama de interacción carga axial –momento flexionante resistente de diseño con el método optativo.

1405.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR}, se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R\,(0.5 v_m{}^* A_T + 0.3P) \leq 1.5 F_R\, v_m{}^* A_T \tag{5.7}$$

Donde:
P se debe tomar positiva en compresión. En el área A_T se debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se debe despreciar la contribución de la mampostería V_{mR}.

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, vm*, no debe exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayes que satisfagan la **Sección 1402.1.3.1**, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición, se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

1405.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal.

1405.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de acero de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de armaduras planas de alambres de acero soldados por resistencia eléctrica ("escalerillas") para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo especificado de fluencia para diseño, fyh, no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²).

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 1403.3.2.2, 1403.3.4.3, 1403.3.5.1 y 1403.3.6.4.

1405.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, sh, no debe exceder de seis hiladas ni de 600 mm.

1405.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal. Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, ph, no debe ser inferior a 0.3/fyh si se usan MPa (3/fyh, si se usan kg/cm²) ni al valor que resulte de la expresión siguiente

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R\, f_{yh}\, A_T} \tag{5.8}$$

En ningún caso p_h debe ser mayor que $0.3\frac{f_m{}^*}{f_{yh}}$; ni que $1.2/f_{yh}$ para piezas macizas, ni que $0.9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan MPa ($12/f_{yh}$ y $9/f_{yh}$, respectivamente, si se usan kg/cm²).

1405.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal. La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR}, se debe calcular con

$$V_{sR} = F_R\, \eta\, p_h\, f_{yh}\, A_T \tag{5.9}$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η, se debe determinar con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6\ ; & \text{si}\ \ p_h\, f_{yh} \leq 0.6\ \text{MPa}\ (6\ \text{kg/cm}^2) \\ 0.2\ ; & \text{si}\ \ p_h\, f_{yh} \geq 0.9\ \text{MPa}\ (9\ \text{kg/cm}^2) \end{cases}$$

Para valores de $p_h\, f_{yh}$ comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm²), η se debe hacer variar linealmente, ver **Figura. 1405.5.**

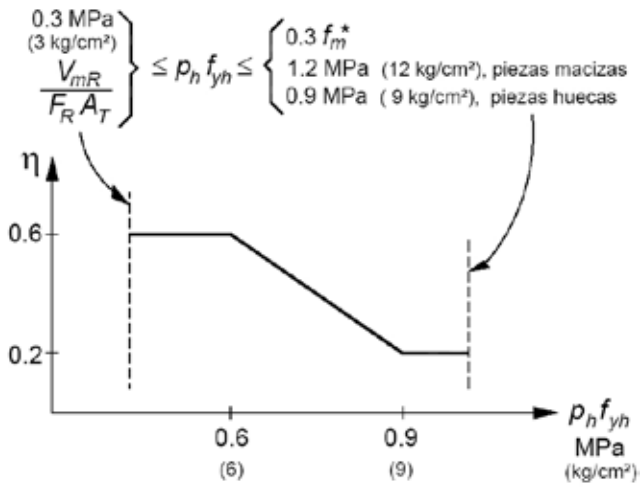


Figura 1405.5 Factor de eficiencia η

1405.4.4 Fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero.

1405.4.4.1 Tipo de refuerzo y de mortero. Se permite el uso de mallas de alambre soldado para resistir la fuerza cortante. Las mallas deben tener en ambas direcciones la misma área de refuerzo por unidad de longitud. El esfuerzo de fluencia para diseño, fyh, no debe ser mayor que 500 MPa (5000 kg/cm²). Las mallas se deben anclar y se deben detallar como se señala en las **Secciones 1403.3.4.3, 1403.3.6.5 y 1403.3.6.6.** Las mallas deben ser recubiertas por una capa de mortero tipo I según la **Tabla 1402.2** con espesor mínimo de 15 mm.

1405.4.4.2 Cuantías mínima y máxima de refuerzo. Para fines de cálculo, sólo se debe considerar la cuantía de los alambres horizontales. Si la malla se coloca con los alambres inclinados, en el cálculo de la cuantía se deben considerar las componentes horizontales. En el cálculo de la cuantía sólo se debe incluir el espesor de la mampostería del muro, t. Las cuantías mínima y máxima deben ser las prescritas en la **Sección 1405.4.3.3.**

1405.4.4.3 Diseño de la malla. La fuerza cortante que toma la malla se debe obtener como se indica en **Sección 1405.4.3.4.** No se debe considerar contribución a la resistencia por el mortero.

SECCIÓN 1406
MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

1406.1 Alcance. Es aquélla con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se debe distribuir a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deben cumplirse los requisitos dados en la **Sección 1406.1.1 a 1406.1.9**, ver **Figura 1406.1 a 1406.3.**

Para diseño por sismo se debe usar Q=1.5. Los muros se deben construir e inspeccionar como se indica en las **Secciones 1409 y 1410**, respectivamente.

1406.1.1 Cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical:

a) La suma de la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h, y vertical, p_v, no debe ser menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías debe ser menor que 0.0007, es decir:

$$p_h + p_v \geq 0.002$$
$$p_h \geq 0.0007; \qquad p_v \geq 0.0007 \tag{6.1}$$

$$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h\ t}; \qquad p_v = \frac{A_{sv}}{s_v\ t}; \tag{6.2}$$

A_{sh} área de acero de refuerzo horizontal que se coloca a una separación vertical sh ver **Figura 1406.1**; y
A_{sv} área de acero de refuerzo vertical que se coloca a una separación sv.

En las **Secciones 1406.1 y 1406.2** no se debe incluir el refuerzo de la **Sección 1406.1.2.2.**

b) Cuando se emplee acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia especificado mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²), las cuantías de refuerzo calculadas en la **Sección 1406.1.1.a** se pueden reducir multiplicándolas por 412/fy, en MPa (4200/fy, en kg/cm²).

1406.1.2 Tamaño, colocación y separación del refuerzo. Se debe cumplir con las disposiciones aplicables de la **Sección 1403.3.**

1406.1.2.1 Refuerzo Vertical. El refuerzo vertical en el interior del muro debe tener una separación no mayor de seis veces el espesor del mismo ni mayor de 800 mm, ver **Figura 1406.1.**

1406.1.2.2 Refuerzo en los extremos de muros.

a) Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que éste último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aún en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal, ver **Figura 1405.2.**

El refuerzo longitudinal de la dala debe dimensionarse para resistir la componente horizontal del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso,

debe estar formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la **Sección 1406.3.**

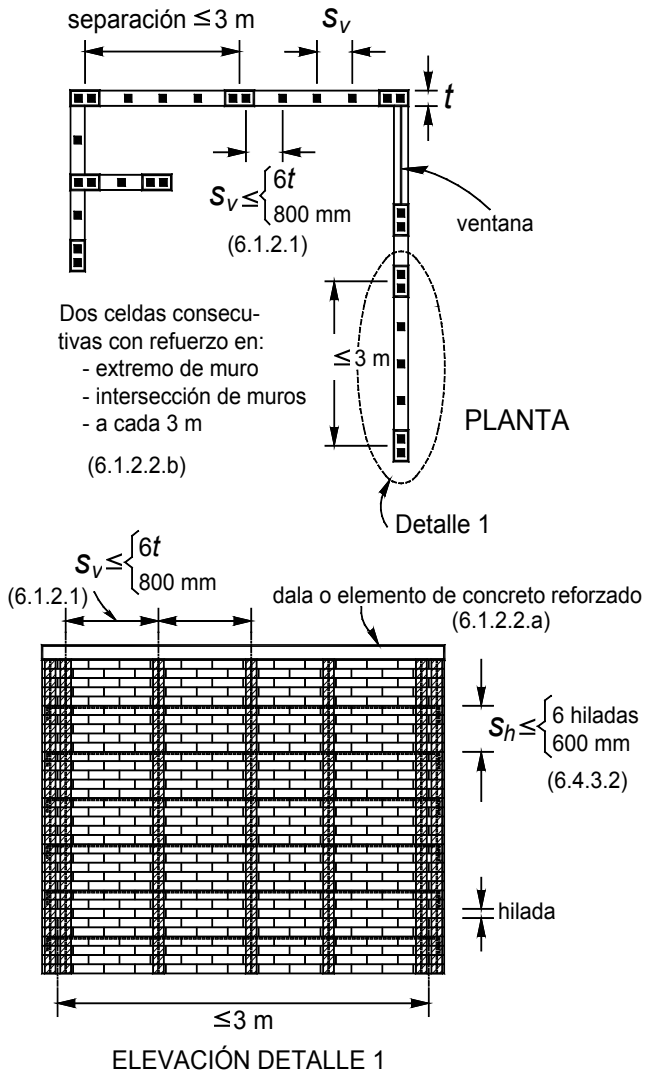
$$A_s = 0.2\frac{f_c'}{f_y}t^2 \qquad (6.3)$$

El refuerzo transversal de la dala debe estar formado por estribos cerrados y con un área, A_{sc}, al menos igual a la calculada con la ec. (6.4).

$$A_{sc} = \frac{10000\,s}{f_y\,h_c} \text{ ;si se usan MPa y mm} \qquad (6.4)$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000\,s}{f_y\,h_c} \text{ ;si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

Donde:
h_c es la dimensión de la dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s, no debe exceder de 1.5t ni de 200 mm.



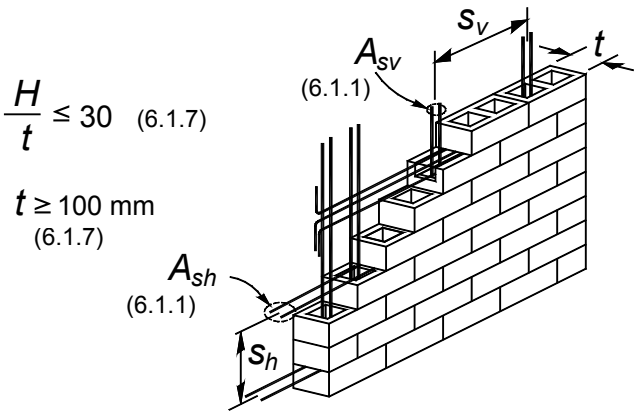


Figura 1406.1 Requisitos para mampostería con refuerzo interior

b) Debe colocarse por lo menos una barra No. 3 (9.5 mm de diámetro) con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4200 kg/cm²), o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en la intersecciones entre muros o cada 3 m.

1406.1.3 Mortero y concreto de relleno. Para el colado de las celdas donde se aloje el refuerzo vertical pueden emplearse los morteros y concretos de relleno especificados en la Sección xxx, o el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, si es del tipo I Sección xxx. El hueco de las piezas (celda) debe tener una dimensión mínima mayor de 50 mm y un área no menor de 3000 mm².

1406.1.4 Anclaje del refuerzo horizontal y vertical. Las barras de refuerzo horizontal y vertical deben cumplir con la **Sección 1403.3.6.**

1406.1.5 Muros transversales. Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, es necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura, ver **Figura 1406.2.** Los dispositivos deben ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente. En la resistencia de diseño se debe incluir la fuerza cortante resistida por la mampostería y, si aplica, la resistida por el refuerzo horizontal.

Alternativamente, el área de acero de los dispositivos o conectores, Ast, colocada a una separación s en la altura del muro, se puede calcular mediante la expresión siguiente

$$A_{st} = \frac{2.5\left(V_{mR} + V_{sR}\right)}{F_R}\frac{t}{L}\frac{s}{f_y} \qquad (6.5)$$

$$\left(A_{st} = \frac{V_{mR} + V_{sR}}{4F_R}\frac{t}{L}\frac{s}{f_y} \right)$$

Donde:
A_{st} está en mm² (cm²), VmR y VsR, en N (kg), son las fuerzas cortantes resistidas por la mampostería y el refuerzo horizontal, si aplica, FR se toma igual a 0.7, t y L son el espesor y longitud del muro transversal en mm (cm), y fy es el refuerzo especificado de fluencia de los dispositivos o conectores, en MPa (kg/cm²). La separación s no debe exceder de 300 mm.

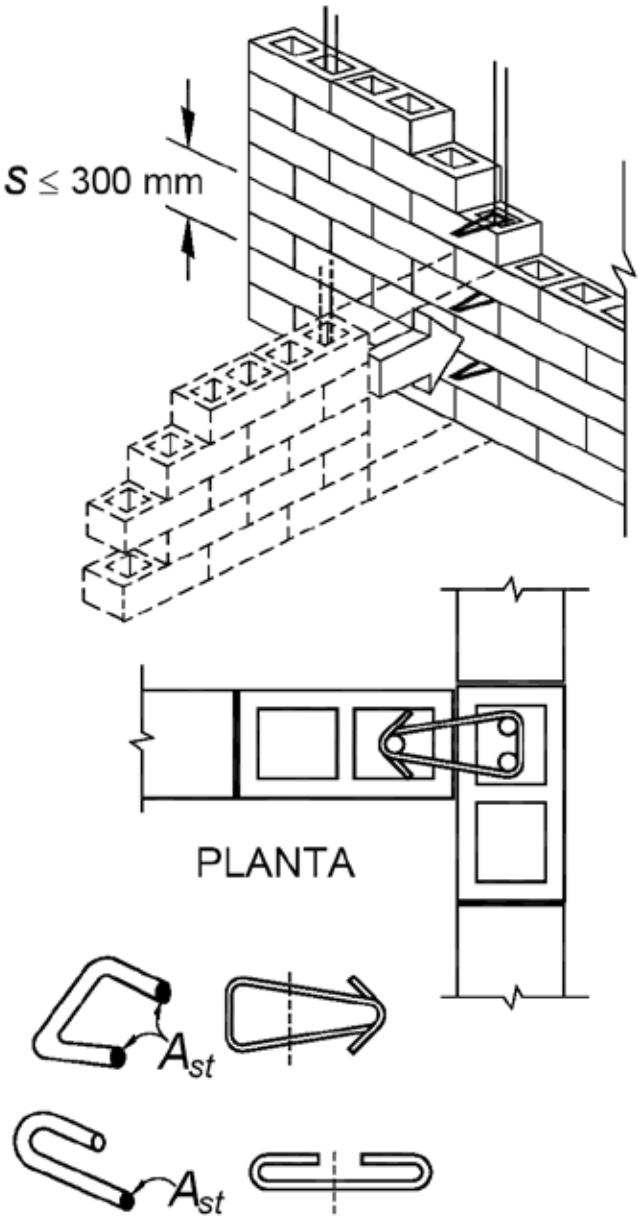


Figura 1406.2 Conectores entre muros sin traslape de piezas

1406.1.6 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo vertical y horizontal en el perímetro de toda abertura cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la longitud del muro, de la cuarta parte de la distancia entre intersecciones de muros o de 600 mm, o bien en aberturas con altura igual a la del muro, ver **Figura 1406.3.** Los elementos de refuerzo vertical y horizontal deben ser como los señalados en la **Sección 1406.1.2.**

1406.1.7 Espesor y relación altura a espesor de los muros. Para las edificaciones ubicadas en las zonas C o D de peligro sismico según las normas tecnicas respectivas el espesor de la mampostería de los muros, t, no debe ser menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t, no debe exceder de 25, para las zonas A y B el espesor no sera inferior a 100 mm y la relación altura a espesor no debe exceder de 30.

1406.1.8 Pretiles. Los pretiles o parapetos deben reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical como las especificadas en el **Sección 1406.1.2.2.b.** Se debe proporcionar refuerzo horizontal en la parte superior de pretiles o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm de acuerdo con la **Sección 1606.1.6 Figura 1406.3.**

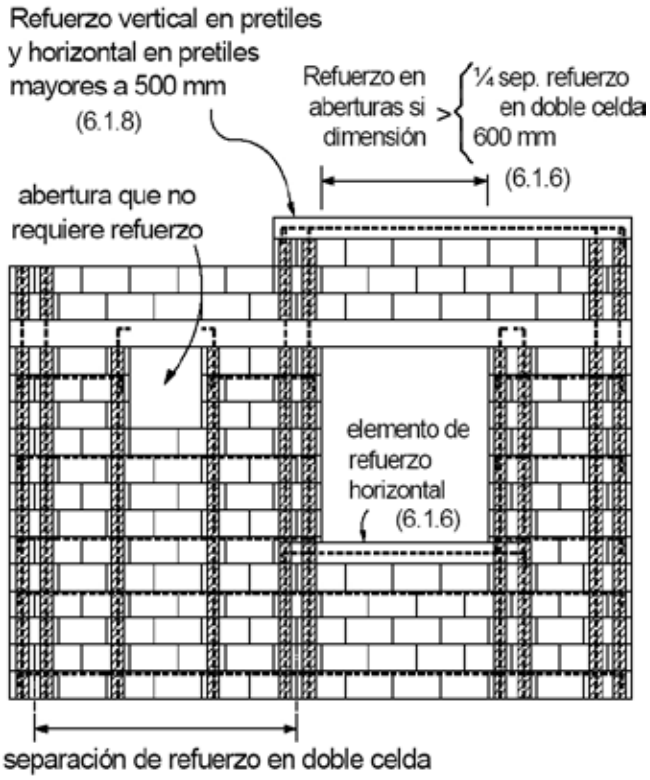


Figura 1406.3 Refuerzo en aberturas y pretiles

1406.1.9 Supervisión. Debe haber una supervisión continua en la obra que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo indicado en planos y que las celdas en que se aloja el refuerzo sean coladas completamente.

1406.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las **Secciones 1403.2.2 y 1403.2.3**, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería reforzada interiormente debe revisarse para el efecto de carga axial, la

fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la **Sección 1403.2.2.**

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, **Sección 1403.2.3.3**, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que dos.

1406.3 Resistencia a compresión y flexo - compresión en el plano del muro.

1406.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior. La carga vertical resistente, P_R, se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y) \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T \quad (6.6)$$

Donde:
F_E se debe obtener de acuerdo con la sección 3.2.2; y
F_R se toma igual a 0.6.

Alternativamente, P_R se puede calcular con

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 0.7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

si se usan MPa y mm²

$$\left(P_R = F_R F_E (f_m^* + 7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T \right. \quad (6.7)$$

si se usan kg/cm² y cm²

1406.3.2 Resistencia a flexo - compresión en el plano del muro.

1406.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexo -compresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la **Sección 1403.1.6.** La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la **Sección 1403.1.4.2.**

1406.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus extremos, las fórmulas simplificadas dadas en las **ecuaciones (6.8) y (6.9)** dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño. El momento flexionante resistente de diseño de la sección, MR, se debe calcular de acuerdo con las ecuaciones

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d; \qquad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3} \quad (6.8)$$

$$M_R = (1.5 F_R M_o + 0.15 P_R d)\left(1 - \frac{P_u}{P_R}\right); \text{ si} \quad (6.9)$$

Donde:
$M_o = A_s f_y d'$ resistencia a flexión pura del muro;
A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en los extremos del muro;
d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;
d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;
P_u signo carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se debe tomar como positivo en las ecuaciones (6.8) y (6.9)
F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \leq P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.
Para cargas axiales de tensión es válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento flexionante resistente M_o, afectando el resultado por F_R=0.8, ver **Figura 1405.4.**

1406.4 Resistencia a cargas laterales.

1406.4.1 Consideraciones generales. La resistencia a cargas laterales es proporcionada por la mampostería, **Sección 1406.4.2.** Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, **Sección 1406.4.3.** Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se acepta que el acero de refuerzo horizontal resista la totalidad de la carga lateral. Cuando se use el método simplificado de análisis dado en la **Sección 1403.2.3.3**, la resistencia a fuerza cortante de los muros (calculada en las **Secciones 1406.4.2 y 1406.4.3** se debe afectar por el factor FAE definido por la ec. (3.4).

El factor de resistencia, FR, se toma igual a 0.7 **Sección 1403.1.4.3.**

1406.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, VmR, se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5 F_R v_m^* A_T \quad (6.10)$$

Donde:
P se debe tomar positiva en compresión. La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se desprecia la contribución de la mampostería V_{mR}; por lo que la

totalidad de la fuerza cortante debe ser resistida por el refuerzo horizontal. La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, v_m^*, no debe exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayes que satisfagan la **Sección 1402.1.3.1**, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

1406.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal.

1406.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío, que sean continuos a lo largo del muro. No se permite el uso de escalerillas para resistir fuerza cortante inducida por sismo. El esfuerzo de fluencia para diseño, fyh, no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²). El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las **Secciones 1403.3.2.2, 1403.3.4.3, 1403.3.5.1 y 1403.3.6.4.**

1406.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, sh, no debe exceder de seis hiladas o 600 mm.

1406.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal. Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, ph, no debe ser inferior a 0.3/fyh si se usan MPa (3/fyh, si se usan kg/cm²) ni al valor que resulte de la expresión siguiente:

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R \; f_{yh} \; A_T} \qquad (6.11)$$

En ningún caso ph debe ser mayor que ; ni que 1.2/fyh para piezas macizas, ni que 0.9/fyh para piezas huecas si se usan MPa (12/fyh y 9/fyh, respectivamente, si se usan kg/cm²).
1606.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal. La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, VsR, se debe calcular con:

$$V_{sR} = F_R \, \eta \, p_h f_{yh} \, A_T \qquad (6.12)$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η, se debe determinar con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 \; ; \; \text{si } Ph \;\; f_{yh} & \leq 0.6 \text{ MPa } (6 \text{ kg/cm}^2) \\ 0.2 \; ; \; \text{si } Ph \;\; f_{yh} & \geq 0.9 \text{ MPa } (9 \text{ kg/cm}^2) \end{cases}$$

Para valores de ph fyh comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm²), η se debe hacer variar linealmente (ver **fig. 5.5**).

SECCIÓN 1407
MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA

1407.1 Alcance. Para las edificaciones ubicadas en las zonas C o D de peligro sísmico según las normas técnicas respectivas todos los muros estructurales de mampostería deben cumplir con los requisitos para mampostería confinada especificados en la Sección 1405 o con los requisitos para mampostería reforzada interiormente. Para las edificaciones ubicadas en las zonas A o B de peligro sísmico es admisible el empleo de mampostería con requisitos de refuerzo inferiores a los especificados en la **Sección 1405 y Sección 1406**, pero que cumplan con los requisitos de refuerzo por integridad estructural de la **Sección 1407.3** y con los demás requisitos de diseño de este capítulo. No se admiten construcciones de mampostería no reforzada.

El espesor de la mampostería de los muros, t, no debe ser menor de 100 mm.

Para diseño por sismo se debe usar un factor de comportamiento sísmico Q=1.

Los muros se deben construir e inspeccionar como se indica en las **Secciones 1409 y 14010**, respectivamente.

1407.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las Secciones 1403.2.2 y 1403.2.3, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente. La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería no reforzada debe revisarse para el efecto de carga axial, fuerza cortante, momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la **Sección 1403.2.2.**

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico **Sección 1403.2.3.3**, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante, siempre y cuando la estructura no exceda de tres niveles y la relación altura total a longitud del muro no exceda de dos. En caso contrario, se deben valuar los efectos de la flexión en el plano del muro y de la fuerza cortante.

1407.3 Refuerzo por integridad estructural. Con objeto de mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, en todo muro de carga se debe disponer de refuerzo por integridad con las cuantías y características indicadas en las **Secciones 1407.3.1 a 1407.3.3.** El refuerzo por integridad debe estar alojado en secciones rectangulares de concreto

reforzado de cuando menos 50 mm de lado. No se aceptan detalles de uniones entre muros y entre muros y sistemas de piso/techo que dependan exclusivamente de cargas gravitacionales.

El refuerzo por integridad debe calcularse de modo que resista las componentes horizontal y vertical de un puntal diagonal de compresión en la mampostería que tenga una magnitud asociada a la falla de la misma. Optativamente, se puede cumplir con lo indicado en las **Secciones 1407.3.1 a 1407.3.3.**

1607.3.1 Refuerzo vertical. Los muros deben ser reforzados en sus extremos, en intersección de muros y a cada 4 m con al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la altura de la estructura. El área total del refuerzo vertical en el muro se debe calcular con la expresión siguiente, (ver **Figura 1407.1**)

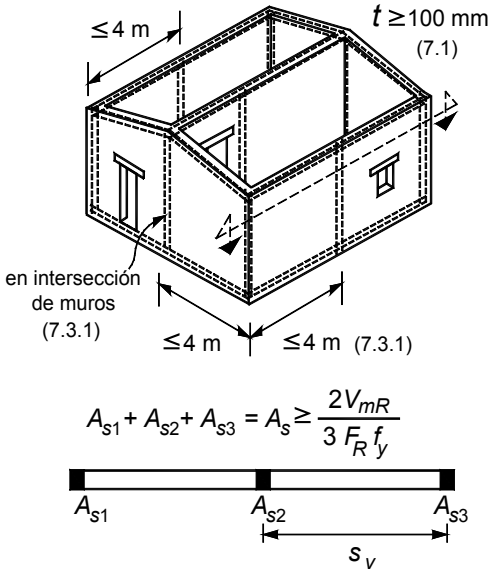
$$A_s = \frac{2\,V_{mR}}{3\,F_R\,f_y} \qquad (7.1)$$

donde V_{mR} y F_R se toman de la **sección 7.5**.

Las barras deben estar adecuadamente ancladas para alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia, f_y.

1407.3.2 Refuerzo horizontal. Se deben suministrar al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la longitud de los muros colocados en la unión de éstos con los sistemas de piso y techo. El área total se debe calcular con la **ec. (7.1)**, multiplicando el resultado por la altura libre del muro, H, y dividiéndolo por la separación entre el refuerzo vertical, sv.

$$A_s = \frac{2\,V_{mR}}{3\,F_R\,f_y}\,\frac{H}{s_v} \qquad (7.2)$$



SECCIÓN DEL MURO

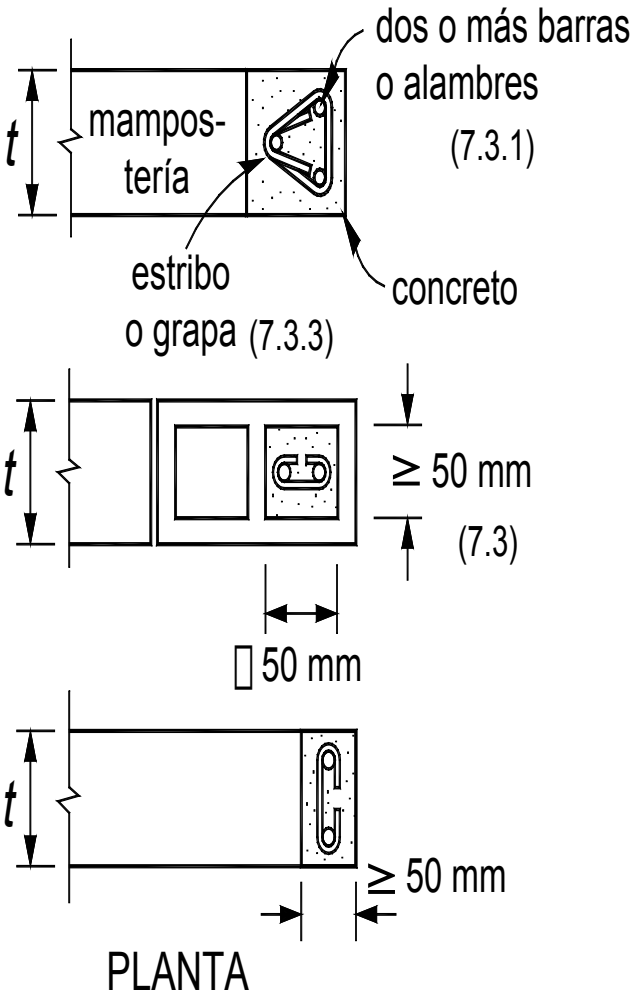


Figura 1407.1 Refuerzo por integridad

1407.3.3 Refuerzo transversal. Se debe colocar refuerzo transversal en forma de estribos o grapas Figura 1407.1 con una separación máxima de 200 mm y con un diámetro de al menos 3.4 mm.

1407.4 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro.

1607.4.1 Resistencia a compresión. La carga vertical resistente PR se debe calcular como:

$$P_R = F_R\,F_E\,f_m^*\,A_T \qquad (7.3)$$

Donde:
F_E se debe obtener de acuerdo con la **Sección 1403.2.2**; y
F_R se debe tomar igual a 0.3.
1407.4.2 Resistencia a flexocompresión. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro se debe calcular, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales, suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se debe considerar que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la

sección crítica un esfuerzo de compresión igual a fm*. F_R se debe tomar según la **Sección 1403.1.4.2.**

1407.5 Resistencia a cargas laterales. Cuando se use el método simplificado de análisis **Sección 1403.2.3.3**, la resistencia a fuerza cortante de los muros se debe afectar por el factor FAE definido por la **ec. 3.4**.
La fuerza cortante resistente de diseño, VmR, se debe determinar como sigue:

$$V_{mR}=F_R(0.5v_m{}^*A_T+0.3P) \leq 1.5F_R v_m{}^*A_T \qquad (7.4)$$

Donde:
F_R se debe tomar igual a 0.4, **Sección 1403.1.4.3**; y
P se debe tomar positiva en compresión.
La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical es de tensión, se debe tomar $V_{mR}= 0$.

SECCIÓN 1408
MAMPOSTERÍA DE PIEDRAS NATURALES

1408.1 Alcance. Esta sección se refiere al diseño y construcción de cimientos, muros de retención y otros elementos estructurales de mampostería del tipo conocido como de tercera, o sea, formado por piedras naturales sin labrar unidas por mortero.

1408.2 Materiales.

1408.2.1 Piedras. Las piedras que se empleen en elementos estructurales deben satisfacer los requisitos siguientes:

a) Su resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación debe ser de 15 MPa (150 kg/cm²);

b) Su resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación debe ser de 10 MPa (100 kg/cm²);

c) La absorción máxima debe ser de 4 por ciento; y

d) Su resistencia al intemperismo, medida como la máxima pérdida de peso después de cinco ciclos en solución saturada de sulfato de sodio, debe ser del 10 por ciento.

Las propiedades anteriores se deben determinar de acuerdo con los procedimientos indicados en el capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas (1971).

Las piedras no necesitan ser labradas, pero se debe evitar, en lo posible, el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos, el 70 por ciento del volumen del elemento debe estar constituido por piedras con un peso mínimo de 300 N (30 kg), cada una.

1408.2.2 Morteros. Los morteros que se empleen para mampostería de piedras naturales deben ser al menos del tipo III según la **Tabla 1602.2**, tal que la resistencia mínima en compresión debe ser de 4 MPa (40 kg/cm²).

La resistencia se debe determinar según lo especificado en la norma **NMX-C-061-ONNCCE.**

1408.3 Diseño.

1408.3.1 Esfuerzos resistentes de diseño. Los esfuerzos resistentes de diseño en compresión, fm*, y en cortante, vm*, se deben tomar como sigue:

a) Mampostería unida con mortero de resistencia a compresión no menor de 5 MPa (50 kg/cm²).

$F_R\, f_m{}^*$ = 2 MPa (20 kg/cm²)
$F_R\, v_m{}^*$ = 0.06 MPa (0.6 kg/cm²)

b) Mampostería unida con mortero de resistencia a compresión menor que 5 MPa (50 kg/cm²).
$F_R\, f_m{}^*$ = 1.5 MPa (15 kg/cm²)
$F_R\, v_m{}^*$ = 0.04 MPa (0.4 kg/cm²)
Los esfuerzos de diseño anteriores incluyen ya un factor de resistencia, F_R, que por lo tanto, no debe ser considerado nuevamente en las fórmulas de predicción de resistencia.

1408.3.2 Determinación de la resistencia. Se debe verificar que, en cada sección, la fuerza normal actuante de diseño no exceda la fuerza resistente de diseño dada por la expresión

$$P_R = F_R\, f_m^*\, A_T \left(1-\frac{2\,e}{t}\right) \qquad (8.1)$$

Donde t es el espesor de la sección y e es la excentricidad con que actúa la carga y que incluye los efectos de empujes laterales si existen. La expresión anterior es válida cuando la relación entre la altura y el espesor medio del elemento de mampostería no excede de cinco; cuando dicha relación se encuentre entre cinco y diez, la resistencia se debe tomar igual al 80 por ciento de la calculada con la expresión anterior; cuando la relación exceda de diez deben tomarse en cuenta explícitamente los efectos de esbeltez en la forma especificada para mampostería de piedras artificiales **Sección 1403.2.2.**

La fuerza cortante actuante no debe exceder de la resistente obtenida de multiplicar el área transversal de la sección más desfavorable por el esfuerzo cortante resistente según la **Sección 1408.3.1.**

1408.4 Cimientos. Los cimientos de piedra braza deben cumplir con lo establecido en la **Sección 2001.2** de este Código.

1408.5 Muros de Contención. En el diseño de muros de contención se debe tomar en cuenta la combinación más desfavorable de cargas laterales y verticales debidas a empuje de tierras, al peso propio del muro, a las demás cargas muertas que puedan obrar y a la carga viva que tienda a disminuir el factor de seguridad contra volteo o deslizamiento.
Los muros de contención se deben diseñar con un sistema de drenaje adecuado. Se deben cumplir las disposiciones del Capítulo 11. Diseño de Cimentaciones para Vivienda.

NOTACIÓN

As área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro en mampostería confinada; área del acero de refuerzo vertical en muros de mampostería reforzada interiormente, mm² (cm²)
Ascárea del acero de refuerzo transversal de los castillos colocada a una separación s, mm² (cm²)
Ash área del acero de refuerzo horizontal colocada a una separación sh, mm² (cm²)
Ast área de acero de los dispositivos o conectores, colocados a una separación s, necesaria para dar continuidad a muros transversales que lleguen a tope, mm² (cm²)
Asv área del acero de refuerzo vertical colocada a una separación sv, mm² (cm²)
AT área bruta de la sección transversal del muro o segmento de muro, que incluye a los castillos, mm² (cm²)
B dimensión en planta del entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad torsional estática, es, mm (cm)
b longitud de apoyo de una losa soportada por el muro, mm (cm)
cj coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno
cm coeficiente de variación de la resistencia a compresión de pilas de mampostería
cp coeficiente de variación de la resistencia a compresión de piezas
cv coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes de mampostería
cz coeficiente de variación de la resistencia de interés de las muestras
d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima, mm (cm)
d′ distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos de un muro, mm (cm)
db diámetro de barras de refuerzo, mm (cm)
Em módulo de elasticidad de la mampostería para esfuerzos de compresión normales a las juntas, MPa (kg/cm²)
Es módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario, MPa (kg/cm²)
e excentricidad con que actúa la carga en elementos de mampostería de piedras naturales y que incluye los efectos de empujes laterales, si existen, mm (cm)
ec excentricidad con que se transmite la carga de la losa a muros extremos, mm (cm)
es excentricidad torsional estática, mm (cm)
e′ excentricidad calculada para obtener el factor de reducción por excentricidad y esbeltez, mm (cm)
FAE factor de área efectiva de los muros de carga
FE factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez
FR factor de resistencia
fc′ resistencia especificada del concreto en compresión, MPa (kg/cm²)
media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindros de concreto de relleno, MPa (kg/cm²)
fj* resistencia de diseño a compresión del mortero o de cilindros de concreto de relleno, MPa (kg/cm²)
$\overline{f_p}$ media de la resistencia a compresión de pilas de mampostería, corregida por su relación altura a espesor y referida al área bruta, MPa (kg/cm²)
fm* resistencia de diseño a compresión de la mampostería, referida al área bruta, MPa (kg/cm²)
media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta, MPa (kg/cm²)
fp* resistencia de diseño a compresión de las piezas, referida al área bruta, MPa (kg/cm²)
fy esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo, MPa (kg/cm²)
fyh esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado, MPa (kg/cm²)
Gm módulo de cortante de la mampostería, MPa (kg/cm²)
H altura libre del muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral, mm (cm)
Ho longitud mínima, medida en los extremos de los castillos, sobre la cual se deben colocar estribos con una menor separación, mm (cm)
hc dimensión de la sección del castillo o dala que confina al muro en el plano del mismo, mm (cm)
k factor de altura efectiva del muro
L longitud efectiva del muro, mm (cm)
L′ separación de los elementos que rigidizan transversalmente al muro, mm (cm)
Ld longitud de desarrollo de una barra de refuerzo recta a tensión, mm (cm)
MR momento flexionante resistente de diseño, aplicado en el plano, en un muro sujeto a flexocompresión, N-mm (kg-cm)
Mo momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexión pura, N-mm (kg-cm)
P carga axial total que obra sobre el muro, sin multiplicar por el factor de carga, N (kg)
PR resistencia de diseño del muro a carga vertical, N (kg)
Pu carga axial de diseño, N (kg)
ph cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro, calculada como Ash/sht
pv cuantía de acero de refuerzo vertical en el muro, calculada como Asv/svt
Q factor de comportamiento sísmico
R resistencia lateral calculada del espécimen (Apéndice Normativo A), N (kg)

Ra resistencia lateral aproximada del espécimen (Apéndice Normativo A), N (kg)
Rmáx resistencia (carga lateral máxima) del espécimen medida en laboratorio (Apéndice Normativo A), N (kg)
s separación del acero de refuerzo transversal o de conectores, mm (cm)
sh separación del acero de refuerzo horizontal en el muro o de los alambres horizontales de una malla de alambre soldado, mm (cm)
sv separación del acero de refuerzo vertical en el muro, mm (cm)
t espesor de la mampostería del muro, mm (cm)
VmR fuerza cortante de diseño que toma la mampostería, N (kg)
VsR fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado, N (kg)
vm* resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga, MPa (kg/cm²)
v_m media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga, MPa (kg/cm²)
x distancia entre el centro de cortante del entrepiso y el muro de interés, con signo, ortogonal a la dirección de análisis, usada para calcular la excentricidad torsional estática, es, mm (cm)
z* resistencia de diseño de interés, MPa (kg/cm²)
Media de las resistencias de las muestras, MPa (kg/cm²)
z Desplazamiento lateral aplicado en la parte superior del espécimen (Apéndice Normativo A), mm (cm)
η Factor de eficiencia del refuerzo horizontal
λ Factor de sobre resistencia de las conexiones (Apéndice Normativo A)
θ distorsión (Apéndice Normativo A)

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 15 - DISEÑO POR SISMO

SECCIÓN 1501
CONSIDERACIONES GENERALES

1501.1. Alcances. Las normas de diseño por sismo de este capítulo son aplicables para el diseño por sismo de construcciones que cumplan con las condiciones especificadas en la **Sección 1505.1.**

Cuando no se cumplan estas condiciones, la construcción debe ser analizada siguiendo el Reglamento local de diseño por sismo.

Los requisitos de este capítulo tienen como propósito obtener una seguridad adecuada tal que, bajo un sismo intenso, no haya fallas estructurales mayores ni pérdidas de vidas, aunque pueden presentarse daños que lleguen a afectar el funcionamiento del edificio y requerir reparaciones importantes.

El Director Responsable de Obra, de acuerdo con el propietario, puede decidir que se diseñe el edificio para que satisfaga requisitos más conservadores que los aquí establecidos, con el fin de reducir la probabilidad de pérdidas económicas en la construcción o mejorar su desempeño ante sismo, a cambio de una inversión inicial mayor.

SECCIÓN 1502
ANALISIS Y DISEÑO

1502.1 Condiciones de análisis y diseño. Las estructuras se deben analizar bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno.

1502.2 Muros divisorios, de fachada y de colindancia.

1502.2.1 Muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales. Los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se deben ligar adecuadamente a los marcos estructurales o a castillos y dalas en todo el perímetro del muro; su rigidez se debe tomar en cuenta en el análisis sísmico y se debe verificar su resistencia. Los castillos y dalas de estos muros, a su vez deben estar ligados a los marcos.

1502.2.2 Muros que no contribuyen a resistir fuerzas laterales. Cuando los muros no contribuyan a resistir fuerzas laterales, se deben sujetar a la estructura de manera que no restrinjan la deformación de ésta en el plano del muro, pero a la vez que se impida el volteo de estos muros en dirección normal a su plano. Preferentemente estos muros deben ser de materiales flexibles.

1502.3. Coeficiente sísmico. El coeficiente sísmico, cR, es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, Vo, entre el peso de la edificación sobre dicho nivel, Wo. Con este fin se debe tomar como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se deben tener en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan, según el Capítulo de Diseño Estructural de las Edificaciones.

1502.4. Método simplificado de análisis.

1502.4.1 Condiciones de aplicabilidad. El método simplificado debe ser aplicable al análisis de edificios que cumplan simultáneamente los siguientes requisitos:

a) En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales deben estar soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros deben tener distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deben satisfacer las condiciones que establecen las Normas correspondientes. Para que la distribución de muros pueda considerarse sensiblemente simétrica, se debe cumplir en dos direcciones ortogonales, que la excentricidad torsional calculada estáticamente, no exceda del diez por ciento de la dimensión en planta del edificio medida paralelamente a dicha excentricidad,

b) La excentricidad torsional puede estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área total de los muros orientados en la dirección de análisis. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro y del factor FAE, que está dado por:

$$F_{AE} = \begin{cases} 1 & \text{si } \dfrac{H}{L} \leq 1.33 \\ 1.33\left(\dfrac{L}{H}\right)^2 & \text{si } \dfrac{H}{L} > 1.33 \end{cases} \qquad (1)$$

donde H es la altura del entrepiso y L la longitud del muro. Los muros a que se refiere este párrafo pueden ser de mampostería, concreto reforzado, placa de acero, compuestos de estos dos últimos materiales, o de madera; en este último caso deben estar arriostrados con diagonales. Los muros deben satisfacer las condiciones que establecen los capítulos correspondientes de estas normas.

b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no debe exceder de 2.0, a menos que para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo resista según el criterio que marca la **Sección 1502.4.2.**

c) La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no debe exceder de 1.5.

d) La altura del edificio no debe ser mayor de 13 m.

e) No se deben construir más de 10 construcciones iguales al prototipo que se diseña.

Como se señala en la Sección 1501.1, cuando no se cumplan estas condiciones, la construcción debe ser analizada siguiendo el Reglamento local de diseño por sismo.

1502.4.2 Método simplificado. Para aplicar este método se deben cumplir los requisitos indicados en la sección anterior. Se debe hacer caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Se debe verificar únicamente que en cada entrepiso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho entrepiso, calculada según se especifica en la sección siguiente, pero empleando los coeficientes sísmicos reducidos, c_R, que se calculan de la siguiente manera:

$$c_R = a_M F \qquad (2)$$

Donde aM es un coeficiente que depende de la localización de la construcción y del tipo de suelo, clasificado de acuerdo con la **Sección 1503.1** y F depende del tipo de construcción.

Los valores de aM se obtienen de los mapas dados en las **Figuras 1502.1 a 4**, para los suelos tipos I-IV, respectivamente. El factor F se obtiene de la **Tabla 1502.1**, para construcciones del grupo B.

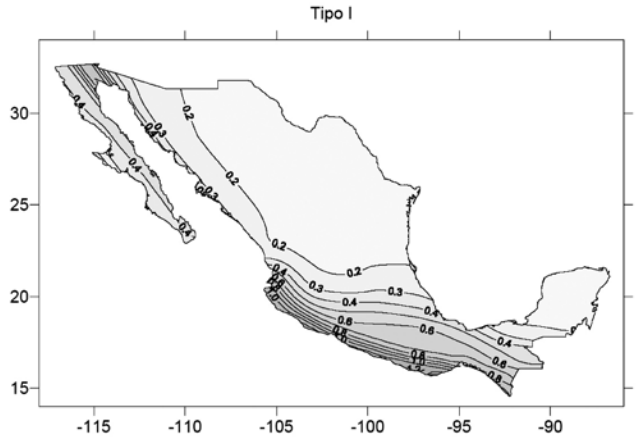


Figura 1502.1 Valores de aM para la República Mexicana para estructuras en suelo Tipo I

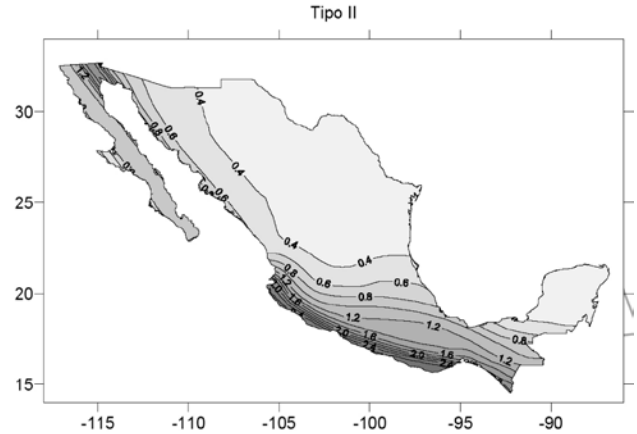


Figura 1502.2. Valores de aM para la República Mexicana para estructuras en suelo Tipo II

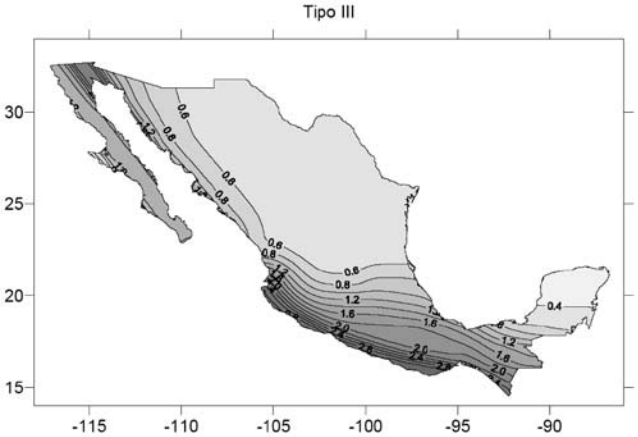


Figura 1502.3. Valores de aM para la República Mexicana para estructuras en suelo Tipo III

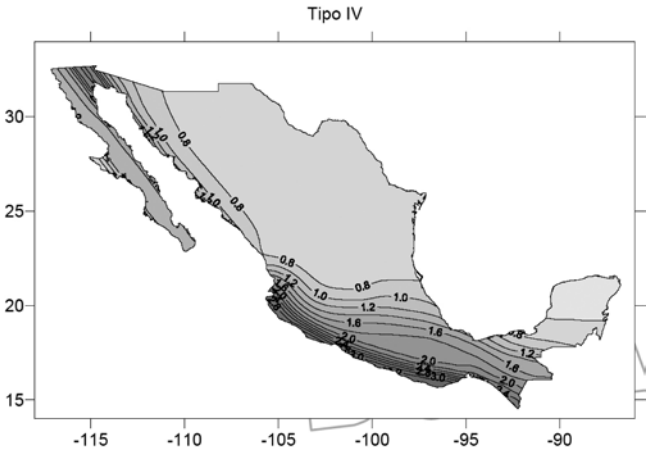


Figura 1502.4. Valores de aM para la República Mexicana para estructuras en suelo Tipo IV

Tabla 1502.1 Factor F usado para determinar el coeficiente sísmico reducido para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo B

Mampostería de piezas macizas	Mampostería de piezas huecas
0.25	0.33

Para muros de madera, se deben aplicar los criterios establecidos en las Normas correspondientes. Para muros de otros materiales y sistemas constructivos, deben justificarse a satisfacción de la Administración los coeficientes sísmicos que correspondan, con base en la evidencia experimental y analítica sobre su comportamiento ante cargas laterales alternadas.

1502.4.3 Determinación de fuerzas cortantes. Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles de una estructura, se debe suponer un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se debe tomar igual al peso de la masa que corresponde, multiplicado por un coeficiente proporcional a h, siendo h la altura de la masa en cuestión sobre el desplante (o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales pueden ser apreciables). El coeficiente se debe tomar de tal manera que la relación Vo/Wo sea igual al coeficiente cR. De acuerdo con este requisito, la fuerza lateral que actúa en el i-ésimo nivel, Fi, resulta ser

$$F_i = c_R W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} \qquad (3)$$

donde Wi es el peso de la i-ésima masa y hi altura de la i-ésima masa sobre el desplante.

SECCIÓN 1503
CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO

1503.1 Consideraciones generales. Los suelos en que se desplanten las estructuras se deben clasificar en cuatro tipos, denominados I, II, III y IV, de acuerdo con el valor de la velocidad efectiva de propagación de las ondas S, Vs, de acuerdo con el siguiente criterio:

Tipo I $\quad Vs \geq 700$ m/s

Tipo II $\quad 700$ m/s $> Vs \geq 360$ m/s

Tipo III $\quad 360$ m/s $> Vs \geq 180$ m/s

Tipo IV $\quad Vs < 180$ m/s

La velocidad efectiva de propagación se puede determinar con las técnicas aproximadas que se especifican a continuación. La exploración geotécnica debe extenderse al menos hasta una profundidad de 10 m. Si la velocidad efectiva calculada es menor que 180 m/s, entones la profundidad de la exploración debe ser hasta encontrar una velocidad de propagación igual o mayor que 720 m/s, o bien, alcanzar al menos 45 m explorados.

1503.2 Determinación de la velocidad efectiva Vs. La velocidad de propagación efectiva del depósito de suelo se debe calcular con la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{H_s}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} \qquad (4)$$

Donde:
Hs espesor total de la estratigrafía explorada
hi espesor del iésimo estrato
Vi velocidad de propagación de ondas de corte del iésimo estrato
N número de estratos

1503.3 Separación de edificios colindantes. Toda edificación debe separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia que no debe ser, en ningún nivel, menor de 50 mm ni menor que la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por XXX, XXX, XXX ó XXXX, según que la edificación se halle sobre terrenos tipo I, II, III o IV, respectivamente.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes debe ser cuando menos igual a la suma de las que corresponden a cada uno, de acuerdo con los párrafos precedentes.

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, debe dejarse en la nueva construcción una distancia tal

que la separación entre las dos construcciones no sea menor de la suma de las requeridas para cada una, según esta sección.

Sólo es admisible dejar la separación requerida para la construcción nueva, cuando se tomen precauciones que, a satisfacción de la Administración, garanticen evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Puede dejarse una separación igual a la mitad de dicha suma si los dos cuerpos tienen la misma altura y estructuración y, además, las losas coinciden a la misma altura, en todos los niveles.

En los planos arquitectónicos y en los estructurales se deben anotar las separaciones que deben dejarse en los linderos y entre cuerpos de un mismo edificio. Los espacios entre edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio deben quedar libres de todo material.

Si se usan tapajuntas, éstas deben permitir los desplazamientos relativos, tanto en su plano como perpendicularmente a él.

NOTACIÓN:
Cada símbolo empleado en estas Normas se define donde aparece por primera vez.

b dimensión de la planta del entrepiso que se analiza, medida perpendicularmente a la dirección de análisis
cR coeficiente sísmico reducido
es excentricidad torsional
FAE factor de área efectiva de muros de carga
Fi fuerza lateral que actúa en el i-ésimo nivel
H altura de un entrepiso
h altura, sobre el terreno, de la masa para la que se calcula una fuerza horizontal
L longitud de un muro
V fuerza cortante horizontal en el nivel que se analiza
Vo fuerza cortante horizontal en la base de la construcción
W peso de la construcción arriba del nivel que se considera, incluyendo la carga viva que se especifica en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones
Wi peso de la i-ésima masa.
Wo valor de W en la base de la estructura

CAPÍTULO 16 - DISEÑO POR VIENTO DE LAS EDIFICACIONES PARA VIVIENDA

SECCIÓN 1601
CONSIDERACIONES GENERALES

1601.1 Alcance. Estas Normas son aplicables al diseño por viento de edificaciones para vivienda, con alturas máximas de cinco niveles. Cubren los problemas relacionados con el empuje de viento sobre el cuerpo principal de cada edificio, y sobre los apéndices que pueda poseer, así como sobre los elementos de fachada y recubrimiento.

Los procedimientos aquí indicados se deben aplicar conforme a los criterios generales de diseño especificados en el Capítulo Diseño Estructural de las Edificaciones para Vivienda. Dichas Normas también establecen los factores de carga que deben aplicarse a las acciones debidas al viento, consideradas como acciones accidentales.

1601.2 Unidades. Sólo se especifican las unidades en las ecuaciones no homogéneas, cuyos resultados dependen de las unidades en que se expresen. En cada uno de esos casos, se presenta, en primer lugar, la ecuación en términos de unidades del Sistema Internacional (SI), y en segundo lugar, entre paréntesis, en términos de unidades del sistema métrico decimal usual. Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

SECCIÓN 1602
CRITERIOS DE DISEÑO

1602.1 Consideraciones generales. Deberá revisarse la seguridad de la estructura principal ante el efecto de las fuerzas que se generan por las presiones (empujes o succiones) producidas por el viento sobre las superficies de la construcción expuestas al mismo y que son transmitidas al sistema estructural. Las construcciones cubiertas por estas normas no son sensibles a los efectos dinámicos del viento; por ello, su revisión considerara únicamente la acción estática del mismo.

Debe realizarse, además, un diseño local de los elementos particulares, tanto los que forman parte del sistema estructural, como aquellos elementos considerados "no estructurales" y que se encuentren expuestos a la acción del viento, así como los que constituyen un revestimiento (láminas de cubierta y elementos de fachada, canceleria y vidrios). Para el diseño local de estos elementos y de sus anclajes se seguirán los criterios de la **Sección Diseño de Elementos de Recubrimiento**.

Precauciones. Durante la construcción y en estructuras provisionales, se debe revisar la estabilidad de la construcción ante efectos de viento. Pueden necesitarse por este concepto apuntalamientos y contravientos provisionales, especialmente en construcciones de tipo prefabricado. Para este caso se deben evaluar los empujes con las velocidades referidas en la Sección Determinación de las Presiones para Diseño, asociadas a un período de retorno de 10 años.

SECCIÓN 1603
DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES PARA DISEÑO

Determinación de la velocidad de diseño. Para el cálculo de empujes y/o succiones sobre las construcciones debidas a la presión del viento, se debe realizar un análisis estático, aplicando las presiones de diseño de la **Sección 1603.2** y los coeficientes de presión señalados en las **Secciones 1603.3 y 1603.4**. El método simplificado puede aplicarse para estructuras con altura no mayor de 15 m, con planta rectangular o formada por una combinación de rectángulos, tal que la relación entre la altura y la dimensión menor en planta sea menor que 4. En este último caso se debe aplicar la presión de diseño de la **Sección 1602.2**, pero los coeficientes de presión se deben tomar según se señala en la **Sección 1603.5.**

1603.1 Determinación de la velocidad de diseño, VD. Los efectos estáticos del viento sobre una estructura o componente de la misma se determinan con base en la velocidad de diseño.

Dicha velocidad de diseño se debe obtener de acuerdo con la **ecuación 3.1.**

$$V_D = F_{TR}\, F_{\alpha}\, V_R \qquad (3.1)$$

Donde:
F_{TR} factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno en los alrededores del sitio de desplante;

F_α factor que toma en cuenta la variación de la velocidad con la altura; y

V_R velocidad regional según la zona que le corresponde al sitio en donde se pretende construir la estructura.

La velocidad de referencia, V_R, se define en la **Sección 1603.1.1** y los factores F_α y F_{TR} se definen en las **Secciones 1603.1.2 y 1603.1.3**, respectivamente.

1603.1.1 Determinación de la velocidad regional, VR. La velocidad regional es la velocidad máxima del viento que se presenta a una altura de 10 m sobre el lugar de desplante de la estructura, para condiciones de terreno plano con obstáculos aislados (terreno tipo R2, **Figura 1603.2**. Los valores de dicha velocidad se deben obtener de la **Figura 1603.1**, que corresponde a un periodo de retorno de 100 años. Dichos valores incluyen el efecto de ráfaga que corresponde a tomar el valor máximo de la velocidad media durante un intervalo de tres segundos. En el mapa de la Figura 1603.1 las velocidades de viento están expresadas en km/hora, por lo que deben dividirse entre 3.6 si se quieren expresar en m/s.

1603.1.2 Factor de variación con la altura, F_α. Este factor establece la variación de la velocidad del viento con la altura z. Se obtiene con las expresiones siguientes:

$$F_\alpha = 1.00 \text{ para toda z} \qquad (3.2)$$

Donde:
δ altura gradiente, medida a partir del nivel del terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y se puede suponer constante; δ y z están dadas en metros; y α exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura.

Los coeficientes α y δ están en función de la rugosidad del terreno **Figura 1603.2** y se definen en la **Tabla 1603.1.**

Tabla 1603.1 Rugosidad del terreno, α y δ

Tipos de terreno Figura 2003.2)	α	δ, m
R1 Escasas o nulas obstrucciones al flujo de viento, como en campo abierto	0.099	245
R2 Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones	0.128	315
R3 Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas y no se cumplen las condiciones del Tipo R4	0.156	390
R4 Zona de gran densidad de edificios altos. Por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 m alrededor de la estructura en estudio tiene altura superior a 20 m	0.170	455

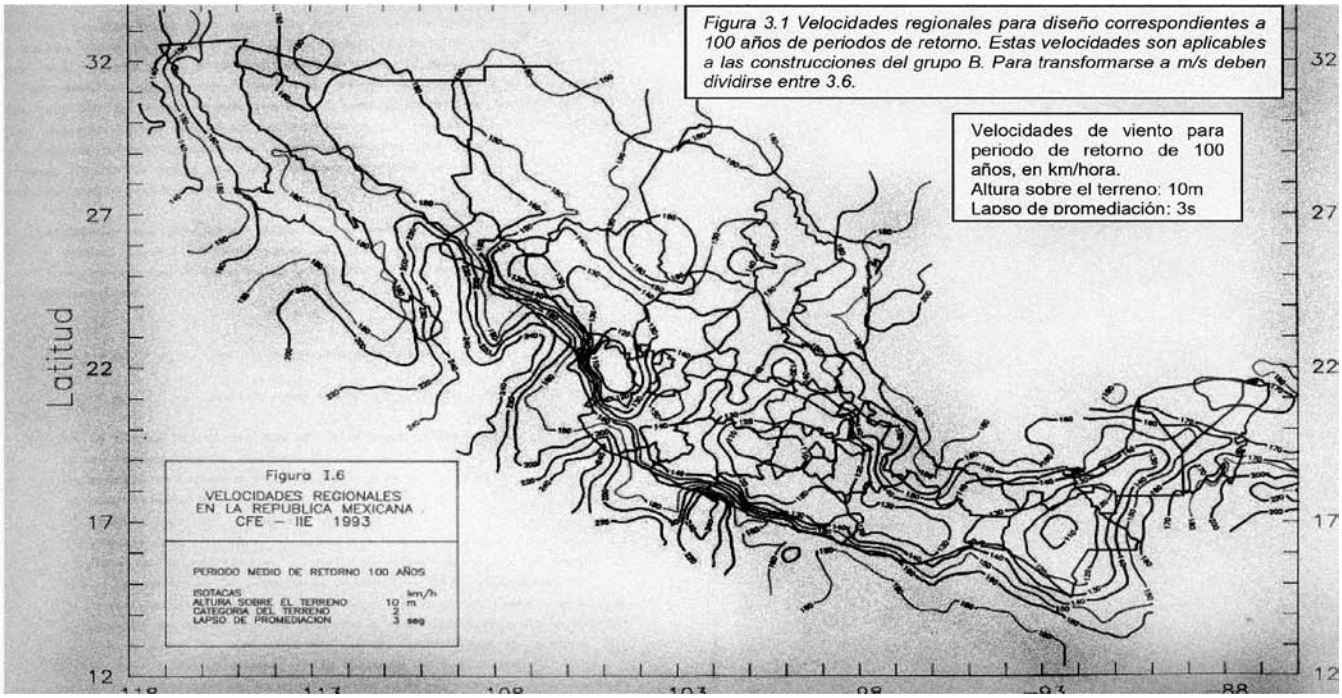


Figura1603.1 Velocidades regionales para diseño correspondientes a 100 años de periodo de retorno. Estas velocidades son aplicables a las construcciones del Grupo B. Para transformarse a m/s deben dividirse entre 3.6.

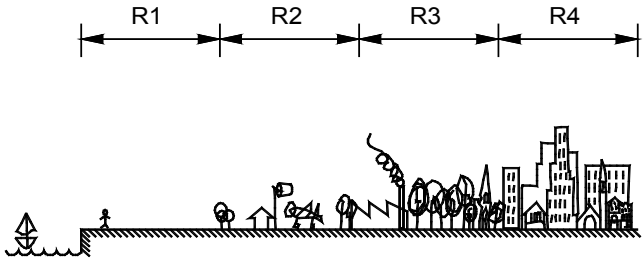


Figura 1603.2 Rugosidad de terreno

1603.1.3 Factor correctivo por topografía y rugosidad, FTR. Este factor toma en cuenta el efecto topográfico local del sitio en donde se desplante la estructura y a su vez la variación de la rugosidad de los alrededores del sitio **Tabla 1603.2**. En este último caso, si en una dirección de análisis de los efectos del viento existen diferentes rugosidades con longitud menor de 500 m, se debe considerar la que produzca los efectos más desfavorables.

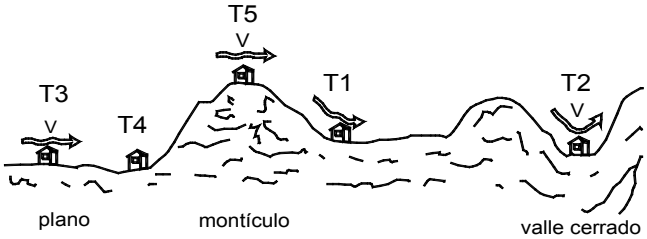


Figura 1603.3 Formas topográficas locales

1603.2 Determinación de la presión de diseño, pz. La presión que ejerce el flujo del viento sobre una construcción determinada, pz, en Pa (kg/m²), se obtiene tomando en cuenta su forma y está dada de manera general por la expresión (3.3.)

$$p_z = 0.610\ C_p G\ V_D^2 \qquad (3.3)$$

$$(\ p_z = 0.0622\ C_p G\ V_D^2\ )$$

Donde:
Cp coeficiente local de presión, que depende de la forma de la estructura; y
VD velocidad de diseño en m/s a la altura z, definida en la Sección 1603.1.
G Factor que depende de la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente; se obtiene por medio de la expresión siguiente:

$$G = \frac{0.392\Omega}{273 + \tau}$$

en donde, Ω es la presión barométrica, en mm de mercurio, dada en la **Tabla 1603.2** como función de la altura sobre el nivel del mar, y □ es la temperatura ambiente en grados centígrados.

Tabla 1603.2 Relación entre altura sobre el nivel del mar y presión barométrica

Altura sobre nivel del mar, m	Presión barométrica, mm de mercurio
0	760
500	720
1000	675
1500	635
2000	600
2500	565
3000	530
3500	495

Si VD se presenta en km/h, los coeficientes 0.610 y 0.0622 en la **Ecuación (3.3)** deben sustituirse por 0.047 y 0.0048, respectivamente.

1603.3.1 Factores de presión. Los factores de presión Cp de la **ec. (3.3)** se determinan según el tipo y forma de la construcción, de acuerdo con lo siguiente:

1603.3.2 Caso I. Edificios y construcciones cerradas. Se consideran los coeficientes de presión normal a la superficie expuesta de la **Tabla 1603.3.**

Tabla 1603.2 Factor FTR (Factor de topografía y rugosidad del terreno)

Tipos de topografía (fig. 3.2)	Rugosidad de terrenos en alrededores			
	Terreno tipo R1	Terreno tipo R2	Terreno tipo R3	Terreno tipo R4
T1 Base protegida de promontorios y faldas de serranías del lado de sotavento	0.90	0.80	0.70	0.66
T2 Valles cerrados	1.01	0.90	0.79	0.74
T3 Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores de 5 % (normal)	1.13	1.00	0.88	0.82
T4 Terrenos inclinados con pendientes entre 5 y 10 %	1.24	1.10	0.97	0.90
T5 Cimas de promontorios, colinas o montañas, terrenos con pendientes mayores de 10 %, cañadas o valles cerrados	1.35	1.20	1.06	0.98

En terreno de tipo R1, según se define en la **Tabla 1603.2**, el factor de topografía y rugosidad, FTR, se debe tomar en todos los casos igual a 1.0.

Tabla 1603.3 Coeficiente Cp para construcciones cerradas

	Cp
Pared de barlovento	0.8
Pared de sotavento1	–0.4
Paredes laterales	–0.8
Techos planos	–0.8
Techos inclinados lado de sotavento	–0.7
Techos inclinados lado de barlovento2	–0.8< 0.04 – 1.6< 1.8
Techos curvos	ver tabla 3.4 y fig. 3.4

1 La succión se debe considerar constante en toda la altura de la pared de sotavento y se debe calcular para un nivel z igual a la altura media del edificio;
2 θ es el ángulo de inclinación del techo en grados.

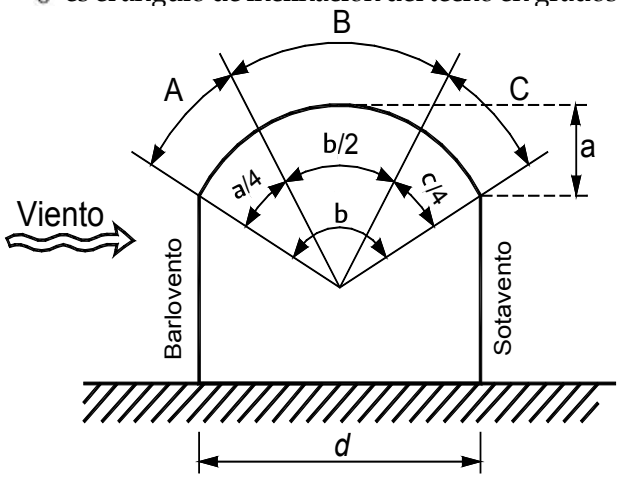


Figura 1603.4 Cubiertas en arco

Tabla 1603.4 Coeficientes de presión Cp para cubiertas en arco[1]

Relación r = a/d	A	B	C
r < 0.2	–0.9	—	—
0.2< r <0.3	3r–1	–0.7–r	–0.5
r > 0.3	1.42r	—	—

1 Para cubiertas de arco apoyadas directamente sobre el suelo, el coeficiente de presión sobre la zona A debe tomarse igual a 1.4r, para todo valor de r.

1603.4 Caso II. Paredes aisladas y muros. La fuerza total sobre la pared o muro, suma de los empujes de barlovento y succiones de sotavento, se debe calcular a partir de la ecuación 3.3; se debe utilizar un factor de presión obtenido de las **Tablas 1603.6 y 1603.7**, según el caso **Figuras 1603.5 y 1603.6**).

Tabla 1603.5 Viento normal al anuncio o muro

Coeficiente de presión neta (Cp)
Muros
1.2

La **Tabla 1603.5** se aplica para muros con $1 \le d/h_e \le 20$. Si d/h_e o d/H es mayor que 20, o menor que 1.0, el coeficiente de presión debe ser igual a 2.0.

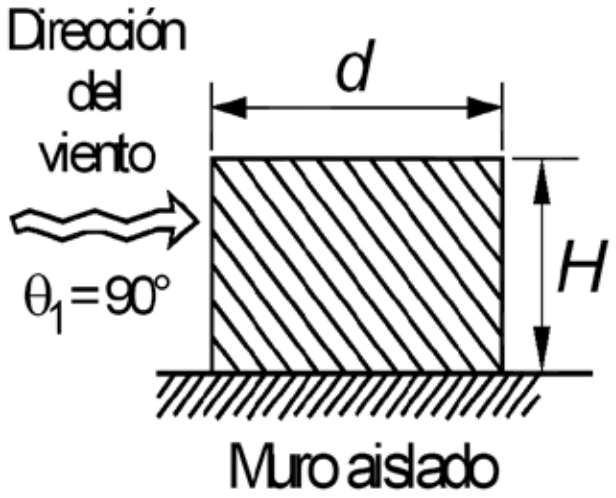


Figura 1603.5 Dimensiones de muros y anuncios en dirección del viento

En el caso de anuncios, si d/he es menor que 1.0 y he/H mayor o igual que 0.2, el coeficiente de presión debe ser igual a 2.0. Si he/H es mayor que cero pero menor que 0.2 entonces el coeficiente de presión se debe calcular con la expresión de la **Tabla 1603.5.** Para este fin la relación d/he se debe sustituir por su valor inverso.

En el caso del viento a 45 grados la presión resultante es perpendicular al anuncio o muro y está aplicada con una excentricidad del centroide, según la distribución de presiones de la Tabla 1603.6. Dicha excentricidad no debe tomarse menor que d/10.

Tabla 1603.6 Viento a 45° sobre el anuncio o muro

Coeficiente de presión neta (Cp) en zonas de muros		
Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del muro Muros		
0 a 2H	2H a 4H	> 4H
2.4	1.2	0.6

Para las paredes y anuncios planos con aberturas, las presiones se deben reducir con el factor dado por $\phi(2-\phi)$

Donde:

ϕ es la relación de solidez del anuncio o muro.

Tabla 1603.7 Viento paralelo al plano del anuncio o muro

Coeficiente de presión neta (Cp) en zonas de muros		
Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del muro Muros		
0 a 2H	2H a 4H	> 4H
±1.0	±0.5	±0.25

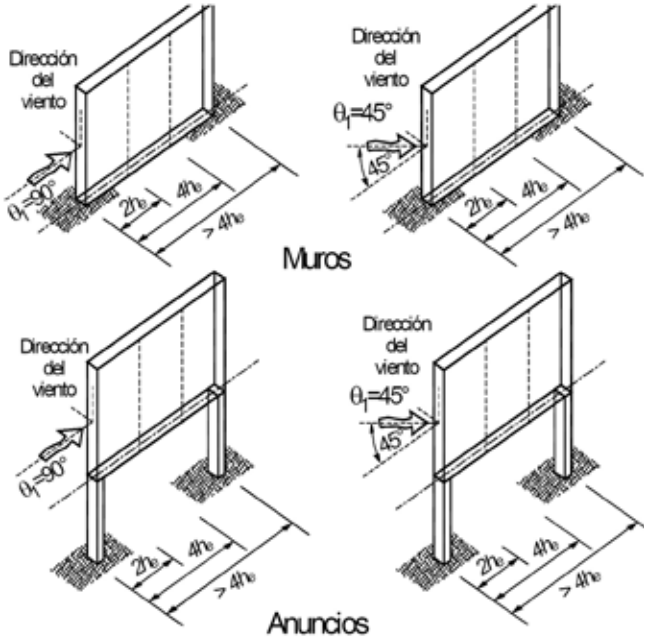


Figura 1603.6 Acción sobre paredes aisladas o anuncios

1603.5 Caso III. Tanques de almacenamiento de agua, tanques de almacenamiento de gas, equipos de aire acondicionado, antenas y otras instalaciones que estén apoyados sobre las azoteas o cubiertas de los edificios de vivienda.

1603.6 Área expuesta. El área sobre la que actúa la presión calculada con la **ecuación (3.3)** se debe tomar igual a la superficie expuesta al viento proyectada en un plano vertical, excepto en techos y en elementos de recubrimiento en que se debe tomar el área total. La dirección de las presiones del viento debe ser normal a la superficie considerada. Esta definición se aplica tanto para el método estático como para el simplificado En techos de diente de sierra, se debe considerar que la presión actúa sobre la totalidad del área del primer diente, y la mitad del área para cada uno de los demás.

1603.7 Coeficientes de presión para el método simplificado. Los coeficientes de presión a considerar en muros y techos de construcciones que cumplan con los requisitos para aplicar el método simplificado, se indican en la **Tabla 1603.8.** En las aristas de muros y techos se deben considerar los coeficientes de presión en bordes que se indican en dicha tabla. Estos coeficientes de borde solamente se aplican para el diseño de los sujetadores en la zona de afectación indicada en la **Figura 1603.7**. El ancho de la zona de afectación a lo largo de los bordes de muros y techos debe ser la décima parte de su dimensión menor (ancho o largo) o del total de su altura (si ésta resulta menor).

Tabla 1603.7 Coeficientes de presión para el método simplificado

Superficie	Cp	Cp (en bordes)
Muros	± 1.45	± 2.25
Techos	± 2.1	± 3.4

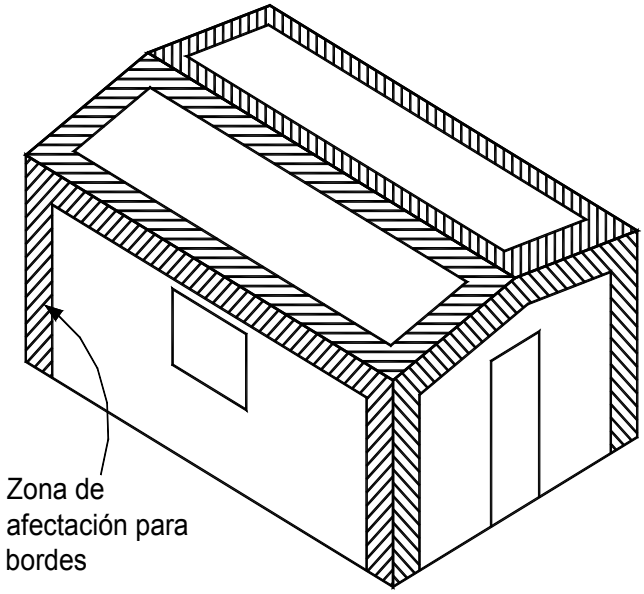


Figura 1603.7 Zonas de afectación para el diseño de los sujetadores

SECCIÓN 1604
DISEÑO DE ELEMENTOS DE RECUBRIMIENTO

Se deben diseñar con los criterios establecidos en este capítulo los elementos que no forman parte de la estructura principal y los que no contribuyen a la resistencia de la estructura ante la acción del viento, así como los que tienen por función recubrir la estructura. Cada elemento se debe diseñar para las presiones, tanto positivas (empujes) como negativas (succiones) que correspondan a la dirección más desfavorable del viento, calculadas con la expresión 3.3. Se deben usar los coeficientes de presión de la **Tabla 1604.1** Para el diseño de parapetos, se debe emplear un coeficiente de presión calculado como

$$C_p = -3.0 + A/75 < -1.8 \qquad (4.1)$$

Donde:
A es el área tributaria del elemento a diseñar, en metros cuadrados.

Tabla 1604.1 Coeficientes de presión para elementos de recubrimiento

Zona	Efecto	Coeficiente de presión, Cp
1	succión empuje	–2 + A/50 < –1.1 1.5 – A/100
2	succión	–1.4 + A/50 < –1.2
3	succión	–3.0 + A/10< –2.0
4	succión empuje	–1.4 + A/50 < –1.2 1.3 – A/50 > 1.1
5	succión empuje	–1.7 + A/35 < –1.4 1.3 – A/50 > 1.1

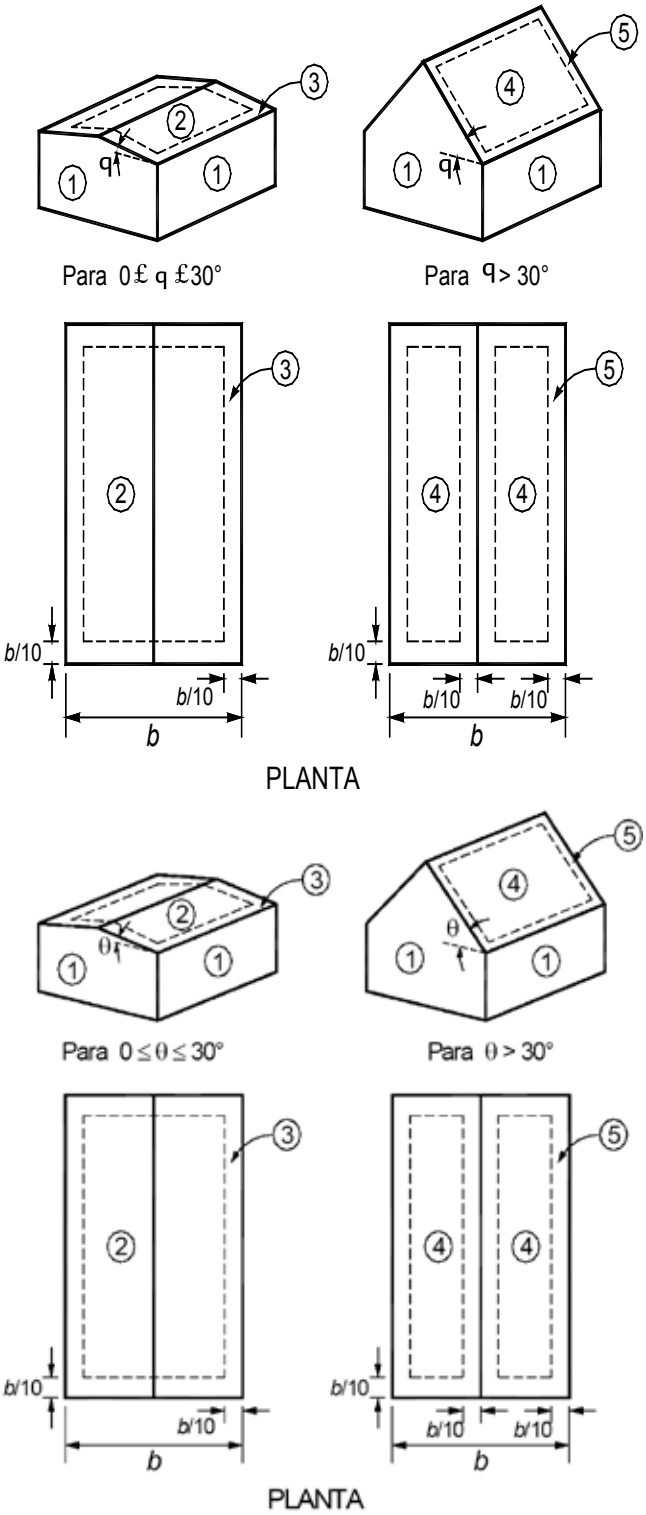


Figura 1604.1 Elementos de recubrimiento en edificios de vivienda

SECCIÓN 1605
DESPLAZAMIENTOS PERMISIBLES

Se debe revisar que los desplazamientos relativos entre niveles consecutivos de edificios, causados por las fuerzas de diseño por viento, no excedan de los valores siguientes, expresados como fracción de la diferencia entre los niveles de piso o de las secciones transversales mencionadas:

a) Cuando no existan elementos de relleno que puedan dañarse como consecuencia de las deformaciones angulares: 0.005;

b) Cuando existan elementos de relleno que puedan dañarse como consecuencia de las deformaciones angulares: 0.002.

NOTACIÓN

A área tributaria, m²
a flecha en cubiertas de arco, m;
b ancho mínimo del área expuesta, m
Cp coeficiente local de presión
d dimensión de la estructura paralela a la acción del viento, m
F_{TR} factor correctivo por condiciones locales
F_{α} factor de variación de la velocidad del viento con la altura
G factor correctivo por temperatura y altura sobre el nivel del mar
H altura de la estructura, m
h_e dimensión vertical de un letrero aislado, m
p_z presión de diseño, Pa (kg/m²)
R factor de rugosidad
S factor de tamaño
V_D velocidad de diseño para una altura dada, m/s
V_H velocidad de diseño a la altura H, m/s
V_R velocidad regional para el sitio de interés, m/s
z altura de un punto desde el suelo, m
α exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura
δ altura gradiente, m
θ ángulo de inclinación en techos inclinados, grados
θ_1 ángulo de incidencia entre la dirección del viento y un plano vertical, grados.

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 17 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y DE MADERA

Capítulo a desarrollar en la siguiente Edición.

ASPECTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 18 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS E HIBRIDAS

Capítulo a desarrollar en la siguiente Edición.

PARTE 5
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

5

PARTE 5

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 19 - TRABAJOS PRELIMINARES

SECCIÓN 1901
CONSIDERACIONES GENERALES

1901.1 Documentación. Durante la ejecución de una obra debe conservarse en el lugar una copia de los planos registrados y del permiso o licencia de construcción y esta documentación debe estar a disposición de la autoridad competente.

1901.2 Accesibilidad en la vía pública. Durante la ejecución de una obra se deben tomar las medidas necesarias para no alterar la accesibilidad y el funcionamiento de las edificaciones e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública.

1901.3 Uso de la vía pública. En ningún caso las obras, reparaciones u ocupación de la vía pública deben ser obstáculo para el libre desplazamiento de personas. Para la expedición de permisos para realizar trabajos en la vía pública, la autoridad local debe emitir las disposiciones correspondientes.

1901.4 Carga y descarga de material. Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra deben realizar sus maniobras en la vía pública durante los horarios que autorice la autoridad local, los que deben estar visibles en la señalización de la obra y de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Tránsito de la localidad.

1901.5 Escombro. Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por las obras públicas o privadas, deben estar protegidos con barreras, cambio de textura o borde en piso, a una distancia mínima de un metro, para ser percibidos por los invidentes y señalados con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche y de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Tránsito de la localidad.

1901.6 Reparación de guarniciones y banquetas. Los propietarios o poseedores de las obras están obligados a reparar por su cuenta las banquetas y guarniciones que se hayan deteriorado con motivo de la ejecución de la obra. En su defecto, la autoridad local debe ordenar los trabajos de reparación o reposición con cargo a los propietarios o poseedores. En las esquinas, las rampas peatonales se deben realizar de acuerdo con lo establecido en la Sección 5.902 del Cap. 9.

1901.7 Equipos provisionales. Los equipos eléctricos en instalaciones provisionales, utilizados durante la obra, deben cumplir con la normatividad correspondiente.

1901.8 Suspensión provisional. Los propietarios o poseedores de las obras cuya construcción sea suspendida por cualquier causa por más de 60 días naturales, deben dar aviso a las autoridades competentes, limitar sus predios con la vía pública por medio de cercas o bardas y clausurar los vanos que fuere necesario, a fin de impedir el acceso a la construcción.

SECCIÓN 1902
OBRAS DE PROTECCIÓN

1902.1 Tapiales Fijos. En las obras que se ejecuten en un predio a una distancia menor de 10 m de la vía pública, se deben colocar tapiales fijos que cubran todo el frente de la misma a una altura mínima de 2.40 m. Deben ser de madera, lámina, concreto, mampostería o de otro material que ofrezca garantías de seguridad. No deben tener más claros que los de las puertas, las cuales deben mantenerse cerradas.

Cuando la fachada quede al paño del alineamiento, el tapial puede abarcar una franja anexa hasta de 0,50 m sobre la banqueta y debe ajustarse a lo indicado por el proyecto ejecutivo, a las especificaciones de diseño de tapiales, a las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas, a lo establecido en los reglamentos locales vigentes y al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

1902.2 Tapiales de barrera. Se deben utilizar tapiales de barrera cuando se ejecuten obras de pintura, limpieza o similares y se deben remover al suspenderse el trabajo diario. Estas barreras deben estar pintadas y tener leyendas de "Precaución". Se deben construir de manera que no obstruyan o impidan la vista de las señales de tránsito, de las placas de nomenclatura o de los aparatos y accesorios de los servicios públicos. En caso necesario, se debe solicitar a la autoridad local el cambio provisional de esta señalización a otro lugar.

1902.3 Tapiales de marquesina. Cuando los trabajos se ejecuten a más de un piso de altura, se deben

colocar marquesinas que protejan suficientemente la zona inferior de las obras, de la caída de materiales de demolición o de construcción, tanto sobre la banqueta como sobre los predios colindantes.

SECCIÓN 1903
TRABAJOS PRELIMINARES

1903.1 Limpieza del terreno. Los trabajos de limpieza se deben ejecutar en toda el área. La limpieza del terreno natural inicia con el retiro de basura, escombros y desperdicios que existan en el predio. El desmonte o desyerbe se debe realizar para el retiro de maleza, plantas de campo, cactus y en general toda la vegetación, sin incluir árboles, que exista en los terrenos destinados a la construcción de los edificios.

1903.2 Cuidado de árboles. Previo al desmonte, se deben identificar los árboles que se respetan conforme al proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos o para trasplantarlos. Si el proyecto contempla la tala o cambio de posición de árboles, se debe obtener el permiso respectivo de la Delegación de SEMARNAT en la localidad y respetar las medidas que se determinen en el mismo.

1903.3 Retiro de pasto. El pasto existente se debe levantar con la capa de tierra adherida a éste en una capa de 10 cm de espesor promedio. La capa de tierra vegetal de áreas verdes se debe levantar hasta una profundidad suficiente para retirar el material orgánico.

1903.4 Despalme. Se debe despalmar el terreno que por sus características mecánicas no es adecuado para el despaime de los edificios. El despalme debe ejecutarse en terrenos que contengan material tipo I o II. El espesor de la capa a despalmar debe ser aproximadamente de 20 cm o el que especifique el proyecto.

1903.5 Extracción de los tocones. La extracción de los tocones debe hacerse mediante la excavación alrededor de los mismos, a la profundidad que permita su extracción.

1903.6 Contaminación. Si se detecta cualquier tipo de contaminación superficial debe darse aviso de inmediato a la Delegación de SEMARNAT, acatando las recomendaciones que se dicten en su resolutivo.

1903.7 Acarreos. El material producto de la limpieza del terreno se debe acarrear fuera del predio al sitio autorizado por la autoridad local. En ningún caso se permite la quema del material producto de estos trabajos. Los volúmenes acarreados y el destino de los mismos deben quedar anotados en la bitácora de obra.

1903.8 Rellenos. Los rellenos con material producto de la excavación se pueden realizar sólo si están contemplados en el proyecto ejecutivo, compactando como se especifica en el mismo proyecto y con apoyo en los estudios de campo.

1903.9 Terrazas. La formación de terrazas se debe realizar de acuerdo con lo que establezca el proyecto ejecutivo y con apoyo en los estudios de campo.

SECCIÓN 1904
MEDICIONES Y TRAZOS

1904.1 Alineamiento. Antes de iniciar una construcción debe verificarse el trazo del alineamiento del predio con base en la constancia de alineamiento y número oficial, y las medidas de la poligonal del perímetro, así como la situación del predio en relación con los colindantes, la cual debe coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad.

1904.2 Trazo y nivelación. El trazo y nivelación se deben realizar con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, de acuerdo con el proyecto ejecutivo y las dimensiones y condiciones particulares del terreno.

1904.3 Bancos de nivel. En las edificaciones en que de acuerdo al proyecto ejecutivo se requiera llevar registro de posibles movimientos verticales, así como en aquellas en que las autoridades competentes lo ordenen, se deben instalar referencias o bancos de nivel, alejados de la cimentación o estructura para no ser afectados por los movimientos de las mismas o de otras cargas cercanas y a éstos deben referirse las nivelaciones que se hagan.

Durante el proceso de la obra también se deben efectuar nivelaciones a las edificaciones ubicadas en los predios colindantes a la construcción con objeto de observar su comportamiento.

1904.4 Referencias de obra. El trazo de los ejes principales de las obras, los linderos amojonados del terreno, un banco de nivel general, así como las referencias y los bancos de nivel secundarios, ejes de los edificios y de obras exteriores se deben mantener constante y permanentemente intactos y protegidos, libres de productos de la excavación o materiales de construcción hasta la recepción final de la obra. Estas referencias deben quedar asentadas en la bitácora de obra.

SECCIÓN 1905
SEGURIDAD Y SANIDAD EN LA OBRA

1905.1 Equipo de seguridad. Los trabajadores de la obra deben usar los equipos de protección personal en cumplimiento a la **NOM-017-STPS-2001**. En donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores de

las edificaciones, se deben usar redes de seguridad, cuando no puedan usarse cinturones de seguridad, de amarre o andamios con barandales

1905.2 Materiales peligrosos. Desde el inicio de la obra, se debe notificar al Director Responsable de Obra de las cantidades de material peligroso, combustibles, inflamables, sustancias corrosivas, explosivas y radioactivas, que se almacenen en la obra, a fin de que sean tomadas todas las medidas preventivas conducentes.

1905.3 Sanidad. En las obras deben proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada 25 trabajadores o fracción excedente de 15, diferenciados para su uso por género. Se debe mantener permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 20 - MATERIALES

SECCIÓN 2001
CONSIDERACIONES GENERALES

2001.1 Resistencia y calidad de los materiales. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, deben ser las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados. Se deben realizar las pruebas de verificación de calidad que señalen las normas NOM correspondientes y las NMX. En caso de duda en la interpretación de los resultados, debe ser la autoridad competente la que decida sobre el particular.

La autoridad local o el órgano competente pueden exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aún en las obras terminadas.

2001.2 Materiales almacenados en las obras. Los materiales de construcción, como se indica en la **NOM-006-STPS-2000**, deben estar almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro y la intrusión de materiales extraños que afecten sus propiedades y características.

2001.3 Vigilancia. El DRO debe prestar principal atención a las propiedades mecánicas de los materiales; a las tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos al nivel y alineamiento de los elementos estructurales; y a las cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se originen por la colocación de materiales durante la ejecución de la obra.

2001.4 Consideraciones especiales. Los elementos estructurales que se encuentren en ambiente corrosivo o sujetos a la acción de agentes físicos, químicos o biológicos que puedan hacer disminuir su resistencia, deben ser de material resistente a dichos efectos, o estar recubiertos con materiales o sustancias protectoras y recibir el mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el proyecto ejecutivo. En los paramentos exteriores de los muros se debe impedir el paso de la humedad; el mortero de las juntas debe resistir el intemperismo.

SECCIÓN 2002
CEMENTANTES

2002.1 Cemento hidráulico. En la elaboración del concreto y morteros se debe emplear cualquier tipo de cemento hidráulico que cumpla con los requisitos especificados en la norma **XMX-C-414-ONNCCE-2004.**

2002.2 Cemento de albañilería. En la elaboración de morteros se puede usar cemento de albañilería que cumpla con los requisitos especificados en la norma **NMX-C-111- ONNCCE-2004.**

2002.3 Cal hidratada. En la elaboración de morteros se puede usar cal hidratada que cumpla con los requisitos especificados en la norma **NMX-C-003-ONNCCE.**

SECCIÓN 2003
AGREGADOS PÉTREOS

2003.1 Agregados pétreos. Los agregados deben cumplir con las especificaciones de la norma **NMX-C-111-ONNCCEE-2004.**

SECCIÓN 2004
AGUA DE MEZCLADO

2004.1 Agua de mezclado. El agua para el mezclado del mortero o del concreto debe cumplir con las especificaciones de la norma **NMX-C-123-ONNCCE-2000.** El agua se debe almacenar en depósitos limpios y cubiertos.

SECCIÓN 2005
ADITIVOS

2005.1 Aditivos. En la elaboración de concretos, concretos de relleno y morteros de relleno se pueden usar aditivos que mejoren la trabajabilidad y que cumplan con los requisitos especificados en la norma **NMX-C-255 ONNCCE-2006.**

SECCIÓN 2006
ACERO

2006.1 Acero. Como refuerzo ordinario para concreto pueden usarse barras de acero y/o malla de alambre soldado. Las barras deben ser corrugadas, con la salvedad que se indica adelante, y deben cumplir con las normas **NMX-C-407-ONNCCE, NMX-B-294 o NMX-B-457**; se deben tomar en cuenta las restricciones al uso de algunos de estos aceros incluidas en las presentes Normas. La malla debe cumplir con la norma **NMX-B-290**. Se permite el uso de barra lisa de 6.4 mm de diámetro (número 2) para estribos donde así se indique en el texto de estas Normas, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para fuerza cortante por fricción. El acero de preesfuerzo debe cumplir con las normas **NMX-B-292 o NMX-B-293**.

El refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos colocados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, debe estar constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas, que cumplan con las Normas Mexicanas correspondientes. Se admite el uso de barras lisas, como el alambrón, únicamente en estribos, en mallas de alambre soldado o en conectores. El diámetro mínimo del alambrón para ser usado en estribos es de 5.5 mm. Se pueden utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción de la Administración su eficiencia como refuerzo estructural.

Para elementos secundarios y losas apoyadas en su perímetro, se permite el uso de barras que cumplan con las normas **NMX-B-18, NMX-B-32** y **NMX-B-72.**

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario, Es, se supone igual a 2×105 MPa (2×106 kg/cm²) y el de torones de preesfuerzo se supone de 1.9×105 MPa (1.9×106 kg/cm²).

En el cálculo de resistencias se deben usar los esfuerzos de fluencia mínimos, fy, establecidos en las normas citadas.

SECCIÓN 2007
PIEZAS DE MAMPOSTERÍA

2007.1 Tipos de piezas. Las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería deben cumplir con la Norma Mexicana **NMX-C-404-ONNCCE**, con excepción de lo dispuesto para el límite inferior del área neta de piezas huecas señalado en la sección 2007.1.2 (fig. 2.1).

El peso volumétrico neto mínimo de las piezas, en estado seco, debe ser el indicado en la **tabla 2.1.**

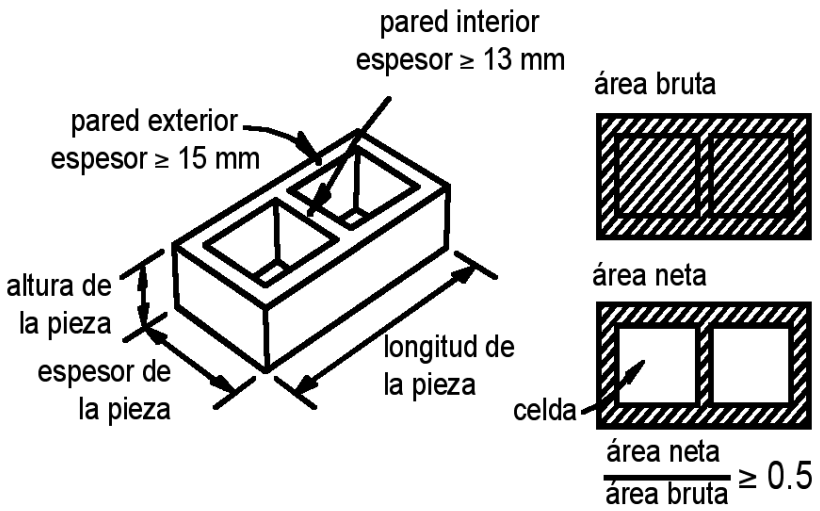
Tabla 2.1 Peso volumétrico neto mínimo de piezas, en estado seco

Tipo de pieza	Valores en kN/m^3 (kg/m^3)
Tabique de barro recocido	13 (1300)
Tabique de barro con huecos verticales	17 (1700)
Bloque de concreto	17 (1700)
Tabique de concreto (tabicón)	15 (1500)

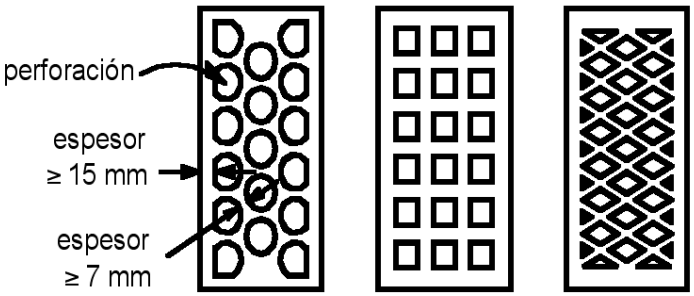
2007.1.1 Piezas macizas. Se consideran como piezas macizas aquellas que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 75 por ciento del área bruta, y cuyas paredes exteriores no tienen espesores menores de 20 mm.

2007.1.2 Piezas huecas. Las piezas huecas son las que tienen, en su sección transversal más desfavorable, un área neta de por lo menos 50 por ciento del área bruta; además, el espesor de sus paredes exteriores no es menor que 15 mm (fig. 2.1). Para piezas huecas con dos hasta cuatro celdas, el espesor mínimo de las paredes interiores debe ser de 13 mm. Para piezas multiperforadas, cuyas perforaciones sean de las mismas dimensiones y con distribución uniforme, el espesor mínimo de las paredes interiores debe ser de 7 mm. Se entiende como piezas multiperforadas aquellas con más de siete perforaciones o alvéolos (fig. 2.1).

Sólo se permite usar piezas huecas con celdas o perforaciones ortogonales a la cara de apoyo.



a) Piezas huecas



b) Ejemplos de piezas multiperforadas

Figura 2.1 Piezas

SECCIÓN 2008
PIEDRAS

2008.1 Piedras. Las piedras que se empleen en elementos estructurales deben satisfacer los requisitos siguientes:

a) Su resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación es de 15 MPa (150 kg/cm²);

b) Su resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación es de 10 MPa (100 kg/cm²);

c) La absorción máxima es de 4 por ciento; y

d) Su resistencia al intemperismo, medida como la máxima pérdida de peso después de cinco ciclos en solución saturada de sulfato de sodio, es del 10 por ciento.

Las propiedades anteriores se deben determinar de acuerdo con los procedimientos indicados en el capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas (1971).

Las piedras no necesitan ser labradas, pero se debe evitar, el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos, el 70 por ciento del volumen del elemento debe estar constituido por piedras con un peso mínimo de 300 N (30 kg), cada una.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 21 - CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES

SECCIÓN 2101
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2101.1 Procedimiento constructivo de cimentaciones. Como parte del estudio de mecánica de suelos, debe definirse un procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la integridad de los elementos de cimentación y la seguridad durante y después de la construcción.

Dicho procedimiento debe ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas y a los servicios públicos por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.

Cualquier cambio significativo que se pretenda introducir en el procedimiento de construcción especificado en el estudio geotécnico debe analizarse con base en la información contenida en dicho estudio o en un estudio complementario si éste resulta necesario.

2101.1.1 Cimentaciones someras. El desplante de la cimentación se debe realizar a la profundidad indicada en el estudio de mecánica de suelos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta cualquier discrepancia entre las características del suelo encontradas a esta profundidad y las consideradas en el proyecto, para que, de ser necesario, se hagan los ajustes correspondientes. Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de apoyo de la cimentación se presente alteración del suelo durante la construcción por saturación o remoldeo.

Las superficies de desplante deben estar libres de cuerpos extraños o sueltos.

En el caso de elementos de cimentación de concreto reforzado se deben aplicar procedimientos de construcción que garanticen el recubrimiento requerido para proteger el acero de refuerzo. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar que el propio suelo o cualquier líquido o gas contenido en él puedan atacar el concreto o el acero.

Asimismo, durante el colado se debe evitar que el concreto se mezcle o contamine con partículas de suelo o con agua freática, que puedan afectar sus características de resistencia o durabilidad. Se debe prestar atención especial a la protección de los pilotes en las zonas donde el subsuelo presenta una alta salinidad.

2101.1.2 Cimentaciones con pilotes o pilas. La colocación de pilotes y pilas se debe ajustar al proyecto correspondiente, verificando que la profundidad de desplante, el número y el espaciamiento de estos elementos correspondan a lo señalado en los planos estructurales. Los procedimientos para la instalación de pilotes y pilas deben garantizar la integridad de estos elementos y que no se ocasione daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo. Cada pilote, sus tramos y las juntas entre estos, en su caso, deben diseñarse y realizarse de modo tal que resistan las fuerzas de compresión y tensión y los momentos flexionantes que resulten del análisis.

Los pilotes de diámetro menor de 40 cm deben revisarse por pandeo verificando que la fuerza axial a la que se encuentran sometidos, con su respectivo factor de carga, no debe rebasar la fuerza crítica Pc definida por la siguiente ecuación:

$$P_C = F_R \left(\frac{N^2 \pi^2 E I + 4 K D L^2}{4 L^2 + N^2 \pi^2} \right) \qquad (1)$$

donde

K es el coeficiente de reacción horizontal del suelo

D es el diámetro del pilote;

E es el modulo de elasticidad del pilote;

I es el momento de inercia del pilote;

N es el número entero, determinado por tanteo, que genere el menor valor Pc;

L es la longitud del pilote y

FR se tomara igual a 0.35.

2101.1.2.1 Pilas o pilotes colados en el lugar. Para este tipo de cimentaciones profundas, el estudio de mecánica de suelos debe definir

si la perforación previa debe ser estable en forma natural o si por el contrario requiere ser estabilizada con lodo común o bentonítico o con ademe. Antes del colado, se debe proceder a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación para verificar que las características del estrato de apoyo son satisfactorias y que todos los azolves han sido removidos.

El colado se debe realizar por procedimientos que eviten la segregación del concreto y la contaminación del mismo con el lodo estabilizador de la perforación o con derrumbes de las paredes de la excavación.

Se debe llevar un registro de la localización de los pilotes o pilas, las dimensiones relevantes de las perforaciones, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y los espesores de los estratos y las características del material de apoyo.

Cuando la construcción de una cimentación requiera del uso de lodo bentonítico, el constructor no puede verterlo en el drenaje urbano, por lo que debe destinar un área para recolectar dicho lodo después de usarlo y luego transportarlo a algún tiradero ex profeso.

Cuando se usen pilas con ampliación de base (campana), la perforación de la misma se debe hacer verticalmente en los primeros 20 cm para después formar con la horizontal un ángulo no menor de 60 grados: el peralte de la campana debe ser por lo menos de 50 cm. No deben construirse campanas bajo agua o lodos, ya que los sistemas empleados para esta operación no garantizan la colocación de concreto sano en esta zona que es donde se desarrolla la capacidad de carga.

Otros aspectos a los que se debe prestar atención son el método y equipo para la eliminación de azolves, la duración del colado, así como el recubrimiento y la separación mínima del acero de refuerzo con relación al tamaño del agregado.

Para desplantar la cimentación sobre el concreto sano de la pila, se debe dejar en la parte superior una longitud extra de concreto, equivalente al 90 por ciento del diámetro de la misma; este concreto, que acarrea las impurezas durante el proceso de colado, puede ser removido con equipo neumático hasta 20 cm arriba de la cota de desplante de la cimentación; estos últimos 20 cm se deben quitar en forma manual procurando que la herramienta de ataque no produzca fisuras en el concreto que recibirá la cimentación.

En el caso de pilas coladas en seco, la longitud adicional puede ser de 50 por ciento del diámetro de las mismas, evitando remover el concreto de esta parte en estado fresco con el propósito de que el "sangrado" del concreto se efectúe en dicha zona. Esta parte se debe demoler siguiendo los lineamientos indicados en el punto anterior.

En cualquier tipo de pila, se debe construir un brocal antes de iniciar la perforación a fin de preservar la seguridad del personal y la calidad de la pila por construir.

No deben construirse pilas de menos de 80 cm hasta 30 m de profundidad, ni de menos de 100 cm hasta profundidades mayores. Las pilas deben ser construidas con ademe o estabilizadas con lodos a menos que el estudio del subsuelo muestre que la perforación es estable. Respecto a la localización de las pilas se acepta una tolerancia del 10 por ciento de su diámetro. La tolerancia en la verticalidad de una pila debe ser de 2 por ciento de su longitud hasta 25 m de profundidad y de 3 por ciento para mayor profundidad.

2101.1.2.2 Pilotes hincados a percusión. Se prefiere la manufactura en fábrica de tramos de pilotes a fin de controlar mejor sus características mecánicas y geométricas y su curado. En pilotes de concreto reforzado, se debe prestar especial atención a los traslapes en el acero de refuerzo longitudinal.

Cada pilote debe tener marcas que indiquen los puntos de izaje, para poder levantarlos de las mesas de colado, transportarlos e izarlos.

El estudio de mecánica de suelos debe definir si se requiere perforación previa, con o sin extracción de suelo, para facilitar la hinca o para minimizar el desplazamiento de los suelos blandos. Debe indicar en tal caso el diámetro de la perforación y su profundidad, y si es necesaria la estabilización con lodo común o bentonítico. En pilotes de fricción el diámetro de la perforación previa para facilitar la hinca o para minimizar el desplazamiento de los suelos blandos no debe ser mayor que el 75 por ciento del diámetro o lado del pilote. Si con tal diámetro máximo de la perforación no se logra hacer pasar el pilote a través de capas duras intercaladas, exclusivamente estas deben rimarse con herramientas especiales a un diámetro igual o ligeramente mayor que el del pilote. En caso de recurrir a perforación previa, el factor de reducción Fr de la ecuación 3.12 se reduce multiplicando el valor aplicable en ausencia de perforación por la relación (1–0.4Dperf /Dpil) donde Dperf y Dpil son respectivamente el diámetro de la perforación previa y el del pilote.

Antes de proceder al hincado, se debe verificar la verticalidad de los tramos de pilotes y, en su caso,

la de las perforaciones previas. La desviación de la vertical del pilote no debe ser mayor de 3/100 de su longitud para pilotes con capacidad de carga por punta ni de 6/100 en los otros casos.

El equipo de hincado se debe especificar en términos de su energía en relación con la masa del pilote y del peso de la masa del martillo golpeador en relación con el peso del pilote, tomando muy en cuenta la experiencia local.

Además, se deben especificar tipo y espesor de los materiales de amortiguamiento de la cabeza y del seguidor. El equipo de hincado puede también definirse a partir de un análisis dinámico basado en la ecuación de onda.

La posición final de la cabeza de los pilotes no debe diferir respecto a la de proyecto en más de 20 cm ni de la cuarta parte del ancho del elemento estructural que se apoye en ella.

Al hincar cada pilote se debe llevar un registro de su ubicación, su longitud y dimensiones transversales, la fecha de colocación, el nivel del terreno antes de la hinca y el nivel de la cabeza inmediatamente después de la hinca. Además se debe incluir el tipo de material empleado para la protección de la cabeza del pilote, el peso del martinete y su altura de caída, la energía de hincado por golpe, el número de golpes por metro de penetración a través de los estratos superiores al de apoyo y el número de golpes por cada 10 cm de penetración en el estrato de apoyo, así como el número de golpes y la penetración en la última fracción de decímetro penetrada.

En el caso de pilotes hincados a través de un manto compresible hasta un estrato resistente, se debe verificar para cada pilote mediante nivelaciones si se ha presentado emersión por la hinca de los pilotes adyacentes y, en caso afirmativo, los pilotes afectados se deben volver a hincar hasta la elevación especificada.

Los métodos usados para hincar los pilotes deben ser tales que no mermen la capacidad estructural de éstos. Si un pilote de punta se rompe o daña estructuralmente durante su hincado, o si por excesiva resistencia a la penetración, queda a una profundidad menor que la especificada y en ella no se pueda garantizar la capacidad de carga requerida, se debe extraer la parte superior del mismo, de modo que la distancia entre el nivel de desplante de la subestructura y el nivel superior del pilote abandonado sea por lo menos de 3 m. En tal caso, se debe revisar el diseño de la subestructura y se deben instalar pilotes sustitutos.

Si es un pilote de fricción el que se rechaza por daños estructurales durante su hincado, se debe extraer totalmente y rellenar el hueco formado con otro pilote de mayor dimensión o bien con un material cuya resistencia y compresibilidad sea del mismo orden de magnitud que las del suelo que reemplaza; en este caso, también deben revisarse el diseño de la subestructura y el comportamiento del sistema de cimentación.

2101.1.2.3 Pruebas de carga en pilotes o pilas. En caso de realizarse pruebas de carga, se debe llevar registro por lo menos de los datos siguientes:

a) Condiciones del subsuelo en el lugar de la prueba;

b) Descripción del pilote o pila y datos obtenidos durante la instalación;

c) Descripción del sistema de carga y del método de prueba;

d) Tabla de cargas y deformaciones durante las etapas de carga y descarga del pilote o pila;

e) Representación gráfica de la curva asentamientos – tiempo para cada incremento de carga; y

f) Observaciones e incidentes durante la instalación del pilote o pila y la prueba.

2101.2 Cimientos de mampostería. En cimientos de piedra braza la pendiente de las caras inclinadas (escarpio), medida desde la arista de la dala o muro, no debe ser menor que 1.5 (vertical): 1 (horizontal) (fig. 8.1).

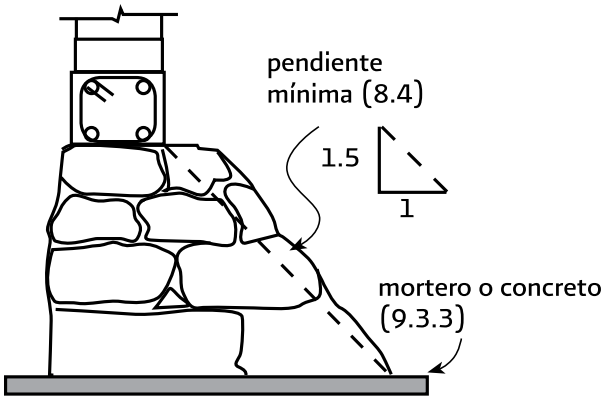


Figura 8.1 Cimiento de piedra

En cimientos de mampostería de forma trapecial con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero, debe verificarse la estabilidad del cimiento a torsión. De no efectuarse esta verificación, deben existir cimientos perpendiculares a separaciones no mayores de las que señala la tabla 8.1.

Tabla 8.1 Separación Máxima De Cimientos Perpendiculares A Cimientos Donde No Se Revise La Estabilidad A Torsión

Presión de contacto con el terreno, KPa (kg/m^2)	Claro máximo, m
menos de 20 (2000)	10.0
más de 20 (2000) hasta 25 (2500)	9.0
más de 25 (2000) hasta 30 (3000)	7.5
más de 30 (3000) hasta 40 (4000)	6.0
más de 40 (2000) hasta 50 (5000)	4.5

En la tabla 8.1, el claro máximo permisible se refiere a la distancia entre los ejes de los cimientos perpendiculares, menos el promedio de los anchos medios de éstos. En todo cimiento deben colocarse dalas de concreto reforzado, tanto sobre los cimientos sujetos a momento de volteo como sobre los perpendiculares a ellos. Los castillos deben empotrarse en los cimientos no menos de 400 mm.

En el diseño se debe considerar la pérdida de área debido al cruce de los cimientos.

SECCIÓN 2102
EXCAVACIONES

2102.1 Consideraciones generales. Cuando las separaciones con las colindancias lo permitan, las excavaciones pueden delimitarse con taludes perimetrales cuya pendiente se debe evaluar a partir de un análisis de estabilidad de acuerdo a las acciones aplicables señaladas en las Normas correspondientes, considerándose las sobrecargas que puedan actuar en la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

Si por el contrario, existen restricciones de espacio y no son aceptables taludes verticales debido a las características del subsuelo, se debe recurrir a un sistema de soporte constituido por ademes, tablaestacas o muros colados en el lugar apuntalados o retenidos con anclas instaladas en suelos firmes. En todos los casos debe lograrse un control adecuado del flujo de agua en el subsuelo y seguirse una secuela de excavación que minimice los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos.

2102.2 Control del flujo de agua. Cuando la construcción de la cimentación lo requiera, se debe controlar el flujo del agua en el subsuelo del predio mediante bombeo, tomando precauciones para limitar los efectos indeseables del mismo en el propio predio y en los colindantes.

Se debe escoger el sistema de bombeo más adecuado de acuerdo con el tipo de suelo. El gasto y el abatimiento provocado por el bombeo se deben calcular mediante la teoría del flujo de agua transitorio en el suelo. El diseño del sistema de bombeo debe incluir la selección del número, ubicación, diámetro y profundidad de los pozos; del tipo, diámetro y ranurado de los ademes, y del espesor y composición granulométrica del filtro. Asimismo, se debe especificar la capacidad mínima de las bombas y la posición del nivel dinámico en los pozos en las diversas etapas de la excavación.

En el caso de materiales compresibles, se debe tomar en cuenta la sobrecarga inducida en el terreno por las fuerzas de filtración y se deben calcular los asentamientos correspondientes. Si los asentamientos calculados resultan excesivos, se debe recurrir a procedimientos alternos que minimicen el abatimiento piezométrico. Debe considerarse la conveniencia de reinyectar el agua bombeada en la periferia de la excavación y de usar pantallas impermeables que la aíslen.

Cualquiera que sea el tipo de instalación de bombeo que se elija, su capacidad debe garantizar la extracción de un gasto por lo menos 1.5 veces superior al estimado. Además, se debe asegurar el funcionamiento continuo de todo el sistema.

En suelos de muy baja permeabilidad, como las arcillas lacustres de las zonas II y III, el nivel piezométrico tiende a abatirse espontáneamente al tiempo que se realiza la excavación, por lo que no es necesario realizar bombeo previo, salvo para evitar presiones excesivas en estratos permeables intercalados. En este caso, más que abatir el nivel freático, el bombeo tiene como objetivo:

a) Dar a las fuerzas de filtración una dirección favorable a la estabilidad de la excavación;
b) Preservar el estado de esfuerzos del suelo; e
c) Interceptar las filtraciones provenientes de lentes permeables.

En todos los casos es necesario un sistema de bombeo superficial que desaloje el agua de uno o varios cárcamos en los que se recolecten los escurrimientos de agua. El agua bombeada arrojada al sistema de drenaje público debe estar libre de sedimentos y contaminantes.

2102.3 Tablaestacas y muros colados en el lugar. Para reducir los problemas de filtraciones de agua hacia la excavación y los daños a construcciones vecinas, se pueden usar tablaestacas hincadas en la periferia de la excavación o muros colados in situ o prefabricados. Las tablaestacas o muros deben prolongarse hasta una profundidad suficiente para interceptar el flujo debido a los principales estratos permeables que pueden dificultar la realización de la excavación. Los empujes sobre los puntales que sostengan estos elementos deben ser determinados a partir de un deslizamiento general de una masa

de suelo que debe incluir el elemento, por falla de fondo, y por falla estructural de los troqueles o de los elementos que éstos soportan.

La revisión de la estabilidad general se debe realizar por un método de análisis límite. Se deben evaluar el empotramiento y el momento resistente mínimo del elemento estructural, requeridos para garantizar la estabilidad. La posibilidad de falla de fondo por cortante en arcillas blandas a firmes se debe analizar verificando lo siguiente:

$$p_v + \Sigma qFc < c_u N_c F_R \qquad (5.2)$$

donde

c_u es la cohesión aparente del material bajo el fondo de excavación, en condiciones no-conolidadas no-drenadas (UU);

N_c es el coeficiente de capacidad de carga definido en la sección 3.3.1 y que depende de la geometría de la excavación En este caso, B será el ancho de la excavación, L su longitud y D su profundidad. Se tomará en cuenta además que este coeficiente puede ser afectado por el procedimiento constructivo;

p_v es la presión vertical total actuante en el suelo, a la profundidad de excavación;

ΣqFc son las sobrecargas superficiales afectadas de sus respectivos factores de carga; y

F_R se tomará igual a 0.7.

El sistema de apuntalamiento puede también ser constituido por anclas horizontales instaladas en suelos firmes o muros perpendiculares colados en el lugar o prefabricados.

2102.4 Secuencia de excavación. El procedimiento de excavación debe asegurar que no se rebasen los estados límite de servicio (movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante).

De ser necesario, la excavación se debe realizar por etapas, según un programa que se debe incluir en la memoria de diseño, señalando además las precauciones que deban tomarse para que no resulten afectadas las construcciones de los predios vecinos o los servicios públicos; estas precauciones se deben consignar debidamente en los planos.

Al efectuar la excavación por etapas, para limitar las expansiones del fondo a valores compatibles con el comportamiento de la propia estructura o de edificios e instalaciones colindantes, se debe adoptar una secuencia simétrica. Se restringe la excavación a zanjas de pequeñas dimensiones en planta en las que debe ser construida y lastrada la cimentación antes de excavar otras áreas. Para reducir la magnitud de las expansiones instantáneas debe ser aceptable, asimismo, recurrir a pilotes de fricción hincados previamente a la excavación y capaces de absorber los esfuerzos de tensión inducidos por el terreno.

2102.5 Protección de taludes permanentes. En el diseño de los sistemas de protección de taludes naturales o cortes artificiales permanentes, se debe tomar en cuenta que las deformaciones del suelo protegido deben ser compatibles con las del sistema de protección empleado.

Se debe tomar asimismo en cuenta el efecto del peso del sistema de protección sobre la estabilidad general o local del talud durante y después de la construcción. Por otra parte, los sistemas de protección deben incluir elementos que garanticen un drenaje adecuado y eviten el desarrollo de presiones hidrostáticas que puedan comprometer la estabilidad del sistema de protección y del propio talud.

En caso de usar anclas pasivas o activas para la estabilización del talud debe demostrarse que éstas no afectan la estabilidad ni inducen deformaciones significativas en las construcciones vecinas o en los servicios públicos. El sistema estructural del ancla se debe analizar con el objetivo de asegurar su funcionamiento como elemento de anclaje. Las anclas activas se deben analizar e instalar tomando en cuenta lo señalado en la sección 5.1.4.

De ser necesario, las estructuras adyacentes a las excavaciones deben reforzarse o recimentarse. El soporte requerido depende del tipo de suelo y de la magnitud y localización de las cargas con respecto a la excavación.

En caso de usar anclas temporales para el soporte de ademes debe demostrarse que éstas no afectan la estabilidad ni inducen deformaciones significativas en las cimentaciones vecinas o en servicios públicos. El sistema estructural del ancla se debe analizar con el objetivo de asegurar su funcionamiento como elemento de anclaje. El análisis de las anclas debe considerar la posibilidad de falla por resistencia del elemento tensor, de la adherencia elemento tensor–lechada, de la adherencia lechada–terreno y de la capacidad de carga del terreno en el brocal del ancla. La instalación de anclas se debe realizar con un control de calidad estricto que incluya un número suficiente de pruebas de las mismas, de acuerdo con las prácticas aceptadas al respecto. Los anclajes temporales instalados en terrenos agresivos pueden requerir una protección especial contra corrosión.

Por otra parte, se deben tomar las precauciones necesarias para proteger las anclas contra corrosión, con base en pruebas que permitan evaluar la agresividad del terreno, principalmente en cuanto a resistividad eléctrica, pH, cantidad de sulfuros, sulfatos y cloruros. Se debe prestar particular atención

a la protección de los elementos que no se encuentran dentro del barreno y en especial en la zona del brocal (placas de apoyo, cuñas, tuercas, zona terminal del elemento tensor, etc.)

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 22 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

SECCIÓN 2201
CONSTRUCCIÓN

2201.1 Construcción. La construcción de las estructuras de mampostería debe cumplir con lo especificado en este capítulo.

2201.2 Planos de construcción. Adicionalmente a lo establecido en el Reglamento, los planos de construcción deben señalar, al menos:

a) El tipo, dimensiones exteriores e interiores (si aplica) y tolerancias, resistencia a compresión de diseño, absorción, así como el peso volumétrico máximo y mínimo de la pieza. Si es aplicable, el nombre y marca de la pieza.

b) El tipo de cementantes a utilizar.

c) Características y tamaño de los agregados.

d) Proporcionamiento y resistencia a compresión de diseño del mortero para pegar piezas. El proporcionamiento debe expresarse en volumen y así se debe indicar en los planos. Si aplica, se debe incluir la retención, fluidez, y el consumo de mortero.

e) Procedimiento de mezclado y remezclado del mortero.

f) Si aplica, proporcionamiento, resistencia a compresión y revenimiento de morteros y concretos de relleno. El proporcionamiento debe expresarse en volumen. Si se usan aditivos, como superfluidificantes, se debe señalar el tipo y su proporcionamiento.

g) Tipo, diámetro y grado de las barras de acero de refuerzo.

h) Resistencias a compresión y a compresión diagonal de diseño de la mampostería.

i) Si aplica, o si se analiza la estructura ante cargas laterales mediante métodos estáticos o dinámicos, el módulo de elasticidad y de cortante de diseño de la mampostería.

j) Los detalles del refuerzo mediante figuras y/o notas, que incluyan colocación, anclaje, traslape, dobleces.

k) Detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.

l) Tolerancias de construcción.

m) Si aplica, el tipo y frecuencia de muestreo de mortero y mampostería, como se indica en la **sección 2205.2.**

SECCIÓN 2202
MORTEROS

2202.1 Resistencia a compresión. La resistencia a compresión del mortero, sea para pegar piezas o de relleno, se debe determinar de acuerdo con el ensaye especificado en la norma **NXM-C-061-ONNCCE-2001.**

La resistencia a compresión del concreto de relleno se debe determinar a partir del ensaye de cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas **NMX-C-160-ONNCCE-2004** y **NMX-C-083-ONNCCE-2002.**

Para diseño, se debe emplear un valor de la resistencia, fj*, determinado como el que es alcanzado por lo menos por el 98 por ciento de las muestras. La resistencia de diseño se debe calcular a partir de muestras del mortero, para pegar piezas o de relleno, o del concreto de relleno por utilizar.

En caso de mortero, se deben obtener como mínimo tres muestras, cada una de al menos tres probetas cúbicas. Las nueve probetas se deben ensayar siguiendo la norma **NMX-C- 061-ONNCCE-2001.**

En caso de concreto de relleno, se deben obtener al menos tres probetas cilíndricas. Las probetas se deben elaborar, curar y probar de acuerdo con las normas antes citadas.

La resistencia de diseño debe ser la indicada por la siguiente ecuación:

$$f_f^* = \frac{\overline{f_f}}{1 + 2.5\, c\, j} \qquad (2.2)$$

Donde

$\overline{f_f}$ media de la resistencia a comprensión de cubos de mortero o de cilindro de concreto de relleno y

c_j coeficiente de variación de la resistencia a comprensión del mortero o del concreto de relleno que en ninguno caso se tomara menor que 0.2.

2202.2 Mortero para pegar piezas. Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deben cumplir con los requisitos siguientes:

a) Su resistencia a compresión debe ser por lo menos de 4 MPa (40 kg/cm²).

b) Siempre deben contener cemento en la cantidad mínima indicada en la tabla 2.2.

c) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se establece entre 2.25 y 3. El volumen de arena se debe medir en estado suelto.

d) Se debe emplear la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.

Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, debe ser la indicada en la **tabla 2.2.**

Tabla 2.2 Proporcionamientos, En Volumen, Recomendados Para Mortero En Elementos Estructurales

Tipo de mortero	Partes cemento hidrául.	Partes cemento de albañilería	Partes cal hidrat.	Partes arena[1]	Resistencia nominal en compresión, *f*j*, MPa (kg/cm2)
I	1	–	0 a 1/4	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen	12.5 (125)
	1	0 a 1/2	–		
II	1	–	1/4 a 1/2		7.5 (75)
	1	1/2 a 1	–		
III	1	–	1/2 a 1 1/4		4.0 (40)

1[1] El volumen de arena se medirá en estado suelto.

2202.3 Morteros y concretos de relleno. Los morteros y concretos de relleno que se emplean en elementos estructurales de mampostería para rellenar celdas de piezas huecas deben cumplir con los siguientes requisitos:

a) Su resistencia a compresión debe ser por lo menos de 12.5 MPa (125 kg/cm²).

b) El tamaño máximo del agregado no debe exceder de 10 mm.

c) Se debe emplear la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en el caso de que se cuente con refuerzo interior. Se acepta el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad.

d) En la tabla 2.3 se incluyen revenimientos nominales recomendados para morteros y concretos de relleno según la absorción de las piezas.

Tabla 2.3 Revenimiento Permisible Para Los Morteros Y Concretos De Relleno, En Función De La Absorción De La Pieza

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal1, mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

1 Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de ±25 mm.

En la tabla 2.4 se muestran las relaciones voluméricas recomendadas entre distintos componentes.

Tabla 2.4 Proporcionamientos, en volúmen, recomendados por morteros y concretos de relleno en elementos estructurales

Tipo	Partes de cal hidráulico	Partes de cal hidratada	Partes de arena1	Partes de grava
Mortero	1	0 a 0.25	2.25 a 3	–
Concreto	1	0 a 0.1	2.25 a 3	1 a 2

1 El volumen de arena se medirá en estado suelto.

2202.4 Piezas. Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas Normas son aplicables en muros construidos con un mismo tipo de pieza.

Si se combinan tipos de pieza, de arcilla, concreto o piedras naturales, se debe deducir el comportamiento de los muros a partir de ensayes a escala natural.

Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Condición de las piezas. Las piezas empleadas deben estar limpias y sin rajaduras.

b) Humedecimiento de las piezas. Todas las piezas de barro deben saturarse al menos 2 h antes de su colocación. Las piezas a base de cemento deben estar secas al colocarse. Se acepta un rociado leve de las superficies sobre las que se coloca el mortero.
c) Orientación de piezas huecas. Las piezas huecas se deben colocar de modo que sus celdas y perforaciones sean ortogonales a la cara de apoyo (sección 2007.1.2).

2202.5 Morteros. Deben cumplir con lo siguiente:

a) Mezclado del mortero. Se acepta el mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual sólo se puede usar en un lapso de 24 h. Los materiales se mezclan en un recipiente no absorbente, prefiriéndose un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 4 min., ni del necesario para alcanzar 120 revoluciones. La consistencia del mortero se debe ajustar tratando de que alcance la mínima

fluidez compatible con una fácil colocación.

b) Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, puede remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole un poco de agua si es necesario. Sólo se acepta un remezclado.

c) Los morteros a base de cemento portland ordinario deben usarse dentro del lapso de 2.5 h a partir del mezclado inicial.

d) Revenimiento de morteros y concretos de relleno. Los morteros y concretos de relleno se deben proporcionar de modo que alcancen el revenimiento señalado en los planos de construcción. Se deben satisfacer los revenimientos y las tolerancias de la sección 2202.3

2202.6 Concreto. Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, deben tener la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. Se acepta el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad. El tamaño máximo del agregado debe ser de 10 mm.

SECCIÓN 2203
PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

2203.1 Juntas de mortero. El mortero en las juntas debe cubrir totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor debe ser el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. Si se usan piezas de fabricación mecanizada, el espesor de las juntas horizontales no debe exceder de 12 mm si se coloca refuerzo horizontal en las juntas, ni de 10 mm si no se coloca refuerzo horizontal. Si se usan piezas de fabricación artesanal, el espesor de las juntas no debe exceder de 15 mm. El espesor mínimo debe ser de 6 mm.

2203.2 Aparejo. La unión vertical de la mampostería con los castillos exteriores debe detallarse para transmitir las fuerzas de corte. Se acepta que la mampostería se deje dentada o bien, que se coloquen conectores metálicos o refuerzo horizontal. El colado del castillo se hace una vez construido el muro o la parte de él que corresponda. Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas Normas son aplicables sólo si las piezas se colocan en forma cuatrapeada (fig. 9.1); para otros tipos de aparejo, el comportamiento de los muros debe deducirse de ensayes a escala natural.

2203.3 Concreto y mortero de relleno. Los huecos deben estar libres de materiales extraños y de mortero de la junta. En castillos y huecos interiores se coloca el concreto o mortero de relleno de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos. Se admite la compactación del concreto y mortero, sin hacer vibrar excesivamente el refuerzo.

El colado de elementos interiores verticales se efectúa en tramos no mayores de:

a) 500 mm, si el área de la celda es de hasta 8 000 mm²; o
b) 1.5 m, si el área de la celda es mayor que 8 000 mm².

Si por razones constructivas se interrumpiera la construcción del muro en ese día, el concreto o mortero de relleno debe alcanzar hasta la mitad de la altura de la pieza de la última hilada (fig. 9.1).

No es necesario llenar totalmente las perforaciones de las piezas multiperforadas.

En muros con piezas huecas y multiperforadas sólo se rellenan las celdas de las primeras (fig. 9.1). No se permite doblar el refuerzo una vez iniciada la colocación del mortero o concreto.

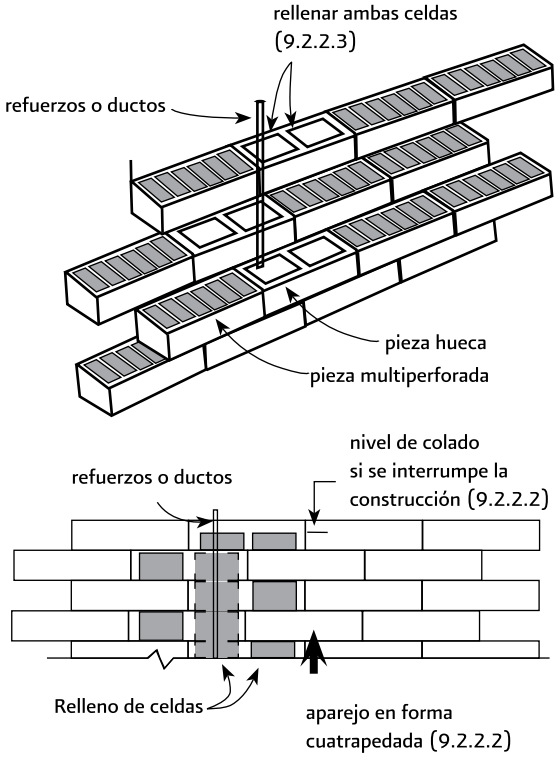


Figura 9.1 Relleno de piezas

2203.4 Refuerzo. El refuerzo se coloca de manera de asegurar que se mantenga fijo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslapes mínimos así como el refuerzo horizontal colocado en las juntas deben ser los que se especifican en las secciones 2203.4.1 a 2203.4.3. No se admite el traslape de barras de refuerzo colocadas en juntas horizontales, ni traslape de mallas de alambre soldado en una sección vertical del muro, ni de refuerzo vertical en muros de mampostería reforzada interiormente en la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

2203.4.1 Tamaño del acero de refuerzo.

2203.4.1.1 Diámetro del acero de refuerzo longitudinal. El diámetro de la barra más

gruesa no debe exceder de la mitad de la menor dimensión libre de una celda. En castillos y dalas, el diámetro de la barra más gruesa no debe exceder de un sexto de la menor dimensión (fig. 3.8).

2203.4.1.2 Diámetro del acero de refuerzo horizontal. El diámetro del refuerzo horizontal no debe ser menor que 3.5 mm ni mayor que tres cuartas partes del espesor de la junta (ver sección 2203.1) (fig. 3.8).

2203.4.2 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal.

2203.4.2.1 Distancia libre entre barras. La distancia libre entre barras paralelas, empalmes de barras, o entre barras y empalmes, no debe ser menor que el diámetro nominal de la barra más gruesa, ni que 25 mm (fig. 3.8).

2203.4.2.2 Paquetes de barras. Se aceptan paquetes de dos barras como máximo.

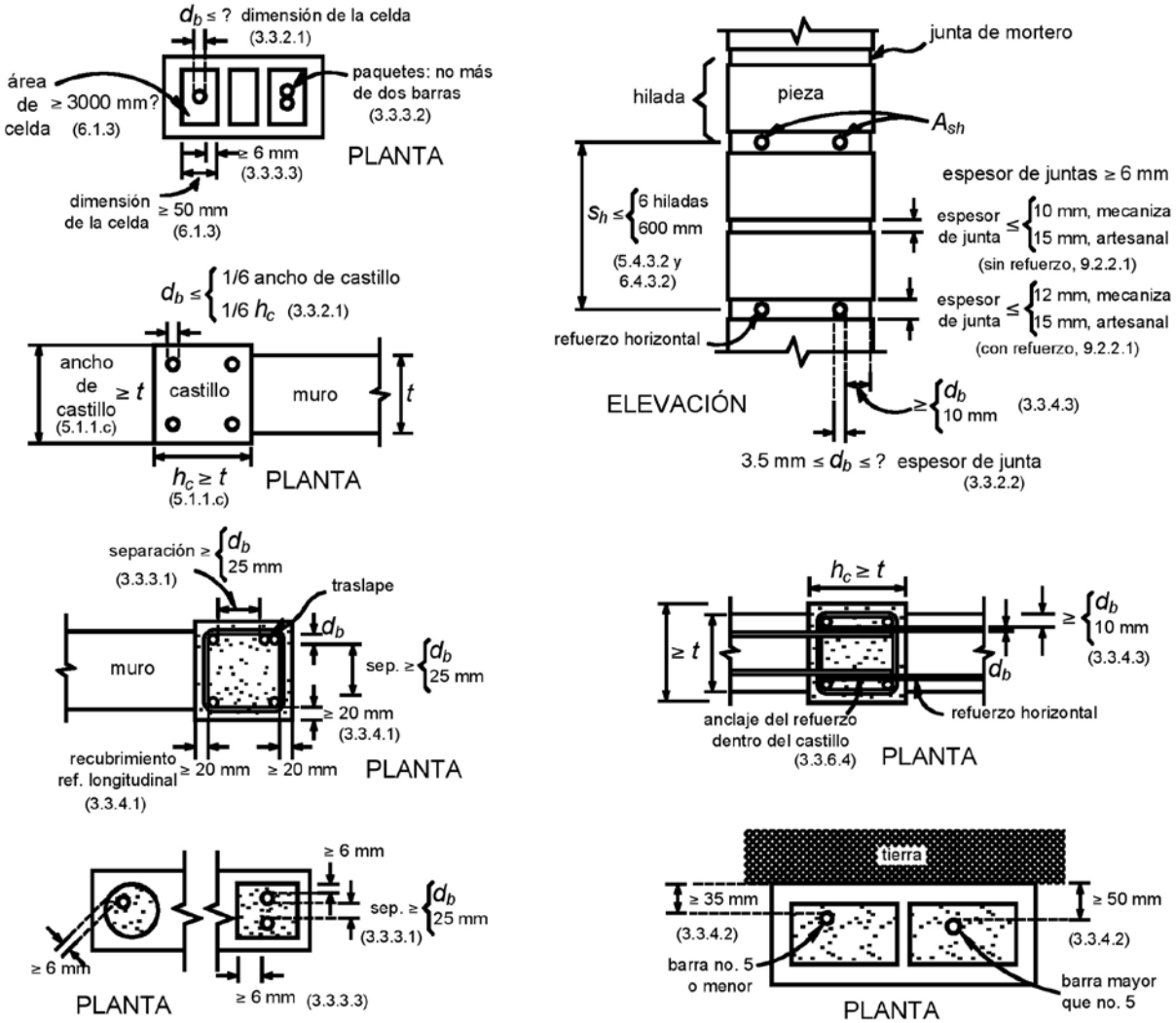
2203.4.2.3 Espesor de mortero de relleno y refuerzo. El espesor del concreto o mortero de relleno, entre las barras o empalmes y la pared de la pieza debe ser al menos de 6 mm (fig. 3.8).

2203.4.3 Protección del acero de refuerzo

2203.4.3.1 Recubrimiento en castillos exteriores y dalas. En muros confinados con castillos exteriores, las barras de refuerzo longitudinal de castillos y dalas deben tener un recubrimiento mínimo de concreto de 20 mm (fig. 3.8).

2203.4.3.2 Recubrimiento en castillos interiores y en muros con refuerzo interior. Si la cara del muro está expuesta a tierra, el recubrimiento debe ser de 35 mm para barras no mayores del No. 5 (15.9 mm de diámetro) o de 50 mm para barras más gruesas (fig. 3.8).

2203.4.3.3 Recubrimiento de refuerzo horizontal. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado y el exterior del muro debe ser la menor de 10



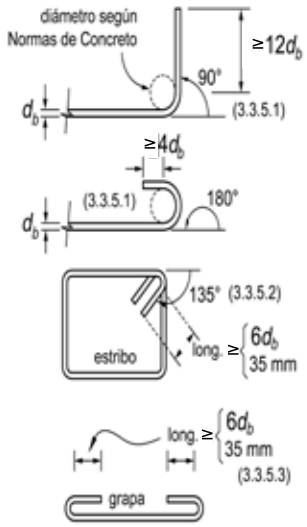
mm o una vez el diámetro de la barra (fig. 3.8).

2203.4.4 Dobleces del refuerzo. El radio interior de un doblez debe ser el especificado para concreto reforzado.

2203.4.4.1 En barras rectas. Las barras a tensión pueden terminar con un doblez a 90 ó 180 grados. El tramo recto después del doblez no debe ser menor que 12db para dobleces a 90 grados, ni menor que 4db para dobleces a 180 grados, donde db es el diámetro de la barra (fig. 3.9).

2203.4.4.2 En estribos. Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db ni de 35 mm de largo (fig. 3.9).

2203.4.4.3 En grapas. Las grapas deben rematarse con dobleces a 180 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db ni de 35 mm de largo (fig. 3.9).



2203.4.5 Anclaje
En lo general, se aplica lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

2203.4.5.1 Requisitos generales. La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra.

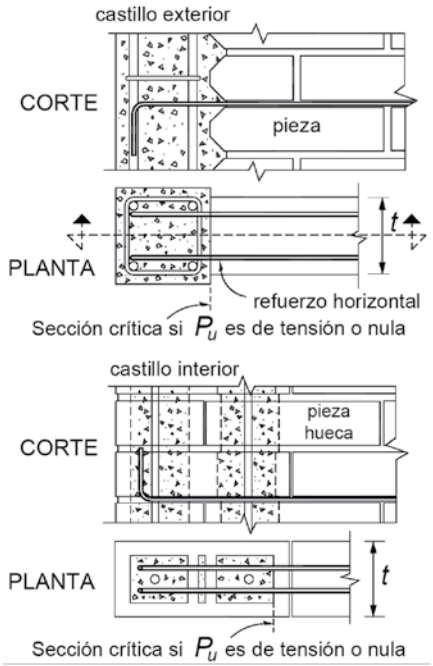
2203.4.5.2 Barras rectas a tensión. La longitud de desarrollo, Ld, en la cual se considera que una barra de tensión se ancla de modo que alcance su esfuerzo especificado de fluencia, debe ser la requerida para concreto reforzado.

2203.4.5.3 Barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados. La revisión del anclaje de barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados se debe hacer siguiendo lo indicado para concreto reforzado.

2203.4.5.4 Refuerzo horizontal en juntas de mortero. El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero debe ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente. Si se requiere, se pueden anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales. No se admite el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

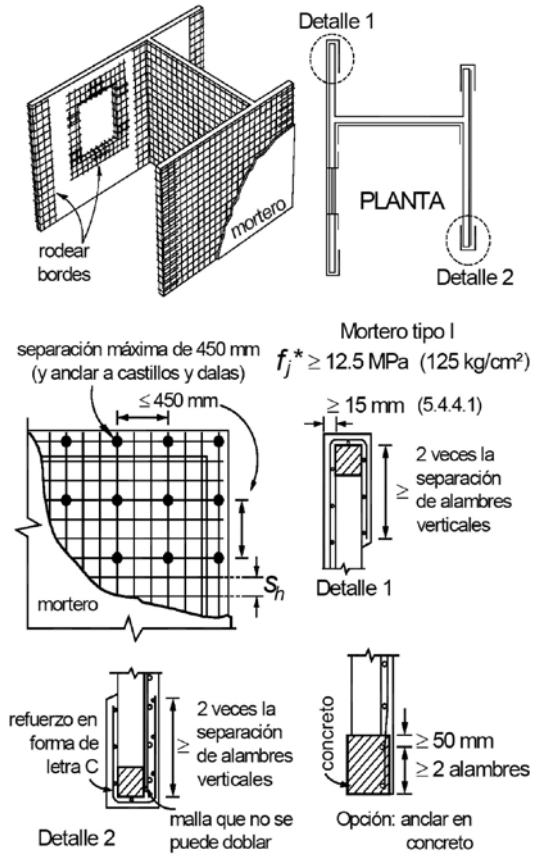
El refuerzo horizontal debe anclarse en los castillos, ya sea exteriores o interiores, o en las celdas rellenas reforzadas (fig. 3.10). Se debe anclar mediante dobleces a 90 grados colocados dentro de los castillos o celdas. El doblez del gancho se coloca verticalmente dentro del castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería.

Si la carga axial de diseño, Pu, que obra sobre el muro es de tensión o nula, la longitud de anclaje debe satisfacer lo señalado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. Para fines de revisar la longitud de desarrollo, la sección crítica debe ser la cara del castillo o la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería (fig. 3.10).



2203.4.5.5 Mallas de alambre soldado. Las mallas de alambre soldado se deben anclar a la mampostería, así como a los castillos y dalas si existen, de manera que el alambre

pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia (fig. 3.11). Se acepta ahogar la malla en el concreto; para ello, deben ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, distando el más próximo no menos de 50 mm de la sección considerada (fig. 3.11). Si para fijar la malla de alambre soldado se usan conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada o clavos de acero, la separación máxima debe ser de 450 mm. Las mallas deben rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes debe extenderse al menos dos veces la separación entre alambres transversales. Esta porción de malla se debe anclar de modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia. Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se acepta colocar un refuerzo en forma de letra C hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal según lo indicado en la **Sección 2203.4.5.6.** Se admite que la malla se fije en contacto con la mampostería.



2203.4.5.6 Uniones de barras

a) Barras sujetas a tensión.- La longitud de traslapes de barras en concreto se debe determinar según lo especificado para concreto reforzado. No se aceptan uniones soldadas. Si las barras se traslapan en el interior de piezas huecas, la longitud del traslape debe ser al menos igual a 50 db en barras con esfuerzo especificado de fluencia de hasta 412 MPa (4 200 kg/cm²) y al menos igual a 60 db en barras o alambres con esfuerzo especificado de fluencia mayor; db es el diámetro de la barra más gruesa del traslape. El traslape se debe ubicar en el tercio medio de la altura del muro. No se aceptan traslapes de más del 50 por ciento del acero longitudinal del elemento (castillo, dala, muro) en una misma sección. No se permiten traslapes en los extremos de los castillos (ya sean éstos exteriores o interiores) de planta baja a lo largo de la longitud Ho. Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, vm*, sea superior a 0.6 MPa (6 kg/cm²), se debe suministrar refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la ecuación 5.2 y con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud Ho en cada extremo de los castillos. Ho se debe tomar como el mayor de H/6, 2hc y 400 mm. No se permiten traslapes en el refuerzo vertical en la base de muros de mampostería reforzada interiormente a lo largo de la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

b) Mallas de alambre soldado.- Las mallas de alambre soldado deben ser continuas, sin traslape, a lo largo del muro. Si la altura del muro así lo demanda, se acepta unir las mallas. El traslape se debe colocar en una zona donde los esfuerzos esperados en los alambres sean bajos. El traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no debe ser menor que dos veces la separación entre alambres transversales más 50 mm.

2203.5 Tuberías y ductos. Se deben instalar sin dañar la mampostería. En mampostería de piezas macizas o huecas con relleno total se admite ranurar el muro para alojar las tuberías y ductos, siempre que:

a) La profundidad de la ranura no exceda de la cuarta parte del espesor de la mampostería del muro (t/4);

b) El recorrido sea vertical; y

c) El recorrido no sea mayor que la mitad de la altura libre del muro (H/2).

En muros con piezas huecas no se pueden alojar tubos o ductos en celdas con refuerzo. Las celdas con tubos y ductos deben ser rellenadas con concreto o mortero de relleno. No se permite colocar tuberías y ductos en castillos que tengan función estructural, sean exteriores o interiores o en celdas reforzadas verticalmente.

2203.6 Construcción de muros. En la construcción de muros, además de los requisitos de las secciones anteriores, se deben cumplir los siguientes:

a) La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada no debe ser menor de 100 mm.

b) Todos los muros que se toquen o crucen deben anclarse o ligarse entre sí, salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento.

c) Las superficies de las juntas de construcción deben estar limpias y rugosas. Se deben humedecer en caso de usar piezas de arcilla.

d) Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deben llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.

e) Durante la construcción de todo muro se deben tomar las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales, incluso viento y sismo.

f) En muros reforzados con mallas de alambre soldado y recubrimiento de mortero, la superficie debe estar saturada y libre de materiales que afecten la adherencia del mortero.

2203.7 Tolerancias.

a) En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural debe distar más de 20 mm del indicado en los planos.

b) El desplomo de un muro no debe ser mayor que 0.004 veces su altura ni 15 mm.

SECCIÓN 2204
INSPECCIÓN DE OBRA

2204.1 Inspección. El Director Responsable de Obra debe supervisar el cumplimiento de las disposiciones constructivas señaladas en las **Secciones 2202 y 2203** del presente CEV.

2204.2 Antes de la construcción de muros de mampostería. Se debe verificar que la cimentación se haya construido con las tolerancias señaladas en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, si la cimentación es de concreto, o en la **Sección 2101.2** de este CEV, si la cimentación es de mampostería. Se debe revisar que el refuerzo longitudinal de castillos, o el vertical de muros, esté anclado y en la posición señalada en los planos estructurales. Se debe cumplir con el inciso **2203.4.5.6 a.**

2204.3 Durante la construcción. Se debe controlar que:

a) Las piezas sean del tipo y tengan la calidad especificados en los planos de construcción.

b) Las piezas de barro estén sumergidas en agua al menos 2 h antes de su colocación.

c) Las piezas de concreto estén secas y que se rocíen con agua justo antes de su colocación.

d) Las piezas estén libres de polvo, grasa, aceite o cualquier otra sustancia o elemento que reduzca la adherencia o dificulte su colocación.

e) Las barras de refuerzo sean del tipo, diámetro y grado indicado en los planos de construcción.

f) El aparejo sea cuatrapeado.

g) Los bordes verticales de muros confinados exteriormente estén dentados o que cuenten con conectores o refuerzo horizontal.

h) El refuerzo longitudinal de castillos o el interior del muro esté libre de polvo, grasa o cualquier otra sustancia que afecte la adherencia, y que su posición de diseño esté asegurada durante el colado.

i) No se traslape más del 50 por ciento del acero longitudinal de castillos, dalas o refuerzo vertical en una misma sección.

j) El refuerzo horizontal sea continuo en el muro, sin traslapes, y anclado en los extremos con ganchos a 90 grados colocados en el plano del muro.

k) El mortero no se fabrique en contacto con el suelo o sin control de la dosificación.

l) El relleno de los huecos verticales en piezas huecas de hasta cuatro celdas se realice a la altura máxima especificada en los planos.

m) Las juntas verticales y horizontales estén totalmente rellenas de mortero.

n) Si se usan tabiques multiperforados, que el mortero penetre en las perforaciones la distancia indicada en los planos, pero no menos de 10 mm.

o) El espesor de las juntas no exceda el valor indicado en los planos de construcción.

p) El desplomo del muro no exceda 0.004H ni 15 mm.

q) En castillos interiores, el concreto o mortero de relleno haya penetrado completamente, sin dejar huecos.

r) En muros hechos con tabique multiperforado y piezas huecas (estas últimas para alojar instalaciones

o castillos interiores), la pieza hueca esté llena con concreto o mortero de relleno.

s) En muros reforzados con malla soldada de alambre, los conectores de anclaje estén firmemente instalados en la mampostería y concreto, con la separación señalada en los planos de construcción.

t) Los muros transversales de carga que lleguen a tope estén conectados con el muro ortogonal.

u) Las aberturas en muros, si así lo señalan los planos, estén reforzadas o confinadas en sus bordes.

v) Los pretiles cuenten con castillos y dalas o refuerzo interior.

SECCIÓN 2205
CONTROL DE OBRA

2205.1 Alcance. Las disposiciones de control de obra son aplicables a cada edificación y a cada empresa constructora que participe en la obra.
Excepciones: Quedan exentos los siguientes casos:

a) Edificaciones que cumplan simultáneamente con: tener una superficie construida no mayor de 250 m², no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento, y que sean de cualquiera de los siguientes géneros: habitación unifamiliar, servicios, industria, infraestructura o agrícola, pecuario y forestal.

b) Edificaciones de género habitación plurifamiliar con no más de diez viviendas en el predio incluyendo a las existentes, y no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento. Adicionalmente cada vivienda no debe tener una superficie construida superior a 250 m².

2205.2 Muestreo y ensayes.

2205.2.1 Mortero para pegar piezas. Se deben tomar como mínimo seis muestras por cada lote de 3 000 m² o fracción de muro construido. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos dos muestras deben ser de la planta baja en edificaciones de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrepiso en edificios de más niveles.

Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado. Cada muestra debe estar compuesta de tres probetas cúbicas. La elaboración, curado, ensaye y determinación de la resistencia de las probetas se debe realizar según lo especificado en la norma NMX-C-061-ONNCCE. Las muestras se ensayan a los 28 días. Los ensayes se deben realizar en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2205.2.2 Mortero y concreto de relleno. Se deben tomar como mínimo tres muestras por cada lote de 3 000 m² o fracción de muro construido. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos una muestra debe ser de la planta baja en edificaciones de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrepiso en edificios de más niveles.

Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado. Cada muestra debe estar compuesta de tres probetas cúbicas en el caso de morteros, y de tres cilindros en el caso de concretos de relleno. La elaboración, curado, ensaye y determinación de la resistencia de las probetas de mortero se debe realizar según lo especificado en la norma NMXC- 061-ONNCCE. La elaboración, curado y ensaye de cilindros de concreto de relleno debe cumplir con las normas NMX-C-160 y NMX-C-083-ONNCCE. Las muestras se ensayan a los 28 días. Los ensayes se deben realizar en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2205.2.3 Mampostería. Se deben tomar como mínimo tres muestras por cada lote de 3 000 m² o fracción de muro construido con cada tipo de pieza. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos una muestra debe ser de la planta baja en edificios de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrepiso si el edificio tiene más niveles. Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado. Las probetas se deben elaborar con los materiales, mortero y piezas, usados en la construcción del lote. Cada muestra debe estar compuesta por una pila y un murete. Se acepta elaborar las probetas en laboratorio usando las piezas, la mezcla en seco del mortero y la cantidad de agua empleada en la construcción del lote. La elaboración, curado, transporte, ensaye y determinación de las resistencias de las probetas se debe realizar según lo indicado en las Normas Mexicanas correspondientes. Las muestras se ensayan a los 28 días. Los ensayes se deben realizar en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2205.2.4 Penetración del mortero en piezas multiperforadas. Se acepta la aplicación de cualquiera de los procedimientos siguientes:

a) Penetración del mortero. Se debe determinar la penetración del mortero retirando una pieza multiperforada en un muro de planta baja si el edificio tiene hasta tres niveles, o de planta baja y primer entrepiso si el edificio tiene más niveles.
b) Consumo de mortero. Se debe controlar el consumo de mortero que penetra en las perforaciones de las piezas, adicional al colocado en las juntas horizontal y vertical, en todos los muros de planta baja, si el edificio tiene hasta tres

niveles, o de planta baja y primer entrepiso si el edificio tiene más niveles.

2205.3 Criterio de aceptación.

2105.3.1 De morteros y mampostería. El criterio de aceptación se basa en que la resistencia de diseño, especificada en los planos de construcción, sea alcanzada por lo menos por el 98 por ciento de las probetas. Es decir, se debe cumplir con lo siguiente:

$$z^* \geq \frac{z}{1 + 25\,cz} \qquad (10.1)$$

donde:

z* resistencia de diseño de interés (*f*j* del mortero o del mortero o concreto de relleno, *f*m* y vm* de la mampostería); media de las resistencias de las muestras obtenidas según la Sección 1410.2.2; y

cz coeficiente de variación de la resistencia de interés de las muestras, que en ningún caso será menor que 0.20 para la resistencia a compresión de los morteros o de los concretos de relleno y que lo indicado en las Secciones 1402.8.1.1 y 1402.8.2.1 para pilas y muretes, respectivamente.

2205.3.2 De la penetración del mortero en piezas multiperforadas. Si se opta por el inciso 2205.2.4a, la penetración media del mortero, tanto en la junta superior como en la inferior de la pieza, debe ser de 10 mm, a menos que los planos de construcción especifiquen otros valores mínimos.

Se acepta que el consumo de mortero, aplicando el inciso 2205.2.4b, varía entre 0.8 y 1.2 veces el consumo indicado en los planos de construcción.

2205.4 Inspección y control de obra de edificaciones en rehabilitación. Se debe cumplir con lo señalado en las secciones 2204 y 2205. Adicionalmente, es necesario respaldar con muestreo y pruebas de laboratorio las características de los materiales utilizados en la rehabilitación, incluyendo las de aquellos productos comerciales que las especifiquen al momento de su compra.

Se debe verificar la correcta aplicación de las soluciones de proyecto, así como la capacidad, sea resistente o de deformación, de elementos o componentes, tales como los conectores. La medición de las características dinámicas de una estructura proporciona información útil para juzgar la efectividad de la rehabilitación, cuando ésta incluye refuerzo, adición o retiro de elementos estructurales.

CAPÍTULO 23 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

SECCIÓN 2301
CIMBRA

2301.1 Disposiciones generales. Toda cimbra debe ser construida de manera que resista las acciones a que pueda estar sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por la colocación, compactación y vibrado del concreto. Debe ser lo suficientemente rígida para evitar movimientos y deformaciones excesivos; y suficientemente estanca para evitar el escurrimiento del mortero. En su geometría se deben incluir las contraflechas prescritas en el proyecto.

Inmediatamente antes del colado deben limpiarse los moldes cuidadosamente. Si es necesario se deben dejar registros en la cimbra para facilitar su limpieza. La cimbra de madera o de algún otro material absorbente debe estar húmeda durante un período mínimo de dos horas antes del colado. Se recomienda cubrir los moldes con algún lubricante para protegerlos y facilitar el descimbrado.

La cimbra para miembros de concreto presforzado debe diseñarse y construirse de tal manera que permita el movimiento del elemento sin provocar daño durante la transferencia de la fuerza de presfuerzo.

2301.2 Descimbrado. Todos los elementos estructurales deben permanecer cimbrados el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar su peso propio y otras cargas que actúen durante la construcción, así como para evitar que las deflexiones sobrepasen los valores fijados en el Título Sexto del Reglamento.

Los elementos de concreto presforzado deben permanecer cimbrados hasta que la fuerza de presfuerzo haya sido aplicada y sea tal que, por lo menos, permita soportar el peso propio del elemento y las cargas adicionales que se tengan inmediatamente después del descimbrado.

SECCIÓN 2302
ACERO

2302.1 Disposiciones generales. El acero de refuerzo y especialmente el de presfuerzo y los ductos de postensado deben protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento. Inmediatamente antes de su colocación se debe revisar que el acero no haya sufrido algún daño, en especial, después de un largo período de almacenamiento. Si se juzga necesario, se deben realizar ensayes mecánicos en el acero dudoso.

Al efectuar el colado el acero debe estar exento de grasa, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto. A excepción del uso de recubrimientos epóxicos y lodos bentoníticos.

No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas para evitar que se dañe el concreto vecino. Todos los dobleces se deben realizar en frío, excepto cuando el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera de Corresponsable, permita calentamiento, pero no se admite que la temperatura del acero se eleve a más de la que corresponde a un color rojo café (aproximadamente 803 K [530 °C]) si no está tratado en frío, ni a más de 673 K (400 °C) en caso contrario. No se permite que el enfriamiento sea rápido.

Los tendones de presfuerzo que presenten algún doblez concentrado no se deben tratar de enderezar, sino que deben ser rechazados.

El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores, de resistencia, rigidez y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado.

Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

Antes de colar debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos estructurales y que se encuentra correctamente sujeto.

2302.2 Control en la obra. El acero de refuerzo ordinario debe ser sometido al control siguiente, por lo que se refiere al cumplimiento de la respectiva Norma Mexicana.

Para cada tipo de barras (laminadas en caliente o torcidas en frío) se procede como sigue:

De cada lote de 100 kN (10 toneladas) o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo

grado, un mismo diámetro y correspondientes a una misma remesa de cada proveedor, se debe tomar un espécimen para ensaye de tensión y uno para ensaye de doblado, que no sean de los extremos de barras completas; las corrugaciones se pueden revisar en uno de dichos especímenes. Si algún espécimen presenta defectos superficiales, puede descartarse y sustituirse por otro.

Cada lote definido según el párrafo anterior debe quedar perfectamente identificado y no debe ser utilizado en tanto no se acepte su empleo con base en resultados de los ensayes. Éstos se deben realizar de acuerdo con la norma **NMX-B-172**. Si algún espécimen no cumple con los requisitos de tensión especificados en la norma, se permite repetir la prueba como se señala en la misma norma.

En sustitución del control de obra, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, puede admitir la garantía escrita del fabricante de que el acero cumple con la norma correspondiente; en su caso, debe definir la forma de revisar que se cumplan los requisitos adicionales para el acero, establecidos en el inciso **2302.2.1b**.

2302.2.1 Características mecánicas de los materiales.

a) Se debe usar concreto clase 1. La resistencia especificada, fc ′ del concreto no debe ser menor que 25 MPa (250 kg/cm²).

b) Las barras de refuerzo deben ser corrugadas, con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4 200 kg/cm²) y deben cumplir con los requisitos para acero normal o de baja aleación de la Norma Mexicana correspondiente. Además, las barras longitudinales de vigas y columnas deben tener fluencia definida, bajo un esfuerzo que no exceda al esfuerzo de fluencia especificado en más de 130 MPa (1 300 kg/cm²), y su resistencia real debe ser por lo menos igual a 1.25 veces su esfuerzo real de fluencia.

2302.3 Extensiones futuras. Todo el acero de refuerzo, así como las placas y, en general, todas las preparaciones metálicas que queden expuestas a la intemperie con el fin de realizar extensiones a la construcción en el futuro, deben protegerse contra la corrosión y contra el ataque de agentes externos.

SECCIÓN 2303
CONCRETO

2303.1 Concreto. El concreto de resistencia normal empleado para fines estructurales puede ser de dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a 22 kN/m³ (2.2 t/m³) y clase 2 con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 19 y 22 kN/m³ (1.9 y 2.2 t/m³).

2303.1.1 Materiales componentes para concretos clase 1 y 2. La calidad y proporciones de los materiales componentes del concreto deben ser tales que se logren la resistencia, rigidez y durabilidad necesarias. La calidad de todos los materiales componentes del concreto debe verificarse antes del inicio de la obra y también cuando exista sospecha de cambio en las características de los mismos o haya cambio de las fuentes de suministro. Esta verificación de calidad se debe realizar a partir de muestras tomadas del sitio de suministro o del almacén del productor de concreto. El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, en lugar de esta verificación puede admitir la garantía del fabricante del concreto de que los materiales fueron ensayados en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumplen con los requisitos establecidos en la **Sección 2303** y los que a continuación se indican. En cualquier caso puede ordenar la verificación de la calidad de los materiales cuando lo juzgue procedente.

En la fabricación de los concretos, se debe emplear cualquier tipo de cemento que sea congruente con la finalidad y características de la estructura, clase resistente 30 ó 40, que cumpla con los requisitos especificados en la norma **NMXC-414-ONNCCE-2004.**

Los agregados pétreos deben cumplir con los requisitos de la norma **NMX-C-111** con las modificaciones y adiciones establecidas de la tabla 14.1.

El concreto clase 1 se fabrica con agregados gruesos con peso específico superior a 2.6 (caliza, basalto, etc.) y el concreto clase 2 con agregados gruesos con peso específico superior a 2.3, como andesita.

Para ambos se puede emplear arena andesítica u otra de mejores características.

El agua de mezclado debe ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma **NMX-C-122-ONNCCE-2004.** Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no debe emplearse.

Pueden usarse aditivos a solicitud expresa del usuario o a propuesta del productor, en ambos casos con la autorización del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director Responsable de Obra cuando no se requiera de Corresponsable. Los aditivos deben cumplir con los requisitos de la norma **NMX-C-255-ONNCCE-2006.**

En adición a la frecuencia de verificación estipulada para todos los materiales componentes al principio de esta sección, los requisitos especiales precedentes deben verificarse cuando menos una vez por mes para el concreto clase 1.

Los límites correspondientes a estos requisitos especiales pueden modificarse si el fabricante del concreto demuestra, con pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que con los nuevos valores se obtiene concreto que cumpla con el requisito de módulo de elasticidad establecido en la **Sección 2303.4.2.** En tal caso, los nuevos límites deben ser los que se apliquen en la verificación de estos requisitos para los agregados específicamente considerados en dichas pruebas.

Tabla 14.1 Requisitos adicionales para materiales pétreos

Propiedad	Concreto Clase 1	Concreto Clase 2
Coeficiente volumétrico de la grava, mínimo	0.20	-
Material más fino que la malla F 0.075 (No. 200) en la arena, porcentaje máximo en peso (NMX-C-084).	15	15
Contracción lineal de los finos (pasan la malla No. 40) de la arena y la grava, en la proporción en que éstas intervienen en el concreto, a partir del límite líquido, porcentaje máximo.	2	3

2303.2 Elaboración del concreto. El concreto puede ser dosificado en una planta central y transportado a la obra en camiones revolvedores, o dosificado y mezclado en una planta central y transportado a la obra en camiones agitadores, o bien puede ser elaborado directamente en la obra; en todos los casos debe cumplir con los requisitos de elaboración que aquí se indican. La dosificación establecida no debe alterarse, en especial, el contenido de agua.

El concreto clase 1, premezclado o hecho en obra, debe ser elaborado en una planta de dosificación y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma **NMX-C-403-ONNCCE-1999**.

El concreto clase 2, si es premezclado, debe satisfacer los requisitos de elaboración de la norma **NMX-C-155-ONNCCE-2004.** Si es hecho en obra, puede ser dosificado en peso o en volumen, pero debe ser mezclado en una revolvedora mecánica, ya que no se debe permitir la mezcla manual de concreto estructural.

2303.3 Requisitos y control del concreto fresco. Al concreto en estado fresco, antes de su colocación en las cimbras, se le deben realizar pruebas para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se deben realizar al concreto muestreado en obra, con las frecuencias de la tabla 14.2 como mínimo.

El revenimiento debe ser el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y para que pueda bombearse en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. El revenimiento nominal de los concretos no debe ser mayor de 120 mm. Para permitir la colocación del concreto en condiciones difíciles, o para que pueda ser bombeado, se autoriza aumentar el revenimiento nominal hasta un máximo de 180 mm, mediante el uso de aditivo superfluidificante, de manera que no se incremente el contenido unitario de agua. En tal caso, la verificación del revenimiento se debe realizar en la obra antes y después de incorporar el aditivo superfluidificante, comparando con los valores nominales de 120 y 180 mm, respectivamente. Las demás propiedades, incluyendo las del concreto endurecido, se deben determinar en muestras que ya incluyan dicho aditivo.

Tabla 14.2 Frecuencia mínima para toma de muestras de concreto fresco

Prueba y método (NMX-C-156-ONNCCE)	Concreto Clase 1	Concreto Clase 2
Revenimiento	Una vez por cada entrega, si es premezclado.	Una vez por cada entrega, si es premezclado.
	Una vez por revoltura, si es hecho en obra.	Una vez por cada 5 revolturas, si es hecho en obra.
Peso volumétrico (NMX-C-162)	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 20 m³ de concreto.	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 40 m³ de concreto.

El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, puede autorizar la incorporación del aditivo superfluidificante en la planta de premezclado para cumplir con revenimientos nominales mayores de 120 mm y es facultado para inspeccionar tal operación en la planta cuando lo juzgue procedente.

Si el concreto es premezclado y se surte con un revenimiento nominal mayor de 120 mm, debe ser entregado con un comprobante de incorporación del aditivo en planta; en la obra se debe medir el revenimiento para compararlo con el nominal máximo de 180 mm.

Para que el concreto cumpla con el requisito de revenimiento, su valor determinado debe concordar con el nominal especificado, con las tolerancias indicadas en la tabla 14.3:

Tabla 14.3 Tolerancias para revenimientos

Revenimiento nominal, mm.	Tolerancia, mm
menor de 50	± 15
50 a 100	± 25
mayor de 100	± 35

Estas tolerancias también se aplican a los valores nominales máximos de 120 y 180 mm. Para que el concreto cumpla con el requisito de peso volumétrico en estado fresco o endurecido, su valor determinado debe ser mayor de 22 kN/m³ (2 200 kg/m³) para el concreto clase 1, y no menor de 19 kN/m³ (1 900 kg/m³) para el concreto clase 2.

2303.4 Requisitos y control del concreto endurecido.

2303.4.1 Resistencia a compresión. La calidad del concreto endurecido se debe verificar mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas **NMX-C-160 y NMX-C-83**, en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Cuando la mezcla de concreto se diseñe para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas anteriores se efectúan a esta edad; de lo contrario, las pruebas deben efectuarse a los 28 días de edad.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto de las mismas características y nivel de resistencia, se debe tomar como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada 40 m³; sin embargo, si el concreto se emplea para el colado de columnas, se debe tomar por lo menos una muestra por cada 10 m³.

De cada muestra se deben elaborar y ensayar al menos dos cilindros; se entiende por resistencia de una muestra el promedio de las resistencias de los cilindros que se elaboren de ella.

Para el concreto clase 1, se admite que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada, fc′, si ninguna muestra da una resistencia inferior a fc′–3.5 MPa (fc′–35 kg/cm²), y, además, si ningún promedio de resistencias de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, es menor que fc′.

Para el concreto clase 2, se admite que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada, fc′, si ninguna muestra da una resistencia inferior a fc′–5 MPa (fc′–50 kg/cm²), y, además, si ningún promedio de resistencias de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, es menor que fc′–1.7 MPa (fc′–17 kg/cm²).

Si sólo se cuenta con dos muestras, el promedio de las resistencias de ambas no debe ser inferior a fc′–1.3 MPa (fc′–13 kg/cm²) para concretos clase 1, ni a fc′–2.8 MPa (fc′–28 kg/cm²), para clase 2, además de cumplir con el respectivo requisito concerniente a las muestras tomadas una por una.

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corrresponsable, debe tomar las medidas conducentes a garantizar la seguridad de la estructura. Estas medidas deben estar basadas principalmente en el buen criterio de los responsables mencionados; como factores de juicio, deben considerarse, entre otros, el tipo de elemento en que no se alcanzó el nivel de resistencia especificado, el monto del déficit de resistencia y el número de muestras o grupos de ellas que no cumplieron. En ocasiones debe revisarse el proyecto estructural a fin de considerar la posibilidad de que la resistencia que se obtuvo sea suficiente.

Si subsiste la duda sobre la seguridad de la estructura se pueden extraer y ensayar corazones, de acuerdo con la norma **NMX-C-169-ONNCCE-2009**, del concreto en la zona representada por los cilindros que no cumplieron. Se deben probar tres corazones por cada incumplimiento con la calidad especificada. La humedad de los corazones al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio.

El concreto clase 1 representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que 0.85 fc′ y la resistencia de ningún corazón es menor que 0.75 fc′. El concreto clase 2 representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que 0.80 fc′ y la resistencia de ningún corazón es menor que 0.70 fc′. Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente, se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencias erráticas. Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, el responsable en cuestión nuevamente debe decidir a su juicio y responsabilidad las medidas que han de tomarse. Puede optar por reforzar la estructura hasta lograr la resistencia necesaria, o recurrir a realizar pruebas de carga (artículo 185 del Reglamento) en elementos no destinados a resistir sismo, u ordenar la demolición de la zona de resistencia escasa,

etc. Si el concreto se compra ya elaborado, en el contrato de compraventa se establecen, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante en caso de que el concreto no cumpla con el requisito de resistencia.

2303.4.2 Módulo de elasticidad. El concreto debe cumplir con el requisito de módulo de elasticidad especificado a continuación. (Debe cumplirse tanto el requisito relativo a una muestra cualquiera, como el que se refiere a los conjuntos de dos muestras consecutivas).

Para la verificación anterior se debe tomar una muestra por cada 100 metros cúbicos, o fracción, de concreto, pero no menos de dos en una cierta obra. De cada muestra se deben fabricar y ensayar al menos tres especímenes. Se considera como módulo de elasticidad de una muestra, el promedio de los módulos de los tres especimenes elaborados con ella. El módulo de elasticidad se debe determinar según la norma **NMX-C-128-1997-ONNCCE.** El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, no debe estar obligado a exigir la verificación del módulo de elasticidad; sin embargo, si a su criterio las condiciones de la obra lo justifican, puede requerir su verificación, o la garantía escrita del fabricante de que el concreto cumple con él. En dado caso, la verificación se debe realizar en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Cuando el concreto no cumpla con el requisito mencionado, el responsable de la obra debe evaluar las consecuencias de la falta de cumplimiento y determinar las medidas que se deben tomar. Si el concreto se compra ya elaborado, en el contrato de compraventa se establecen, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante por incumplimiento del requisito antedicho.

Tabla 14.4 Requisitos para el módulo de elasticidad

	Módulo de elasticidad a 28 días de edad, MPa (kg/cm²), mínimo.				
	Alta resistencia		Clase 1		Clase 2
	Caliza[1]	Basalto[1]	Caliza[1]	Basalto[1]	Andesita[1]
Una muestra cualquiera	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 8\,500$ $(8\,500\sqrt{f_c^*} + 84\,800)$	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 3\,300$ $(8\,500\sqrt{f_c^*} + 33\,200)$	$4\,000\sqrt{f_c^*}$ $(12\,700\sqrt{f_c^*})$	$3\,100\sqrt{f_c^*}$ $(9\,700\sqrt{f_c^*})$	$2\,200\sqrt{f_c^*}$ $(7\,000\sqrt{f_c^*})$
Además, promedio de todos los conjuntos de dos muestras consecutivas.	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 10\,100$ $(8\,500\sqrt{f_c^*} + 101\,100)$	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 4\,400$ $(8\,500\sqrt{f_c^*} + 44\,100)$	$4\,300\sqrt{f_c^*}$ $(13\,500\sqrt{f_c^*})$	$3\,300\sqrt{f_c^*}$ $(10\,500\sqrt{f_c^*})$	$2\,300\sqrt{f_c^*}$ $(7\,400\sqrt{f_c^*})$
1 Agregado grueso					

2303.5 Transporte. Los métodos que se empleen para transportar el concreto deben ser tales que eviten la segregación o pérdida de sus ingredientes.

2303.6 Colocación y compactación. Antes de efectuar un colado deben limpiarse los elementos de transporte y el lugar donde se va a depositar el concreto. Los procedimientos de colocación y compactación deben ser tales que aseguren una densidad uniforme del concreto y eviten la formación de huecos.

El lugar en el que se coloca el concreto debe cumplir con lo siguiente:

a) Estar libre de material suelto como partículas de roca, polvo, clavos, tornillos, tuercas, basura, etc.;

b) Los moldes que reciben al concreto deben estar firmemente sujetos;

c) Las superficies de mampostería que vayan a estar en contacto con el concreto deben humedecerse previamente al colado;

d) El acero de refuerzo debe estar completamente limpio y adecuadamente colocado y sujeto; y

e) No debe existir agua en el lugar del colado, a menos que se hayan tomado las medidas necesarias para colar concreto en agua.

No debe permitirse la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.

El concreto se vacía en la zona del molde donde vaya

a quedar en definitiva y se compacta con picado, vibrado o apisonado.

No se permite trasladar el concreto mediante el vibrado.

2303.7 Temperatura. Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a 278 K (5 °C), se deben tomar las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y el retardo en endurecimiento, y se debe verificar que estas características no hayan sido desfavorablemente afectadas.

2303.8 Morteros aplicados neumáticamente. El mortero aplicado neumáticamente debe satisfacer los requisitos de compacidad, resistencia y demás propiedades que especifique el proyecto. Se debe aplicar perpendicularmente a la superficie en cuestión, la cual debe estar limpia y húmeda.

2303.9 Curado. El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento ordinario y tres días si se empleó cemento de alta resistencia inicial. Estos lapsos se deben aumentar si la temperatura desciende a menos de 278 K (5 °C); en este caso también se debe observar lo dispuesto en la **Sección 2303.7**.

Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede usarse el curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, o algún otro proceso que sea aceptado. El proceso de curado que se aplique debe producir concreto cuya durabilidad sea por lo menos equivalente a la obtenida con curado en ambiente húmedo prescrito en el párrafo anterior.

2303.10 Juntas de colado. Las juntas de colado se ejecutan en los lugares y con la forma que indiquen los planos estructurales. Antes de iniciar un colado las superficies de contacto se limpian y saturan con agua. Se debe tomar especial cuidado en todas las juntas de columnas y muros en lo que respecta a su limpieza y a la remoción de material suelto o poco compacto.

2303.11 Tuberías y ductos incluidos en el concreto. Con las excepciones indicadas en el párrafo que sigue, se permite la inclusión de tuberías y ductos en los elementos de concreto, siempre y cuando se prevean en el diseño estructural, sean de material no perjudicial para el concreto y sean aprobados por el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable.

No se permite la inclusión de tuberías y ductos de aluminio en elementos de concreto, a menos que se tengan cubiertas o protecciones especiales para evitar la reacción aluminio–concreto y la reacción electrolítica entre aluminio y acero de refuerzo. No se permite la inclusión de tuberías y ductos longitudinales en columnas y en elementos de refuerzo en los extremos de muros.

Las tuberías y los ductos incluidos en los elementos no deben afectar significativamente la resistencia de dichos elementos ni de la construcción en general. Asimismo, no deben impedir que el concreto penetre, sin segregarse, en todos los intersticios.

Excepto cuando se haya establecido en los planos o haya sido aprobado por el corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable, las tuberías y los ductos incluidos en losas, muros y trabes de concreto deben cumplir con lo siguiente:

a) El diámetro exterior no debe ser mayor que 1/3 del espesor de la losa o del ancho del muro y de la trabe;

b) Deben estar colocados con una separación, medida centro a centro, mayor que 3 veces el diámetro de los ductos; y

c) No deben afectar significativamente la resistencia estructural de los elementos de concreto.

Las tuberías y los ductos deben diseñarse para resistir los efectos del concreto, la presión y la temperatura a la que estarán expuestos al quedar incluidos en el concreto.

Las tuberías no deben contener líquidos, gas, vapor ni agua a altas temperaturas ni a altas presiones, hasta que el concreto haya alcanzado completamente la resistencia de diseño.

En losas, las tuberías y los ductos deben quedar incluidos entre el acero de refuerzo inferior y superior, a menos que sean para captar agua o materiales exteriores.

El recubrimiento mínimo para tuberías y ductos no debe ser menor que 40 mm para elementos expuestos a la intemperie o en contacto con el terreno, ni menor que 20 mm para elementos no expuestos a la intemperie y que no están en contacto con el terreno.

Las tuberías y ductos deben construirse y colocarse de tal manera que no se requiera cortar, doblar, ni mover de su posición original el acero de refuerzo.

2303.12 Requisitos complementarios para concreto presforzado.

2303.12.1 Lechada para tendones adheridos. La lechada para inyección debe ser de cemento portland y agua; o de cemento portland, arena y agua. Para mejorar la manejabilidad y reducir el sangrado y la contracción, pueden usarse aditivos que no sean dañinos a la lechada, al acero, ni al concreto. No debe utilizarse cloruro de calcio.

El proporcionamiento de la lechada debe basarse en lo señalado en alguno de los dos incisos siguientes:

a) Resultados de ensayes sobre lechada fresca y lechada endurecida realizados antes de iniciar las operaciones de inyección; o

b) Experiencia previa documentada, con materiales y equipo semejantes y en condiciones de campo comparables.

El contenido de agua debe ser el mínimo necesario para que la lechada pueda bombearse adecuadamente, pero no debe ser mayor de 0.50 con relación al cementante, en peso.

La lechada debe mezclarse con equipo capaz de suministrar mezclado y agitación mecánicos continuos que den lugar a una distribución uniforme de los materiales; asimismo, debe cribarse y debe bombearse de modo que llene completamente los ductos de los tendones. La temperatura del elemento presforzado, cuando se inyecte la lechada, debe ser mayor de 275 K (2 °C), y debe mantenerse por encima de este valor hasta que la resistencia de cubos de 50 mm, fabricados con la lechada y curados en la obra, llegue a 5.5 MPa (55 kg/cm²). Las características de la lechada se deben determinar de acuerdo con la norma **NMX-C-061**.

Durante el mezclado y el bombeo, la temperatura de la lechada no debe exceder de 303 K (30 °C).

2303.12.2 Tendones de presfuerzo. Las operaciones con soplete y las de soldadura en la proximidad del acero de presfuerzo deben realizarse de modo que éste no quede sujeto a temperaturas excesivas, chispas de soldadura, o corrientes eléctricas a tierra.

2303.12.3 Aplicación y medición de la fuerza de presfuerzo. La fuerza de presfuerzo se debe determinar con un dinamómetro o una celda de carga, o midiendo la presión en el aceite del gato con un manómetro y, además, midiendo el alargamiento del tendón. Debe determinarse y corregirse la causa de toda discrepancia mayor de 5 por ciento entre la fuerza determinada a partir del alargamiento del tendón y la obtenida con el otro procedimiento. Para determinar a qué alargamiento corresponde una cierta fuerza de presfuerzo se deben usar las curvas medias fuerza–alargamiento de los tendones empleados.

Cuando la fuerza de pretensado se transfiera al concreto cortando los tendones con soplete, la localización de los cortes y el orden en que se efectúen deben definirse de antemano con el criterio de evitar esfuerzos temporales indeseables. Los tramos largos de torones expuestos se cortan cerca del elemento presforzado para reducir al mínimo el impacto sobre el concreto.

La pérdida total de presfuerzo debida a tendones rotos no repuestos no debe exceder de 2 por ciento del presfuerzo total.

2303.13 Requisitos complementarios para estructuras prefabricadas. Los medios de sujeción o rigidización temporales, el equipo de izado, los apoyos provisionales, etc., deben diseñarse para las fuerzas que puedan presentarse durante el montaje, incluyendo los efectos del sismo y viento, así como las deformaciones que se prevea ocurran durante estas operaciones.

Debe verificarse que los dispositivos y procedimientos constructivos empleados garanticen que los miembros prefabricados se mantengan correctamente en su posición, mientras adquieren resistencia las conexiones coladas en el lugar.

2303.14 Tolerancias. Las tolerancias que a continuación se señalan rigen con respecto a los planos constructivos del proyecto ajustado.

a) Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no deben exceder de las del proyecto en más de 10 mm + 0.05x, siendo x la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni deben ser menores que las del proyecto en más de 3 mm + 0.03x.

b) El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no debe exceder al de proyecto en más de 5 mm + 0.05t, siendo t el espesor de proyecto, ni debe ser menor que éste en más de 3 mm + 0.03t.

c) En cada planta se trazan los ejes de acuerdo con el proyecto ajustado, con tolerancia de un centímetro. Toda columna queda desplantada de tal manera que su eje no diste, del que se ha trazado, más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión transversal de la columna paralela a la desviación. Además, no debe excederse esta cantidad en la desviación del eje de la columna, con respecto al de la columna inmediata inferior.

d) La tolerancia en desplomo de una columna debe ser de 5 mm más dos por ciento de la dimensión de la sección transversal de la columna paralela a la desviación.

e) El eje centroidal de una columna no debe distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de 5 mm más uno por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación.

f) La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas donde apoyan no debe diferir de la de proyecto en más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni más de 10 mm más dos por ciento del ancho de la viga.

g) El eje centroidal de una viga no debe distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la viga paralela a la desviación.

h) En ningún punto la distancia medida verticalmente entre losas de pisos consecutivos, debe diferir de la de

proyecto en más de 30 mm, ni la inclinación de una losa respecto a la de proyecto en más de uno por ciento.
i) La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro respecto a la dirección que dicha línea tendría según el proyecto, no debe exceder de cuatro por ciento.

j) La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en más de 10 mm + 0.01L de la señalada en el proyecto, siendo L el claro, excepto en extremos discontinuos de miembros donde la tolerancia debe ser de 10 mm.

k) La posición de refuerzo de losas, zapatas, muros, cascarones, arcos y vigas debe ser tal que no reduzca el peralte efectivo, d, en más de 3 mm + 0.03d ni reduzca el recubrimiento en más de 5 mm. En columnas rige la misma tolerancia, pero referida a la mínima dimensión de la sección transversal, en vez del peralte efectivo. La separación entre barras no debe diferir de la de proyecto más de 10 mm más diez por ciento de dicha separación, pero en todo caso respetando el número de barras y su diámetro, y de tal manera que permita pasar al agregado grueso.

l) Las dimensiones del refuerzo transversal de vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no debe exceder a las del proyecto en más de 10 mm + 0.05x, siendo x la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni deben ser menores que las de proyecto en más de 3 mm + 0.03x.

m) La separación del refuerzo transversal de vigas y columnas no debe diferir de la de proyecto más de 10 mm más diez por ciento de dicha separación, respetando el número de elementos de refuerzo y su diámetro.

n) Si un miembro estructural no es claramente clasificable como columna o viga, se deben aplicar las tolerancias relativas a columnas, con las adaptaciones que procedan si el miembro en cuestión puede verse sometido a compresión axial apreciable, y las correspondientes a trabes en caso contrario. En cascarones rigen las tolerancias relativas a losas, con las adaptaciones que procedan.

Por razones ajenas al comportamiento estructural, tales como aspecto, o colocación de acabados, puede ser necesario imponer tolerancias más estrictas que las arriba prescritas.

De no satisfacerse cualquiera de las tolerancias especificadas, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable; debe estudiar las consecuencias que de ahí deriven y debe tomar las medidas pertinentes para garantizar la estabilidad y correcto funcionamiento de la estructura.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 24 - INSTALACIONES

SECCIÓN 2401
INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

2401.1 Normatividad. Las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias, deben ejecutarse de acuerdo con lo fijado en el proyecto ejecutivo y ajustarse a lo prescrito en este CEV y a la normatividad aplicable. **Ver capítulos 38 al 43 del CEV.**

2401.2 Almacenaje. Los tubos, conexiones y accesorios, deben almacenarse conforme a lo especificado en la **NOM-006-STPS-2000** "Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad".

2401.3 Equipos y dispositivos de control. Los equipos y dispositivos de control que se coloquen, deben cumplir con los requisitos y características que fije el proyecto ejecutivo y la documentación relativa a la normatividad vigente proporcionada por el fabricante.

2401.4 Instalaciones de gas. Deben ejecutarse conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo y las normas aplicables vigentes. **Ver Capítulo 38 del CEV.**

2401.5 Tuberías de cobre para instalaciones de gas. En la instalación de tuberías de cobre, los tubos deben ser del tipo indicado en el proyecto ejecutivo, sin costura, estirados en frío, sin pliegues, dobleces, ondulaciones o cualquier daño.

Los cortes deben ejecutarse a la medida exacta y en ángulo recto con respecto al eje longitudinal, con herramientas adecuadas para este fin. Los elementos de apoyo o abrazaderas deben colocarse de acuerdo al proyecto ejecutivo.

Todos los procesos de uniones de soldadura deben realizarse de acuerdo al proyecto ejecutivo, utilizando mano de obra especializada.

2401.6 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. Deben construirse y probarse conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo y las normas aplicables vigentes. **Ver Capítulos 38 al 43 del CEV**. Las redes de tuberías instaladas deben cumplir con pruebas de hermeticidad y se deben probar cargándolas a presión y durante el tiempo mínimo indicado en las normas correspondientes. Una práctica común es la de dejar cargada la tubería durante el tiempo que dure la construcción, hasta la recepción final y su última prueba, para detectar posibles fallas durante el proceso constructivo.

Cuando una parte de la tubería vaya a quedar ahogada en algún elemento estructural de concreto hidráulico, se debe probar como tramo independiente de la instalación general, previo al colado. Lo anterior es aplicable al caso de pisos, pavimentos y recubrimientos.

2401.7 Tuberías y conexiones. En las tuberías y conexiones de fierro galvanizado, de cobre, de fibrocemento, de PVC y otros materiales, deben emplearse tramos enteros de tubos, nuevos, sin ondulaciones, dobleces y porosidades o grietas, tanto en su superficie exterior como interior y deben presentar una sección uniforme.

Los cortes deben ejecutarse a la medida exacta y en ángulo recto con respecto al eje longitudinal, con herramientas adecuadas para este fin. Los tubos deben instalarse a nivel y a plomo, estar paralelos entre si, y los cambios de dirección a 45° o a 90° deben realizarse según lo especifique el proyecto.

La separación entre tuberías debe permitir realizar fácilmente los trabajos de mantenimiento o reparación.

Se deben realizar oportunamente las preparaciones, pasos, etc., en pisos, techos y muros para preservar la integridad estructural del edificio. Cualquier intervención de algún miembro estructural existente debe ser autorizada por el DRO.

2401.8 Tuberías y registros en la etapa de construcción. Para asentar las tuberías con mortero cemento arena, se debe preparar una cama de arena en el fondo de la excavación, con un espesor de acuerdo al diámetro del tubo. Los registros deben ser de muros de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5, con aplanado pulido en el interior, con tapa de 5 cm. de espesor de concreto de fc' = 15 MPa (150 kgf/cm2), con marco y contramarco comercial, piso de 8 cm. de espesor, armado con malla electro soldada 6-6/8-8.

SECCIÓN 2402
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2402.1 Normatividad. La construcción de instalaciones eléctricas, los equipos y dispositivos que se coloquen, deben cumplir con los requisitos, especificaciones y características que precisen el proyecto ejecutivo y la normatividad aplicable. **NOM- 001-SEDE-2005** "Instalaciones eléctricas (utilización)". **Ver Capítulos 44 al 47 del CEV.**

2402.2 Revisión. El supervisor debe constatar que la capacidad, dimensiones y demás características de las unidades de iluminación, equipos, accesorios, controles, arrancadores, centros de carga, interruptores termo magnéticos e interruptor de navaja, canalizaciones y cableado que se utilicen cumplan con las especificaciones indicadas y la normatividad aplicable a cada producto.

2402.3 Requisitos de ejecución. Las canalizaciones que se utilicen para alojar los conductores, deben ser de los materiales aprobados para ese uso, en tal forma que el aislamiento de los conductores no sufra raspaduras.

2402.4 Continuidad. Las instalaciones deben asegurar la continuidad mecánica y eléctrica de todo el sistema de canalización. La ampliación de espacios de alumbrado en concentraciones de medidores, tableros de distribución o de control, o en puntos similares, en instalaciones de no más de 600 voltios entre conductores, debe estar soportada por colgadores a intervalos conforme a lo establecido en el proyecto ejecutivo y la normatividad vigente.

Los conductores se deben cubrir totalmente y el espesor mínimo de la lámina que los cubra debe ser de 1,59 mm, calibre 16 y no deben contener interruptores, arrancadores u otros dispositivos de protección o control.

Deben llevar ménsulas en su interior cada 60 cm. en las que deben apoyarse los conductores, debiendo conservar éstos la misma posición relativa dentro y a lo largo del ducto. El espacio ocupado por los conductores no debe ser mayor del 40% de la sección interior del ducto.

Deben llevar preparaciones para hacer derivaciones o conexiones de tubería conduit a interruptores o arrancadores, así como tapas que los hagan fácilmente registrables.

Cuando atraviesen muros o pisos, deben pasar en tramos completos sin uniones, se deben utilizar las conexiones especiales que requieran en sus uniones entre tramo y tramo, bajadas y cambios de dirección.

SECCIÓN 2403
INSTALACIONES ESPECIALES

2403.1 Normatividad. Los sistemas de red de teléfonos, intercomunicaciones y sonido, el sistema de aire acondicionado, sistema hidroneumático, ascensores y montacargas instalados en un edificio, deben ajustarse a los lineamientos que estipule el proyecto ejecutivo con ajuste a las especificaciones que establecen la normatividad y las demás disposiciones aplicables, para su efectivo comportamiento una vez que estén en funcionamiento, en particular las subestaciones y plantas de emergencia y el sistema de agua y aire caliente. **Ver Capítulos del 28 al 37 del CEV.**

2403.2 Maniobra. Las cargas, transportes, descargas y almacenamiento de los materiales, dispositivos y equipos deben cuidarse para que no sufran ningún tipo de daños. Deben llegar a la obra con sus empaques originales de fábrica, debidamente identificados, y almacenarse en lugares seguros, limpios y libres de otros materiales que pudieran afectarlos.

2403.3 Equipos. Los equipos que se empleen deben cumplir con los requisitos que determine el proyecto. Se deben tomar en cuenta las consideraciones proporcionadas por el fabricante de los equipos.

2403.4 Requisitos de ejecución. Las instalaciones especiales se deben realizar en su oportunidad de acuerdo con el programa, para evitar romper pisos, recubrimientos, muros y en general cualquier elemento del edificio. La mano de obra que se utilice debe ser especializada para este tipo de instalaciones

2403.5 Pruebas. Las verificaciones a las instalaciones especiales, deben ser propuestas previamente por el fabricante y aprobadas por el DRO.

2403.6 Red telefónica. El proyecto para la red telefónica debe ser autorizado previamente por la compañía suministradora del servicio y aprobado por el DRO.

Los conductores se deben alojar en los ductos o tuberías destinados específicamente para la red telefónica. En ningún caso se deben colocar en ductos o tuberías destinadas a instalaciones de alumbrado o fuerza.

El montaje de los equipos de intercomunicación y sonido se debe ejecutar de acuerdo con las recomendaciones propuestas por el fabricante, previamente aprobadas por la compañía suministradora del servicio y por el DRO.

2403.7 Aire acondicionado. Los ductos para suministro de aire acondicionado y los de recirculación o ventilación, deben ser de lámina galvanizada engargolada. El calibre de lámina debe seleccionarse de acuerdo con la dimensión de lado de la lámina galvanizada mayor del ducto:

A. Hasta 30 cm Número 26
B. De 31 a 76 cm Número 24 m
C. De 77 a 137 cm Número 22
D. De 138 a 214 cm Número 20
E. Mayores de 214 cm Numero 18

Los ductos se sujetan a la losa y/o elementos estructurales por medio de cinchos de lámina galvanizada y tirantes de alambre, que se anclan a los elementos de sujeción previamente colocados.

Los ductos suministradores de aire colocados en el interior deben recubrirse con aislamiento térmico de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, revestidos con papel de aluminio.

Los ductos de aire recirculado deben recubrirse únicamente cuando pasen por los locales no acondicionados. Los ductos exteriores, expuestos a la intemperie, deben recubrirse con aislamiento térmico a base de fibra de vidrio de 50 mm de espesor, revestidos con papel de aluminio, y protegidos con mortero de cemento y arena en proporción 1:4, aplicado sobre metal desplegado sujeto con alambre o flejes.

La inyección de aire a los locales acondicionados debe hacerse a través de difusores provistos de deflectores para corrección de flujo o de compuertas para control de volumen.

2403.7.1 Proyecto y programa. El proyecto de aire acondicionado debe ser coincidente con el proyecto arquitectónico en uso y el inicio de los trabajos de instalación debe estar de acuerdo con el programa de obra.

2403.7.2 Almacén. Se debe disponer de un local apropiado para almacenar la lámina galvanizada e instalar las prensas dobladoras del contratista, para la fabricación de los ductos. Asimismo, se deben almacenar apropiadamente los equipos, y accesorios.

2403.7.3 Guías mecánicas y acondicionamiento. Los equipos deben cumplir con las especificaciones de proyecto. El contratista debe entregar las guías mecánicas de los equipos las cuales deben indicar las dimensiones de las máquinas y sus bases, ubicación y forma de los apoyos, así como los requerimientos de energía eléctrica, agua y desagüe entre otros.

Se deben instalar las líneas de servicio de energía eléctrica, agua, desagües y demás instalaciones auxiliares que sirven al aire acondicionado, de acuerdo al proyecto ejecutivo.

2403.7.4 Recorrido de los ductos. Las secciones y el calibre de las láminas galvanizadas para construir los ductos deben ser las especificadas. La trayectoria de los ductos debe cumplir con las condiciones del proyecto, y no debe interferir con otras canalizaciones de servicio. Si por necesidades de obra se requiere cambiar la sección de los ductos, se debe consultar previamente al técnico responsable del proyecto.

Los planos de las diferentes instalaciones se deben cotejar con los planos arquitectónicos y los estructurales.

2403.7.5 Reducción de ruidos. Los ductos no deben hacer contacto con otros elementos que puedan producir ruidos. Se debe colocar en los ductos, el aislante térmico que indique el proyecto y si el ducto está a la intemperie se le debe colocar una protección impermeable.

El tramo de ducto entre el ventilador y los ductos metálicos debe ser de lona flexible e impermeable y por lo menos de 15 cm de longitud.

2403.7.6 Evitar las fugas. Cuando se proyecte un falso plafón para que trabaje como cámara plena (ducto), éste debe construirse herméticamente, cuidando de manera especial los lugares donde se ubican las lámparas, ya que cualquier fuga de aire mancha plafones y paredes, además de no cumplir con la función de diseño.

A las salidas de extracción o retorno deben colocarse difusores o rejillas con las características indicadas en el proyecto.

2403.7.7 Pruebas parciales. Las líneas eléctricas e hidráulicas auxiliares se deben someter a las pruebas requeridas para ellas como adición previa a la prueba general del sistema de aire acondicionado. El calibre de los conductores que se conectan a los equipos deben ser los requeridos en las especificaciones.

2403.7.8 Desconexión parcial. Los equipos deben estar protegidos con fusibles o pastillas termo magnéticas cuyo amperaje debe estar determinado por el consumo que indique la placa del motor. Se deben instalar válvulas de corte a cada equipo, para que pueda ser desconectado en caso de requerir mantenimiento, sin alterar el funcionamiento general de la red.

2403.7.9 Llaves de purga. Las llaves de purga de las líneas que conducen vapor deben estar colocadas en sitios accesibles para facilitar su mantenimiento y operación.

Todos los motores y ventiladores integrales deben instalarse sobre bases de neopreno con objeto de

aislar las vibraciones y disminuir el ruido que transmiten. Las unidades, paquetes o manejadoras que se instalen en azoteas, se deben colocar sobre bases firmes como bastidores de ángulo de acero o concreto, de preferencia sobre tacones de neopreno.

2403.7.10 Prueba general de funcionamiento. La ubicación de válvulas y dispositivos de control debe cumplir con las condiciones de proyecto. La instalación debe funcionar satisfactoriamente observando el balanceo entre locales de presión positiva y negativa, así como las velocidades de aire en las salidas de ductos.

Se debe realizar la prueba general de funcionamiento, previo a la recepción de los trabajos.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 25 - CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y DE MADERA

Capítulo a desarrollar en la siguiente Edición.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 26 -CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS E HIBRIDAS

Capítulo a desarrollar en la siguiente Edición.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

CAPÍTULO 26A - ACABADOS EXTERIORES E INTERIORES

SECCIÓN 2601 A
CONSIDERACIONES GENERALES

2601A.1 Acabados y accesorios. La salud, condición anímica y confort del individuo dependen en gran parte de los acabados en la vivienda. La vivienda, aún la de tipo económico, debe contar con acabados exteriores e interiores, ventanas y puertas funcionales, así como una serie de accesorios distribuidos en baños, cocina y áreas de servicio, los cuales deben cumplir con los estándares mínimos de calidad y durabilidad.

2601A.2 Selección de recubrimientos. La selección y aplicación de acabados, texturas y colores exteriores deben concordar con la región climática y ofrecer las mejores ventajas ante humedad (lluvia, brisa, nieve), polvo, radiación solar y mantenimiento, para evitar que la exposición de la vivienda a la intemperie, como uno de los factores de deterioro que más desgastan las cubiertas y paredes, y los problemas de humedad, goteras y hongos afecten negativamente la conservación de la vivienda y la salud de las personas.

SECCIÓN 2602 A
RECUBRIMIENTOS EN MUROS INTERIORES

2602 A.1 Sellador. La superficie final del muro debe ser sellada o pintada con productos comerciales aptos para aumentar su resistencia a la intemperie y rechazar las humedades.

2602 A.2 Aplanados interiores. Los aplanados deben ser realizados a regla y nivel con mortero en yeso o cemento-cal-arena, procurando que sus agregados sean de grano fino.

Como acabado final se debe cuidar la aplicación de la pasta premezclada con llana metálica en textura a escoger, y/o pintura vinílica en locales secos y esmalte en locales húmedos que requieran de una constante limpieza como cocina y baños.

Para los aplanados de yeso, se debe usar mortero simple en proporción de 2 partes de agua por 3 de yeso, con espesor entre 1 cm y 2 cm.

Los aplanados de mortero cemento-cal hidratada-arena se deben realizar en la proporción indicada en el proyecto ejecutivo, cuidando sobre todo los espesores.

2602 A.3 Superficies limpias. Todas las superficies en donde se coloque el yeso o tirol, deben estar completamente limpias y exentas de sustancias que disminuyan su adherencia. Las maestras para los aplanados de muros de yeso, deben estar perfectamente a plomo.

2602 A.4 Cuidado del material. Todos los elementos que pueden deteriorarse con el yeso, como son aluminio, herrería y piso, deben estar protegidos.

2602 A.5 Espesor del aplanado. El espesor del aplanado de yeso no debe ser menor de 13 mm, para que alcance a cubrir correctamente la superficie.

No debe haber capas mayores a 30 mm porque se pueden ocasionar desprendimientos del material, por falta de adherencia a la base.

Cuando se coloque el yeso en superficies lisas de concreto aparente debe haberse picado previamente y aplicar el aditivo pegayeso para que tenga suficiente adherencia.

2602 A.6 Acabados nivelados y a plomo. Los aplanados de yeso no deben tener un desplome mayor de 1/600 u ondulaciones de más de 3 mm en una regla de 1,80 m colocada contra el muro.

2602 A.7 Superficie del aplanado. Cuando se vayan a utilizar lambrines de azulejo, cerámicas o materiales vitrificados, el acabado de la superficie del aplanado debe ser rugoso, pero cuando vaya a recibir un aplanado de tirol, debe ser repellado.

Cuando se vaya a aplicar pintura se debe acabar con llana, a plomo, dejando una textura tersa y uniforme, a menos que en el proyecto ejecutivo se indique específicamente otra textura.

Los aplanados de mortero se deben curar con agua durante un periodo de 3 días como mínimo. En elementos horizontales o inclinados la máxima diferencia admisible entre el aplanado y el plano del proyecto debe ser de 5 mm por cada metro.

Los emboquillados deben formarse a regla, a nivel y a plomo, sin obstaculizar el funcionamiento de

puertas y ventanas.

2602 A.8 Azulejo y losetas cerámicas. Su adhesión al muro debe hacerse por medio de pegazulejo comercial, sobre todo cuando se colocan en áreas húmedas o de servicios tales como cocina, baños o áreas de lavado.

2602 A.9 Recubrimientos pétreos. La cantera o mármol deben ser cortados en losetas de no grandes dimensiones y se debe cuidar con mucho detalle su colocación, sobre todo cuando se utilizan en áreas de transición interior-exterior o como detalles.

2602 A.10 Papel tapiz. Se debe usar exclusivamente en zonas exentas de humedad, ya que el pegamento más común que se utiliza es en base agua.

SECCIÓN 2603 A
RECUBRIMIENTOS EN MUROS EXTERIORES

2603 A.1 Recubrimientos en exteriores. Los recubrimientos más comunes para muros exteriores son el aplanado de cemento-cal-arena, pasta o estuco. La base del aplanado se debe preparar adecuadamente.

2603 A.2 Aplanados en sitio. En muros de mampostería de tabique o de bloques de concreto, la superficie debe humedecerse previamente a la colocación del aplanado.

En muros de concreto hidráulico, la superficie se debe picar con la herramienta apropiada para lograr una adherencia adecuada, y se debe humedecer convenientemente.

La proporción cemento-arena se determina en el proyecto ejecutivo, el espesor máximo debe ser menor de 2 cm, colocado en dos capas. La segunda capa se debe colocar 24 horas después de la primera y humedecer previamente la superficie de la capa.

Los emboquillados se forman a regla, a nivel y a plomo, teniendo especial cuidado de no obstaculizar el funcionamiento de puertas y ventanas.

Antes de colocar los aplanados se deben prever los ductos de instalaciones necesarias.

Se deben usar preferentemente los aplanados de acabado fino o cerrado en vez de los repellados con agregados de grano grueso, lo cual permite un acumulamiento menor de polvo y humedad sobre la superficie vertical.

2603 A.3 Recubrimientos pétreos. Se le da tratamiento diferente a los materiales que forman parte de la misma estructura material del muro (acabado aparente) que al que se coloca como acabado sobre el muro ya construido. Este acabado se forma con lajas de piedra en sus diversos tipos, adosadas al cuerpo central del muro por medio de mortero cemento-arena, cuidando que no se tengan espesores mayores a 5 cm. Se debe cuidar la calidad de los materiales para lograr el acabado final planeado, así como aplicar sellador o recubrir los materiales que quedan aparentes.

2603 A.4 Recubrimientos prefabricados. Los materiales artificiales cerámicos o a base de pastas de apariencia final que asemejan la piedra natural, deben ser adecuadamente fijados al muro con una capa de mortero cemento-arena con el espesor y la proporción indicada en el proyecto ejecutivo. En el caso de las losetas pesadas, se deben colocar anclas metálicas fijadas al muro para sentar en ellas cada pieza de material y evitar así desprendimientos.

Las losetas cerámicas en fachada deben ser usadas como remates o detalles mas no en áreas extensas de las fachadas y se fijan con pegazulejo de tipo comercial.

SECCIÓN 2604 A
PISOS Y PAVIMENTOS

2604 A.1 Recubrimientos en pisos. En el proyecto ejecutivo se especifican los diferentes tipos de recubrimiento y deben seguirse escrupulosamente los procedimientos determinados para cada uno de ellos, generalmente materiales prefabricados y elementos naturales resistentes a la intemperie tales como pasto natural, piedra bola, firmes de concreto pulidos o revestidos en losetas de no grandes dimensiones o huellas aisladas, adoquín, adopasto, etc.

2604 A.1.1 Pasto natural. Se aplica de dos formas, con semilla del tipo de pasto conveniente para la zona geográfica y características climáticas o implantando injertos de cuadros o tiras de rollo de pasto no mayores a 40 cm de ancho.

En ambos casos, el pasto debe estar sentado en una capa de tierra vegetal de 2,5 cm (1") reforzada con materia orgánica como composta, turba de musgo o abono de estiércol seco en descomposición.

2604 A.1.2 Adoquín o adopasto. El área a cubrir debe ser compactada primero, después sobre una capa de arena cernida de entre 2.5 y 4 cm, se colocan una a una las piezas de adopasto. Posteriormente, se coloca la tierra vegetal reforzada con material orgánico como abono y finalmente el pasto. Para el caso del adoquín, una vez colocadas las piezas se debe esparcir otra capa de arena cernida y apisonarla en sus juntas.

2604 A.1.3 Firme de concreto. Se forma sobre una base compactada de tepetate apisonado de 15 cm de espesor final, variable según el tipo de subsuelo encontrado.

Su mezcla debe ser realizada con la proporción de arena, grava y cemento que se indica en el proyecto

ejecutivo. En extensiones mayores a un metro cuadrado se debe colocar un armado por medio de una malla electro soldada. Debe ser curado con agua tres veces al día durante una semana como mínimo.

En caso de cubrir una extensión grande, el firme debe ser realizado en cuadros alternados, sin exceder de 2 x 2 m, para evitar su agrietamiento.

La textura de acabado final debe ser la prevista en el proyecto ejecutivo, en caso de ser aparente debe ser marcada con un molde de figura, rallada o escobillada, para mantenerla antiderrapante, y en caso de llevar un recubrimiento como loseta o piedra natural su acabado debe ser rugoso.

Las juntas pueden ser a hueso, con mortero o con material pétreo de pequeñas dimensiones.

2604 A.1.4 Losetas cerámicas. Las losetas cerámicas en piso deben ser fijadas a un firme de concreto nivelado y uniforme por medio de pegazulejo de tipo comercial.

Para juntas de más de 3,2 mm, se debe usar boquilla con arena.

2604 A.2 Construcción de pisos y pavimentos. Debe ejecutarse de acuerdo a los lineamientos correspondientes y realizar las comprobaciones y los controles necesarios, tanto en el interior del edificio como en el exterior.

Los pisos y pavimentos pueden ser de concreto hidráulico, carpetas asfálticas, de piedras naturales o artificiales, de losetas, baldosas o cintillas de barro, mosaico de pasta, terrazos de granito y losetas o cintillas de mármol; losetas vinílicas, linóleum, alfombras y maderas.

2604 A.3 Pisos de concreto. Deben cumplir los lineamientos establecidos en la normatividad vigente para la construcción de pisos de concreto hidráulico sobre firmes y los colocados sobre la superficie del terreno natural o de relleno compactado, o sobre losas de concreto hidráulico.

La superficie del terreno natural se debe compactar al 90% como mínimo y se debe nivelar libre de materias extrañas y sueltas, sin ondulaciones ni depresiones. Previo a la colocación del concreto hidráulico, la superficie del terreno natural o del relleno, debe humedecerse, confirmando la inexistencia de encharcamientos y de materiales lodosos o remoldeados.

Debe verificarse la correcta construcción del elemento, lo cual se logra al colocar muestras de concreto hidráulico a 1,80 metros de separación máxima en ambas direcciones, para marcar los niveles de piso terminado.

2604 A.3.1 Vaciado del concreto. Debe vaciarse el concreto hidráulico de las características determinadas en el proyecto ejecutivo, lo más cerca posible de su posición definitiva, para evitar el traspaleo. La mejor alternativa cuando se cuelan pisos de dimensiones mayores es el uso de bombas de concreto y su distribución por medio de tuberías desmontables, iniciando siempre por el lado más lejano a la colocación de la bomba.

Debe extenderse hasta un nivel ligeramente más alto que el de las muestras por medio de rastrillos, palas o reglas y compactarse en toda la superficie con pisón, hasta que se muestre duro y denso.

2604 A.3.2 Remoción de exceso de concreto. Se debe remover el exceso de concreto hidráulico y enrasar hasta la altura de nivel de piso terminado, por medio de reglas que corran por las muestras.

Debe dejarse reposar hasta que desaparezca la humedad superficial y presente una superficie sensiblemente dura e inmediatamente se aplica regla de madera para quitar los huecos, ondulaciones o imperfecciones de nivelado y con la llana metálica se realiza el pulido o acabado final, hasta que se obtiene una superficie tersa y uniforme.

2604 A.3.3 Acabado rugoso. La superficie pulida debe escobillarse inmediatamente después del fraguado inicial y se debe curar el piso durante 5 días sin transitar por él hasta 2 días después de terminado.

Los pisos de concreto hidráulico colados sobre terreno natural o de relleno, deben construirse con un espesor mínimo de 8 cm.

2604 A.3.4 Colado integral. Se deben utilizar revolturas con una cantidad mínima de agua, con revenimientos lo más bajo posible y obtener su manipulación ajustando los agregados.

La construcción se debe operar en forma integral con la losa de concreto hidráulico, para lo cual, deben realizarse las operaciones de compactado, nivelado, acabado y curado, sobre la superficie fresca del colado en la forma descrita con anterioridad.

2604 A.3.5 Colado por separado. Cuando se construyan sobre una losa ya fraguada, la superficie de la losa debe estar limpia y exenta de materias extrañas, con la rugosidad necesaria para obtener una buena adherencia.

Se humedece sin encharcar y se cuela sobre ella una capa de 3 cm. de espesor máximo de revoltura con agregado máximo de 1,27 cm procediendo a las operaciones de compactado, nivelado, acabado y curado.

2604 A.4 Loseta cerámica. Debe ser colocada con nivel sobre una superficie de concreto

uniforme, liso y libre de polvo, bordes o desniveles. Su colocación se debe realizar comenzando por las áreas de piso más visibles o accesos del local, haciendo un estudio previo del área a cubrir para evitar excesivos recortes y desperdicio. Su adhesión al firme debe ser por medio de pegazulejo comercial.

2604 A.5 Loseta vinílica. Se debe colocar con adhesivo vinílico sobre cualquier firme totalmente liso, seco, libre de imperfecciones, grietas, grasa, cera y polvo.

El firme que debe recibir la loseta debe ser de concreto pulido, mosaico o madera en acabado liso totalmente y se recomienda hacer la colocación en un día asoleado y ventilado para un pegado más rápido.

Una vez pegadas las losetas se debe calentar la superficie de las esquinas no adheridas presionando al mismo tiempo sobre ellas con un rodillo. El zoclo vinílico se debe colocar de la misma forma y en las mismas condiciones sin exceder una altura de 8 cm.

2604 A.6 Duela. De sistema machihembrado puede ser de madera natural (tablones con terminado barnizado) o laminada (de acabado plástico).

Al momento de su montaje se debe evitar toda humedad tanto proveniente del piso o firme así como de los vanos expuestos sin ventana o puerta. El aislamiento de la humedad proveniente del subsuelo se logra colocando un bajo alfombra plástico sobre la superficie y bajo la duela.

2604 A.7 Parquet. Se coloca en forma similar a la duela con cuidado especial contra humedades existentes o futuras. Cada tablilla que forma la pieza del parquet debe quedar fijada al piso individualmente.

El piso de parquet debe ser colocado una vez instalados los pisos colindantes, ventanería, albañilería, yeso y plafones, los que deben estar totalmente terminados, secos y pintados. No debe haber ondulaciones mayores a 2mm por metro.

2604 A.8 Alfombra. Debe satisfacer las tolerancias de estática, resiliencia, emisión de humo y flamabilidad de acuerdo a la norma **ASTM-E-84.**

2604 A.9 Zoclos. Son de materiales pétreos naturales, losetas cerámicas, losetas vinílicas, laminados o madera con barniz marino o de poliuretano, capaces todos ellos de resistir a la humedad.

La altura no debe exceder los 10 cm. Su fijación es variable en cada caso, los zoclos de madera se fijan por medio de taquetes y pijas (cada 50 cm, como máximo de separación) con uniones entre piezas a un ángulo de 45°.

SECCIÓN 2605 A
MUROS DIVISORIOS

2605 A.1 Muros divisorios. Se deben construir conforme a lo estipulado en el proyecto ejecutivo. El material se selecciona conforme a las especificaciones (paneles de cemento o yeso con bastidor metálico, paneles de poliestireno estructurado, triplay decorativo o combinada con perfiles de aluminio, vidrio o plástico laminado) y respetando la normatividad vigente.

En los proyectos de vivienda en donde se contemple la colocación de este tipo de muros, y se establezcan criterios de crecimiento progresivo, su retiro debe ser fácil, sin dañar la estructura integral de la vivienda.

2605 A.2 Muros de paneles de yeso o cemento. La estructura perimetral de los muros de yeso o cemento con bastidor metálico, consta normalmente de lámina galvanizada muy ligera, compuesta por piezas verticales (postes) y piezas horizontales (largueros), con una sección transversal en forma de canal ("C") que sostiene las placas de yeso o cemento ligero.

El yeso a utilizar no debe tener más de un mes de fabricado ya que si presentara un color amarillento, significa que es de mala calidad y que posiblemente está pasado.

Las hojas de panel de yeso no deben presentar grietas ni piezas rotas, ni estar húmedas y deben ser del espesor requerido.

2605 A.2.1 Almacenaje. El panel de yeso se debe almacenar en lugares exentos de humedad y colocados sobre camas de madera para evitar que estén en contacto con el suelo. Las hojas de panel de yeso no se deben almacenar de canto, ya que corren el riesgo de que se quiebren o despostillen.

2605 A.2.2 Preparaciones de proyecto. Los bastidores de los muros de panel de yeso deben estar nivelados, a plomo y bien soportados, de manera que no presenten problemas para la instalación de las hojas. La nivelación del bastidor se debe realizar sujetando las piezas principales a la estructura.

Las hojas de panel de yeso deben estar colocadas a tope, para evitar separaciones demasiado grandes que al momento de sellarlas provoquen superficies irregulares que se notarían en el acabado final.

En los muros de panel de yeso, se deben dejar las preparaciones indicadas en el proyecto para registros, salidas de energía eléctrica, telefónica, etc.

Las cabezas de muros de panel de yeso que rematan contra ventanas y canceles de vidrio, deben estar resueltas de acuerdo a lo especificado en el proyecto ejecutivo.

2605 A.2.3 Revisión preliminar. En los muros de panel de yeso instalados, se deben verificar los niveles y plomo de manera que si existen irregularidades, éstas se arreglen antes de colocarse el acabado final.

Las juntas con muros y demás elementos constructivos se deben hacer con un sello hermético.

2605 A.2.4 Lámparas. Antes de realizarse el corte del panel de yeso se traza la ubicación de lámparas de acuerdo a lo proyectado. Se deben colocar refuerzos de canaleta en el perímetro del hueco donde se colocan las lámparas.

2605 A.2.5 Armado estructura metálica. El paso de instalaciones hidráulicas, eléctricas o para recibir canaletas de refuerzo cuando se necesiten, se debe hacer en los postes metálicos provistos de aberturas.

No es necesario asegurar mecánicamente la unión del poste con el larguero, excepto en los casos de postes adyacentes a marcos de ventanas y puertas, los cuales deben estar asegurados en la parte inferior y superior por pijas o remaches a través de los costados de los postes y largueros.

Los postes se deben colocar a una distancia de 5 cm máximo de marcos de ventanas y puertas, y éstos deben ir unidos por medio de tornillos o pernos. Los vanos deben enmarcarse con postes a todo lo largo desde el larguero de piso al de techo.

Si es necesario, los postes se pueden emplamar insertando uno dentro del otro con un traslape mínimo de 20 cm, asegurando los costados con dos tornillos o remaches en cada lado.

Los largueros se deben colocar en el piso, techo e intersecciones con muros de carga, alineándolos perfectamente de acuerdo con los trazos, asegurándolos con clavos, tornillos u otros fijadores adecuados a distancias no mayores de 60 cm a ejes y a no más de 20 cm de los extremos de cada larguero.

2605 A.2.6 Colocación de paneles. El bastidor metálico se debe forrar con las placas de yeso o cemento ligero. La fijación de las placas debe ser por medio de tornillos autoinsertantes y autoperforantes (pijas). Los tornillos deben colocarse a cada 30 cm como máximo a ejes, a lo largo de los postes y largueros en el perímetro de la placa; y a cada 60 cm como máximo en los postes intermedios. Las uniones entre las placas no deben notarse y se tienen que cubrir perfectamente con pasta y malla o cinta de refuerzo.

En las esquinas se debe colocar un esquinero metálico formado por un ángulo de lámina galvanizada fijándolo mediante adhesivo de contacto o mecánicamente. El esquinero se debe cubrir con el mismo material empleado en las juntas. Cuando los extremos o bordes queden expuestos, como en las ventanas, el extremo se debe proteger con un ángulo metálico de las mismas dimensiones que el esquinero.

No se deben usar placas de yeso laminado en zonas de excesiva humedad o frecuente exposición al agua, a menos que estén perfectamente protegidas.

2605 A.3 Muros con paneles de poliestireno y poliuretano expandido, estructurados. Este tipo de muros tienen que ser anclados tanto al piso como a la losa, a través de varillas corrugadas debidamente empotradas y ubicadas de manera alternada en cada cara del panel. La distancia entre varillas de anclaje no debe ser menor a 0,30 m, al igual que su longitud.

En las uniones de paneles, debe colocarse malla de refuerzo para evitar agrietamientos. El aplanado se debe realizar en dos tiempos, y el espesor total del aplanado (sobre el refuerzo de malla) no debe ser mayor a 1,5 cm en cada cara.

2605 A.4 Muros divisorios de madera o aluminio. Los muros divisorios de madera deben ser de piezas moduladas construidas a base de tableros tipo tambor, y pueden ser combinados con aluminio o vidrio.

Los muros divisorios de láminas de madera comprimida deben tener 6 mm de espesor mínimo en tableros sencillos, o 32 mm de espesor si es tablero tipo tambor.

Se deben fijar primero los marcos, ya sean de madera maciza, tubular de lámina calibre 20 mínimo o de aluminio anodizado con una sección mínima de 44 x 44 mm. A continuación se deben colocar los portavidrios (de madera maciza o de aluminio anodizado con una sección mínima de 13 mm x 13 mm).

Estos tableros se completan con el cristal flotado claro, o plástico traslúcido de 3 mm de espesor mínimo; dejando una holgura a lo ancho y a lo largo de 3 mm por cada metro de longitud para expansiones y contracciones por cambios de temperatura. Los antepechos fijos o con persiana, pueden ser de vidrio o de plástico traslúcido de 3 mm de espesor mínimo.

SECCIÓN 2606 A
TECHOS

2606 A.1 Generalidades. La construcción de los techos de concreto hidráulico, ladrillos, tejas, láminas o madera, apoyados sobre elementos estructurales, debe ser realizada de acuerdo con el proyecto ejecutivo, las especificaciones que establezca la normatividad y las demás disposiciones aplicables.

Los techos colocados sobre estructuras de madera o

metálicas sobre la última losa con pendiente hasta del 3% y si se diseñaron como transitables, deben ser construidos con las especificaciones detalladas en el proyecto ejecutivo, la normatividad vigente y deben cuidar las recomendaciones del fabricante.

2606 A.2 Construcción de los techos transitables. Se construyen sobre la losa superior, acabados con llana de madera debiendo presentar una superficie con textura uniforme, sin abolsamientos huecos u orificios, ni agrietamientos; la losa debe estar descimbrada y tener una edad mínima de 15 días.

Sobre la losa se debe colocar un relleno de tezontle, tepetate o material ligero, apisonado hasta obtener las pendientes determinadas en el proyecto ejecutivo, las que no deben ser menores del 2% y que deben reconocer en las bajadas de agua pluvial.

SECCIÓN 2607 A
AZOTEA

2607 A.1 Rellenos y entortados. En las azoteas los rellenos y entortados se deben realizar con una pendiente hacia las bajadas de agua pluvial (BAP) del 2 % como mínimo en tableros no mayores de 100 m2, dejando juntas de dilatación en el enladrillado de 1,5 cm de espesor que posteriormente deben ser selladas formando tableros de no más de 20 m2. En las BAP se deben colocar charolas de plomo con tela de gallinero para sellar las tuberías a la losa.

El material de relleno en azoteas, debe estar seco al colocarse y no se debe rellenar en capas mayores de 20 cm y se debe compactar según lo especifique el proyecto ejecutivo.

Se debe extender sobre toda la superficie del relleno un entortado de mortero cemento, cal y arena, en la proporción y con tres centímetros de espesor mínimo indicado en el proyecto ejecutivo.

Cuando el entortado inicie la fisuración y antes del fraguado final, con plana de madera se debe aplicar un mortero de arena cemento para cerrar el agrietamiento y dejar una superficie uniforme, sin oquedades u ondulaciones.
Integralmente con la ejecución del entortado, se deben realizar los muretes, bases, chaflanes de pretiles o cualquier otro elemento que se apoye en la losa.

Los entortados deben quedar con las pendientes y parteaguas fijados en el proyecto, sin presentar contra pendientes ni depresiones.

Terminado el entortado, debe curarse durante un mínimo de 3 días.

2607 A.2 Enladrillado y chaflanes. El enladrillado se debe colocar en forma de petatillo, el ancho entre juntas no debe exceder de 8 mm y la superficie acabada debe quedar sin aristas. Durante la ejecución del enladrillado debe tenerse especial cuidado de verificar las pendientes y parteaguas fijados en el proyecto.

Los ladrillos, previamente humedecidos y limpios deben asentarse con mortero de cemento, cal y arena en la proporción indicada en el proyecto ejecutivo, formando tableros o cuadros de 15 metros cuadrados, con juntas de dilatación, que también se prevén en cualquier remate del enladrillado.

En las coladeras pluviales, el enladrillado debe llegar a una distancia de 3 cm del borde de la coladera, emboquillado con mortero de cemento y arena en la proporción diseñada en el proyecto ejecutivo, de manera que quede el emboquillado 1,5 cm. abajo del enladrillado y remate en el perímetro de la entrada a la coladera.

El enladrillado se lecharea y escobilla 24 horas después de terminado, con una lechada de cemento lo suficientemente fluida para que penetre en las juntas del enladrillado y selle la porosidad y fisuras de los ladrillos. Debe curarse durante un mínimo de 3 días.

El enladrillado, lechareado y escobillado, deben realizarse sobre una superficie limpia, sin ondulaciones o depresiones, piezas sueltas, rajadas o desprendidas, y con la pendiente establecida en el proyecto, que no debe ser menor del 2%.

Se deben colocar chaflanes en las azoteas de 10 cm como mínimo y con una inclinación de 45º. La lechada de cemento que se aplica sobre el enladrillado y chaflanes no debe formar una capa gruesa ya que formaría costras que se desprenderían.

Cuando se indique la aplicación de impermeabilizante, se debe realizar de acuerdo a las indicaciones del proveedor y se deben estipular por escrito las garantías ofrecidas.

2607 A.3 Impermeabilización. La impermeabilización debe realizarse antes de proceder a la colocación del enladrillado. Las bajadas pluviales, los remates de los pretiles, muretes, bases y cualquier otro elemento que se apoye en la losa deben ejecutarse de acuerdo al proyecto y normatividad vigente.

2607 A.4 Recubrimientos en cubiertas inclinadas. Generalmente las cubiertas inclinadas presentan una vista de su cara superior que forma parte de la fachada y por lo tanto, deben tener la pendiente debida y ser recubiertas con materiales estéticos adecuados definidos en el proyecto ejecutivo.

Se debe cuidar la pendiente proyectada en las cubiertas inclinadas (normalmente entre los 20 y 30 grados de inclinación o bien entre la proporción 3:8

y 4:7). Se debe aplicar impermeabilizante tipo APP vulcanizado en sitio, ideal para cubiertas de concreto ya que se coloca con soplete.

2607 A.4.1 Teja de barro, cerámica o sintética. Las tejas deben estar perfectamente fijas a la superficie de techo.

En cubiertas de madera se deben fijar las tejas con clavo galvanizado. En cubiertas de concreto se deben fijar las tejas con chilillo galvanizado afianzado con taquete expansivo. No se deben emplear adhesivos ni poliuretanos de ningún tipo para fijar tejas a cubiertas.

Las cubiertas recubiertas de teja deben estar perfectamente impermeabilizadas con los materiales adecuados a su tipo.

2607 A.4.2 Tejamanil asfáltico. Las láminas de tejamanil deben ser de fibra de vidrio mezclada con asfalto y arena, de colores y textura ya establecidos en el acabado del propio material.

En cubiertas de madera se deben fijar con tachuela galvanizada o grapa galvanizada sobre base impermeable de fieltro asfáltico y emulsión asfáltica a base de brea o chapopote.

SECCIÓN 2608 A
HERRERÍA

2608 A.1 Almacenaje. Los perfiles deben cumplir con los calibres de lámina especificados en el proyecto. Los elementos suministrados deben estar protegidos con pintura anticorrosiva, además todas las superficies en donde se haya aplicado soldadura deben estar perfectamente esmeriladas.

La herrería se debe almacenar en lugares que no estén expuestos a la lluvia, ni donde haya humedad, ya que los elementos se oxidan rápidamente en ese ambiente.

2608 A.2 Colocación. Para la correcta colocación de la herrería se deben dejar las preparaciones necesarias cuidando al máximo la verticalidad de la estructura, muros y boquillas. Las hojas móviles no deben presentar deformaciones y deben ajustar con precisión a los marcos.

Todas las anclas que se utilicen para fijar el marco a un muro deben tener un mínimo de 5 cm y debe haber al menos una en cada esquina. La separación entre marco y muro debe ser uniforme y menor de 1 cm.

2608 A.3 Instalación. El arrastre de las puertas debe ser de 0,5 cm, y la holgura máxima entre elementos fijos y móviles debe ser de 3 mm, si en el proyecto no se marca otra especificación más estricta. Los tornillos utilizados deben ser del mismo metal que el acabado del herraje. Las baguetas deben quedar perfectamente unidas a la ventana, o puerta, con un mínimo de dos tornillos autorroscantes pijas, pero no se deben dejar a una separación mayor de 50 cm.

En caso de utilizar perfiles tubulares cerrados, se deben preparar perforaciones para drenar.

2608 A.4 Cerraduras. Los herrajes deben ser seleccionados al azar para su revisión para comprobar la calidad y su funcionamiento.

Antes de colocar las cerraduras, los mecanismos deben estar debidamente lubricados con grasa grafitada. Se debe desechar el uso de aceites en general. Las cerraduras deben ser las especificadas en el proyecto y deben cumplir con la marca y tipo especificados.

2608 A.5 Acabados. Las baguetas, vidrios, y vinilo, deben colocarse después de haber terminado de aplicar la pintura definitiva en la herrería.

Se debe sellar y calafatear el perímetro del perfil tubular, tanto la parte interior como la exterior.

En el caso de muros de panel de yeso, se deben colocar almas interiores de madera en los lugares donde se vayan a sujetar las herrerías.

El proveedor debe facilitar dos juegos de llaves etiquetadas de cada una de las cerraduras colocadas.

2608 A.6 Recubrimientos. La herrería metálica debe colocarse antes de la segunda capa de aplanado. La herrería de aluminio debe colocarse después de terminado el aplanado. Se debe indicar al herrero cuando exista un recubrimiento de piedra en la fachada.

Al colocar la herrería en planta baja y alta, se debe verificar que los manguetes coincidan.

Se deben verificar las escuadras.

2608 A.7 Colocación. En toda colocación de herrería se debe ajustar la rigidez en las hojas de las ventanas y puertas.

Se deben probar las manijas, elevadores y portacandados. Las baguetas inferiores se deben soldar y las otras deben rematarse bien sin dejar huecos.

2608 A.8 Esmeriles y empalmes. Se debe verificar que las soldaduras estén esmeriladas de acuerdo con la normatividad y los empalmes a 45° bien hechos.

2608 A.9 Revisión. La lámina de los tableros no debe estar golpeada. Se deben probar los huecos de preparación de cerraduras. Se debe comprobar las holguras de puertas y ventanas.

SECCIÓN 2609 A
CARPINTERÍA

2609 A.1 Proyecto de carpintería. Antes de proceder a la fabricación de la carpintería, se debe tener acceso a la información para constatar que en el proyecto no se omitió ningún detalle.

2609 A.2 Ratificar la información. Se debe entregar la información completa y oportuna al proveedor con objeto de cumplir con el programa de obra. El proveedor debe ratificar o rectificar en la obra las dimensiones de lo contratado, antes de iniciar cualquier trabajo.

Se debe suministrar la madera, con la calidad y dimensiones especificadas en el proyecto y tratada contra polilla y hongos.

2609 A.3 Almacén. Se debe almacenar el material en un lugar donde no interfiera con ninguna otra actividad, en el que sólo el personal autorizado pueda tomarlo y debe estar almacenado en una zona fuera de peligro de incendio.

Se deben cumplir los lineamientos de protección contra incendios y contar con extinguidores de acuerdo con lo especificado en la **NOM-002-STPS-2000**. Esta medida es exigible cuando se manejen barnices y thinner, entre otros, que son materiales inflamables.

2609 A.4 Tratamiento a la madera. Para fabricar algún elemento de carpintería no se debe utilizar madera torcida o dañada.

Las dimensiones de los elementos fabricados con formica, lignoplay, fibracel entre otros, no debe variar en más de 1/10 de su espesor nominal.

Los elementos de madera se deben tratar con aceite de linaza antes de colocarlos, ya que este tratamiento los preserva de la humedad.

2609 A.5 Detalles en la instalación. Cuando las correderas de los cajones sean de guías de madera se debe aplicar parafina a las superficies de contacto para su mejor funcionamiento.

Las partes móviles de puertas, ventanas, cajones, etc. deben ajustar adecuadamente.

Debe tenerse el mayor cuidado con la colocación de los marcos de las puertas, ya que deben quedar perfectamente fijos para soportar el peso de las puertas.

2609 A.6 Apariencia en recubrimiento. Los clavacotes usados en el recubrimiento de cabezas de tornillos se deben colocar en el sentido de la veta de la madera, esto permite simular la fijación del elemento, dándole una mejor apariencia. Tan pronto se instalen las puertas, se les debe colocar su chapa y accesorios, cuidando de mantener cerrados con llave los locales para prevenir cualquier daño o pérdida.

2609 A.7 Certificación de lo solicitado. De existir duda en puertas o canceles que lleguen a la obra ya fabricados se debe solicitar el desmantelamiento de una puerta o tramo de cancel elegidos al azar para certificar que cumplen con lo contratado.

La holgura de las puertas en sus partes superiores y laterales deben tener como mínimo 2 mm y el arrastre de 5 mm. Los canceles y celosías no deben tener desplomes mayores a 1/300 de su altura.

2609 A.8 Muebles con cajones. En caso de tener closets, anaqueles u otros muebles con cajones, se debe comprobar la funcionalidad de los mismos. Todos los entrepaños de muebles deben estar soportados y nivelados correctamente.

La fijación de los canceles y celosías de madera se debe realizar conforme a lo especificado, revisando que ningún módulo o elemento quede suelto.

En los lambrines y plafones se debe usar madera desflemada y en los bastidores se deben utilizar tiras de madera de pino, además de que la superficie sobre la cual se coloque el bastidor debe estar seca y sin fisuras.

No se permiten alabeos mayores de 2 mm.

2609 A.9 Programa de instalaciones. Los pisos de madera se deben colocar después de los aplanados de yeso o mezcla y no antes. Los pisos de mosaico, mármol o terrazo que colindan con los de madera se deben instalar y se deben pulir antes de colocar los pisos de madera.

También se deben colocar antes las puertas y las ventanas con vidrios. La colocación del piso de duela se debe dejar con un 1 cm de separación perimetral con los muros, colocándose el zoclo especificado para tapar la junta y permitir la dilatación y contracción de la madera.

Para fijar la duela se deben utilizar clavos corrugados.

2609 A.10 Limpieza en el trabajo. El piso de duela, madera o parquet, no debe tener ondulaciones ni desniveles de ninguna clase. En la aplicación del barniz de acabado, no se deben manchar los herrajes, cerraduras ni jaladeras, para lo cual deben protegerse previamente con cinta adhesiva de papel crepado que tenga excelente adhesión al esmalte, lacas o papel y debe ser resistente a los solventes. De preferencia se deben barnizar los elementos antes de colocar los accesorios.

2609 A.11 Recepción de los trabajos. Para la recepción de los trabajos se debe verificar que ningún elemento

tenga grietas, pliegues, alabeos y la cara aparente de la madera no tenga defectos.

Asimismo, se deben entregar funcionando perfectamente todos los trabajos, debiéndose checar que toda la tornillería y herrajes estén completos. Al entregar las llaves de cerraduras y cerraduras éstas deben estar plenamente identificadas.

2609 A.12 Características. Todas las obras de carpintería deben ser durables, resistentes, seguras y funcionales. Las puertas exteriores deben ser a prueba de humedad, lluvia y radiación solar, por lo que se debe tener especial cuidado en la selección de la madera, selladores, tintas y barnices para que brinden la mejor protección posible ante el clima.

2609 A.12.1 Puertas de madera

2609 A.12.1.1 Holguras. La holgura admisible entre el marco y la puerta debe ser de 3 a 5 mm de luz.

2609 A.12.1.2 Cerraduras o manivelas. Las cerraduras de las puertas deben colocarse a una altura no menor de 0,95 m ni mayor de 1,05 m del nivel de piso.

Las cerraduras de las puertas que comunican hacia el exterior de la vivienda deben contar con cerraduras accionadas mediante llave.

2609 A.12.1.3 Espesor de puertas. El espesor mínimo de las puertas de madera debe ser de 4 cm.

2609 A.12.1.4 Rejillas de ventilación. Las puertas interiores en edificaciones que requieran de clima artificial deben contar en su parte inferior con rejillas de ventilación con una dimensión tal que permita el intercambio de aire para el buen funcionamiento de los equipos instalados. Lo mismo aplica para puertas de otro material diferente a la madera.

2609 A.12.1.5 Puertas exteriores. Por seguridad todas las puertas de madera que comuniquen hacia el exterior de la vivienda deben ser sólidas, macizas o entableradas.

Así mismo se debe prever el adecuado cierre de las puertas para evitar infiltraciones y fugas innecesarias de aire así como vibraciones e intrusión de polvo, humos e insectos haciendo uso de empaques en los topes y guardapolvos de arrastre o botaguas en la base.

2609 A.12.1.6 Colocación. Los marcos de las puertas deben estar perfectamente sujetos al vano de la pared. En muros de mampostería deben emplearse cuñas de madera ancladas en el muro o taquetes de presión y tornillos para madera (chilillos); no se permite el uso de clavos para fijar el marco directamente sobre el muro. Las bisagras goznes, pivotes o rieles deben ser suaves y silenciosos. Las puertas deben colocarse a nivel de tal manera que la acción de la gravedad no permita que se abatan por si mismas.

2609 A.12.1.7 Acabados en puertas. Todas las puertas deben acabarse con sellador, tinta, laca o pintura esmalte para garantizar su durabilidad y ahorro en su mantenimiento subsiguiente.

2609 A.13 Canceles de madera. La fijación de los canceles y celosías de madera se debe realizar conforme a lo especificado, revisando que ningún módulo o elemento quede sin la apropiada unión. Su grosor no debe exceder de 5 cm. No se deben emplear como elementos estructurales y deben tener un peso igual o menor de 150 Kg/m2.

2609 A.14 Holguras y acabados. Deben tener una holgura, a manera de junta expansiva, de 5 a 10 mm de luz con respecto a los elementos de sujeción ya sean firmes, losas, trabes, muros o columnas.

No deben estar sujetados con clavos y no deben recaer en vanos, ventanas ni alfombras. Todas los canceles de madera deben acabarse con sellador, tinta, laca o pintura esmalte para garantizar su durabilidad y ahorro en su mantenimiento.

2609 A.15 Closets de madera. El diseño de los espacios de clóset, debe incluir áreas para colgado de ropa, cajoneras, entrepaños, zapateras y espacios en general para el guardado de blancos y maletas, en la parte superior.

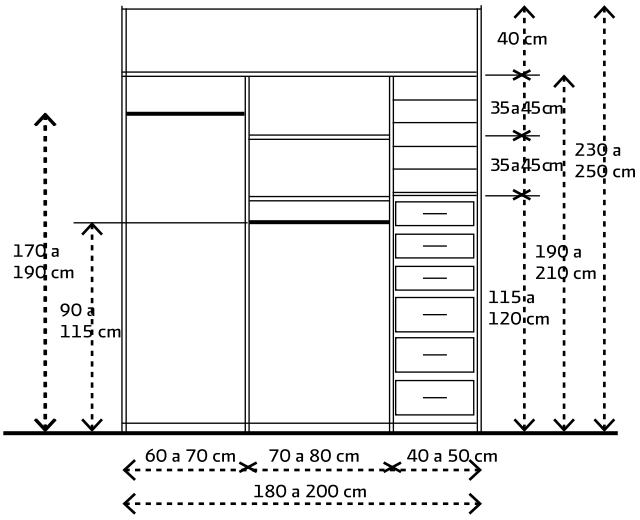
Para el cálculo de las dimensiones del clóset, se debe considerar lo siguiente:

Profundidad mínima de 60 cm.

Altura del tubo colgador de 0,9 m a 1,15 m para prendas cortas y de 1,7 m a 1,9 m para prendas largas.

Cajones de 40 a 60 cm de ancho y de 15 a 30 cm de alto.

Entrepaños de 35 a 45 cm de alto.



En muros de mampostería la colocación y fijación del clóset se debe hacer con taquetes de presión y chilillos. Se debe evitar el uso de clavos.

2609 A.16 Cajones. Los cajones deben tener jaladeras y deben instalarse de tal manera que puedan abrirse fácilmente, con suavidad y sin producir ruido.

Todos los elementos del clóset deben ser lisos, sin filos y acabados con sellador, tinta, laca o pintura esmalte o laminados para garantizar su durabilidad y ahorro en su mantenimiento.

2609 A.17 Alacenas de cocina. El diseño de las alacenas debe tomar en cuenta los espacios necesarios para alojar la estufa, fregadero, refrigerador, campana extractora y horno de microondas, así como alimentos y demás enseres propios para cocinar.

En muros de mampostería la colocación y fijación de alacenas se debe realizar con taquetes de presión y chilillos. Se prohíbe el uso de clavos para este fin.

Las puertas y cajones deben contar con jaladeras y deben instalarse de tal manera que puedan abrirse fácilmente, con suavidad y sin producir ruido. Los elementos de las alacenas deben ser lisos y acabados con sellador, tinta, laca, pintura esmalte o laminados para garantizar su durabilidad y ahorro en su mantenimiento.

PARTE 6
SUSTENTABILIDAD

6

PARTE 7
INSTALACIONES MECÁNICAS

7

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 28 - ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES MECÁNICAS

SECCIÓN 2801
CONSIDERACIONES GENERALES

2801.1 Alcance. Este capítulo regula instalación, mantenimiento, modificaciones e inspección de sistemas mecánicos instalados en forma permanente y que se utilicen para controlar las condiciones ambientales y procesos relacionados dentro de las edificaciones. Cubre también aquellos sistemas mecánicos, componentes de sistemas, equipos y aparatos específicamente contemplados aquí.

2801.2. Aplicación. Además de los requisitos de administración del Capítulo 1, las disposiciones administrativas de este capítulo también se deben aplicar a los requisitos mecánicos de los Capítulos 28 al 35.

SECCIÓN 2802
SISTEMAS MECÁNICOS EXISTENTES

2802.1 Ampliaciones, modificaciones o reparaciones. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones de un sistema mecánico, deben cumplir con lo requerido para un sistema mecánico nuevo sin que esto signifique que el sistema mecánico existente deba cumplir con todos los requisitos de esta sección. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones no deben hacer que un sistema mecánico existente sea inseguro, peligroso o esté sobrecargado. Tanto las ampliaciones, modificaciones, renovaciones como reparaciones menores a sistemas mecánicos existentes deben cumplir con las disposiciones para construcciones nuevas, a menos que tales obras sean hechas de la misma manera y disposición que en las del sistema existente y no sean peligrosas.

2802.2 Mantenimiento. Los sistemas mecánicos, tanto los existentes como los nuevos, y en ambos casos sus partes deben mantenerse en condiciones de operación apropiadas de acuerdo con su diseño original, en buenas condiciones de seguridad y de salubridad. Los dispositivos de seguridad requeridos por este Código deben continuar recibiendo mantenimiento en cumplimiento del código bajo el cual se instalaron. El propietario o el representante del propietario, deben ser los responsables del mantenimiento a los sistemas mecánicos. Cuando un DRO da su firma en un Visto Bueno de Seguridad y Operación, adquiere corresponsabilidad con el propietario. Para determinar el cumplimiento de esta disposición la autoridad competente tiene la facultad para hacer nuevas inspecciones a todo sistema mecánico cuando lo considere pertinente.

SUSTENTABILIDAD

CAPÍTULO 27 - SUSTENTABILIDAD

SECCIÓN 2701
CONSIDERACIONES GENERALES

2701.1 Alcance del capítulo. El presente capítulo tiene la finalidad de establecer lineamientos de diseño sustentable para toda la vivienda en México. Asimismo es el inicio de temas de sustentabilidad con una visión a largo plazo de generar un sistema de evaluación y certificación. Dentro de este capítulo se consideran aspectos que cuentan con normatividad vigente de respaldo en donde su cumplimiento debe ser obligatorio, asimismo se establecen recomendaciones de elementos, con la finalidad de que su utilización genere un diseño sustentable.

2701.2 Propósito. El propósito de este capítulo es realizar la homologación y estandarización de criterios mínimos de sustentabilidad estableciendo lineamientos destinados al diseño sustentable de las envolventes de una vivienda y a la selección e instalación de sistemas y equipos mecánicos energéticamente eficientes, servicios de sistemas para aprovechamiento de energías renovables, iluminación eficiente y natural, ahorro y tratamiento de agua, manejo de residuos y áreas verdes, con la finalidad de reducir los impactos negativos en el medio ambiente y los habitantes del mismo. No se pretende reducir los requisitos de seguridad y de salud ambientales dispuestos por otros códigos o normas aplicables.

SECCIÓN 2702
APLICABILIDAD

2702.1. Campo de aplicación. Las disposiciones de este capítulo deben ser aplicadas en todos los casos que se relacionen con el diseño y construcción de vivienda y desarrollos habitacionales. Las disposiciones establecidas en el presente capítulo en ningún momento pretenden contravenir lo establecido en la normatividad local, estatal o federal vigente.

2702.1.1. Excepciones. En viviendas históricas, no es obligatoria la aplicación de las disposiciones de este código, aplican las indicaciones del INAH.

2702.2 Usos mixtos. Cuando una edificación destinada a vivienda albergue otro uso, cada parte de la edificación debe responder a los requisitos del uso en ella albergado. Cuando un uso no ocupe más del 10 por ciento del área de cualquier piso de la edificación, el uso más importante debe ser considerado como el uso de la edificación.

2702.3 Referencia a otros documentos: Las normas, criterios y recomendaciones referidas en este documento deben considerase parte del CEV. Asimismo se debe observar lo establecido en la Parte X Referencias a Normas y Estandares Nacionales e Internacionales.

SECCIÓN 2703
SELECCIÓN DEL SITIO

2703.1 Propósito. El propósito de esta sección es establecer los requerimientos para una adecuada selección del terreno en donde se pretenda desarrollar vivienda, de modo de minimizar y mitigar los impactos ambientales inevitables por esta práctica y no exponer la seguridad de la edificación ni de sus habitantes, para lo anterior se debe cumplir con lo establecido en el **Capítulo 4 "Desarrollo urbano, conjuntos habitaciones, estructura urbana, lotificación y donaciones", del presente código**, en el cual se establecen los requisitos básicos para la evaluación y selección del predio.

2703.4 Suelos subutilizados. Se deben seleccionar preferentemente suelos subutilizados dentro de la mancha urbana tales como terrenos industriales o comerciales en desuso.

SECCIÓN 2704
DISEÑO Y DESARROLLO DEL SITIO

2704.1 Propósito. El propósito de esta sección es establecer los requerimientos para el diseño de un proyecto de desarrollo habitacional que minimice los posibles impactos al medio ambiente y proteja, restituya y mejore las características naturales y la calidad ambiental del sitio.

2704.2 Conservación de recursos naturales. El trazo de las vialidades, y la ubicación de las edificaciones en el diseño del proyecto, se deben proponer conservando al máximo la vegetación prioritaria.

2704.3 Erosión del suelo. Los cambios en la topografía del predio se deben minimizar con el fin de reducir los efectos de erosión del suelo a largo plazo. Algunas recomendaciones se enlistan a continuación:

- Evaluar el desarrollo en pendientes mayores al 15%.
- Usar terrazas, muros de contención, manejo de vegetación y técnicas de estabilización del suelo para reducir la erosión.
- Considerar los estudios hidrológicos y de estabilidad del suelo, en el diseño de áreas con pendientes.
- Alinear el diseño de las vialidades con la topografía del terreno, al máximo posible.
- Disminuir al máximo el tiempo de exposición del suelo removido o modificado durante la construcción.
- Construir redes de infraestructura utilizando zanjas compartidas según tipo de instalaciones.

2704.7 Manejo de aguas de lluvia y tormenta. El diseño del desarrollo del proyecto debe conservar al máximo las características naturales de escurrimiento y drenaje del agua de lluvia.

Tabla 2704.4.1. Uso recomendable del predio según características hidrológicas.

Identificación	Características	Uso recomendable
a) zonas inundables	zonas de valles partes bajas de las montañas drenes y erosión no controlada suelo impermeable vegetación escasa tepetate o rocas vados y mesetas	zonas de recreación zonas de preservación zonas para hacer drenajes almacenamiento de agua recargas de acuíferos
b) cuerpos de agua	vegetación variable suelo impermeable localización en depresiones	Almacenamiento temporal de agua para riego
c) arroyos	pendiente de 5% a 15% seco o semi-seco en estiaje con creciente con lluvias vegetación escasa fauna escasa susceptible a erosión	dren natural encauzarlo a determinado lugar
d) pantanos	clima húmedo semi-selvático pastizal acuático tierra muy blanda fauna variada	conservación natural
e) escurrimientos	pendientes altas humedad constante alta erosión	riego mantener humedad media y alta proteger erosión de suelos

2704.5. Manejo de edificaciones existentes. Si en el predio a desarrollar existen edificaciones o algún otro tipo de estructura, se debe buscar su reutilización y aprovechamiento, en caso de demolición se deben reciclar los materiales de construcción.

2704.6 Islas de calor. El diseño y desarrollo del sitio debe buscar la mitigación de los efectos de las islas de calor mediante:

- Uso de materiales porosos o reflejantes en pavimentos.
- Siembra, preservación y mantenimiento de árboles y vegetación.
- Empleo acabado reflejante en techos de las viviendas.
- Sombreado de espacios abiertos.

SECCIÓN 2705
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

2705.1. Generalidades. Se debe procurar que los materiales de construcción que se utilicen en la vivienda, en general, cumplan con las siguientes características:

• No contener contaminantes ni sustancias tóxicas que puedan perjudicar la salud, tanto para quien los fabrica, como para quien los instala y usa.

• Ser resistentes y poder ser reparados con medios locales.

• Ser renovables y abundantes, provenir de un origen y fabricación con efecto mínimo en el medio natural.

• No producir radiaciones naturales o inducidas.

• Tener buenas cualidades térmicas y acústicas.

• No contaminar electromagnéticamente.

• Generar pocos desperdicios y ser reutilizables o reciclables.

• Poderse reciclar en su uso original o tener un uso distinto.

2705.2. Certificación de materiales. Se debe procurar el uso de productos y sistemas de construcción que se encuentren regulados bajo normas y sean amigables con el medio ambiente considerando su ciclo de vida desde la extracción de materias primas hasta el fin de la vida del producto, que cuenten con el método de ciclo de vida del producto cumpliendo las normas **ISO-14040 al 49**, materiales con bajo impacto ambiental en su fabricación y que cuenten con la certificación de etiqueta ambiental de acuerdo al **ISO-14020 al 24**. Asimismo deben aplicar las siguientes Normas Mexicanas emitidas por el Sistema de Administración Ambiental:

• **NMX-SAA-14025-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Etiquetas y declaraciones ambientales – Declaraciones ambientales tipo III – principios y procedimientos."**

• **NMX-SAA-14040-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Análisis de ciclo de vida – Principios y marco de referencia"**

• **NMX-SAA-14044-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices".**

2705.3. Sistemas estructurales y de modulación. Se debe procurar el uso de sistemas constructivos estructurales y modulares con ventajas de mejora económica en materiales, mano de obra, tiempos de construcción y que minimicen los cortes y los desperdicios.

2705.4. Uso de componentes prefabricados. Se debe procurar el uso de componentes pre-cortados o pre-ensamblados que se encuentren bajo la regulación de una norma, para la construcción de techos, muros y/o superficies con el fin de hacer más eficiente el proceso de construcción.

2705.5 Acabados integrados al material. Se debe procurar la utilización de materiales que ofrezcan un acabado final uniforme como lo son: texturas, concreto con color, etc. El material empleado debe ser resistente al ataque de agentes agresivos del medio ambiente y contribuir a la disminución de los gastos de mantenimiento.

SECCIÓN 2706
ENERGÍA

2706.1 Propósito. Los criterios de esta Sección establecen las especificaciones que se deben seguir para la selección de tecnología y diseño de la vivienda que permita el uso eficiente de energía, diseño bioclimático, y aprovechamiento de las energías renovables.

2706.2. Sistemas de calefacción. Los equipos y aparatos de calefacción deben estar ubicados con respecto a la construcción de la edificación y a los otros equipos de manera tal que permitan su mantenimiento, servicio y reemplazo. Se deben mantener espacios libres que permitan la limpieza de las superficies de calefacción; el reemplazo de filtros, ventiladores, motores, controles y conectores de respiraderos; la lubricación de las partes móviles y los ajustes necesarios. Los equipos y aparatos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requerimientos de este CEV. Se debe observar lo establecido en la **Parte IX de Instalaciones Eléctricas.**

2706.3. Aire acondicionado. Se deben utilizar equipos de acondicionamiento de aire de alta eficiencia, cuyas características e instalación cumplan con lo establecido en las **NOM-011-ENER-2006 "Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido, limite, métodos de prueba y etiquetado"**, y **NOM-021-EER/SCFI-2008, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto**. **Límites, métodos de prueba y etiquetado".**

2706.3.1 Sellado de ductos y aberturas. Los ductos deben ser sellados para prevenir fugas de aire, particularmente en las conexiones al equipo y los aparatos de medición de aire, y para prevenir las fugas de calor entre la salida del equipo y los instrumentos de medición de temperatura, tal como lo establecen las normas: **NOM-011-ENER-2002, "Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido, limite, métodos de prueba y etiquetado" y NOM-021-EER/SCFI-2008, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado"**.

2706.3.2. Controles. Todos los sistemas de aire acondicionado deben incluir al menos un termostato para regular la temperatura, la cual debe cumplir con la **NMX-CH-013-1976, "Termostatos de ambiente de acción proporcional con rango de 12-28°C, para sistemas de aire acondicionado".**

2706.4. Envolvente térmica.

2706.4.1. Aislamiento. Todos los materiales utilizados para los aislamientos en techos y muros deben tener su resistencia térmica total (valor "R") calculada de acuerdo a lo establecido en la **NOM-018-ENER-1997, "Aislantes térmicos para edificaciones, características, límites y métodos de prueba".**

2706.4.2. Envolvente de vivienda. Se deben observar las especificaciones de resistencia térmica total (valor "R") que aplican a las envolventes de las viviendas en su interior de acuerdo a la zona térmica del país en que se ubiquen, cumpliendo con lo establecido en la **NMX-C-460-ONNCCE-2009, "Industria de la Construcción- Aislamiento Térmico, Valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la Republica Mexicana - especificaciones y verificaciones."**

2706.4.4. Vanos vidriados. Los vanos vidriados tales como: ventanas, puertas (que tengan más de la mitad de su superficie de vidrio) incluyendo los marcos, muros acristalados o cualquier hueco que permita el paso de la luz solar deben cumplir con los valores de transmitancia y resistencia térmica especificados en la **NMX-C-460-ONNCCE-2009, "Industria de la Construcción- Aislamiento Térmico, Valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la Republica Mexicana - especificaciones y verificaciones."**

2706.5. Calentador de agua. Los calentadores que se instalen en vivienda deben cumplir con los requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado establecidos en la **NOM-003-ENER-2000, "Eficiencia térmica en calentadores de agua para uso domestico y comercial, limites, método de prueba y etiquetado";** Así mismo para evaluar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua solares se deberá observar lo establecido en la **NMX-ES-004-NORMEX-2000, "Energía Solar - Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – Método de Prueba".**

2706.5.1 Calentador de gas de paso. Se deben instalar cumpliendo la eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial establecida en la **NOM-020-SEDG-2003, "Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial, requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado".**

2706.5.2 Sistema de calentamiento solar-gas de agua (híbrido). Se debe cumplir con lo especificado en la **Sección 2707.3 Calentador de agua solar, del presente capítulo.**

2706.6 Aislamiento de tuberías. Se debe procurar que las tuberías y accesorios para las líneas de agua caliente, ubicadas en el exterior de la vivienda estén cubiertos con material aislante.

2706.7 Sistema de iluminación de la vivienda. Se debe equipar el interior y exterior de la vivienda con lámparas compactas fluorescentes que cumplan con la normatividad para la eficiencia energética, establecida en la Norma Oficial Mexicana **NOM-017-ENER/SCFI-2008, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba".**

• Se deben instalar lámparas fluorescentes compactas autobalastradas con sello FIDE, de 20 W mínimo para interiores, y de 13 W mínimo para exteriores.

2706.7.1 Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en la vivienda. Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los diversos espacios de las viviendas, no deben exceder los valores indicados en la **Tabla 2706.7.1**

Tabla 2706.7.1 Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).

Espacio de la Vivienda	DPEA /W/m2)
Sala	14
Comedor	14
Sala-Comedor	16
Recámara	13
Estudio	16
Cocina	14
Pasillos	10
Escaleras	12
Patio interior	6
Alacena	12
Clóset	12
Estacionamientos cerrados	3
Áreas exteriores a la vivienda	1.8

2706.8 Sistemas de Iluminación en exteriores y vialidades. Se debe equipar con alumbrado público las vialidades, estacionamientos públicos abiertos, cerrados o techados de acceso a la vivienda, estableciendo los valores de densidad de potencia

eléctrica, los cuales deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-013-ENER-2004, "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas".**

Tabla 2706.8.1. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) exterior (W/m2)

Área a iluminar	DPEA /W/m2)
Estacionamiento abierto	1.8
Vialidades	0.52
Jardines	2

2706.9. Método de cálculo. La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de una vivienda nueva, ampliación o modificación de alguna ya existente, de las áreas consideradas por este código, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es:

$$\text{DPEA} = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}}$$

2706.10 Sensores. Se debe considerar la instalación de sensores de movimiento para controlar las luminarias exteriores de la vivienda.

2706.11 Diseño bioclimático. Las especificaciones de diseño bioclimático, permiten disminuir o evitar las necesidades de aire acondicionado o calefacción y en consecuencia favorecen el ahorro de energía y un mejor confort.

2706.11.1. Relación de ciudades por bioclimas.

1. **BIOCLIMA CÁLIDO SECO:** en esta zona se encuentran ciudades como, Monterrey, Culiacán, Gómez Palacio, la Paz y Torreón.

2. **BIOCLIMA CÁLIDO SECO-EXTREMOSO:** En esta zona se encuentran las ciudades de Mexicali, Hermosillo, Ciudad Obregón, Chihuahua, y Ciudad Juárez, entre otras.

3. **BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO:** En este bioclima se ubican ciudades de Cd. Victoria, Mazatlán, Colima, Mérida, Tuxtla Gutiérrez, entre otras.

4. **BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO:** Ciudades que se ubican en este bioclima son: Campeche, Manzanillo, Tapachula, Acapulco, Cozumel, Cancún, Chetumal, Villahermosa, Tampico, Veracruz y Villahermosa, entre otras.

5. **BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO:** Esta zona está presente en una parte muy pequeña del territorio nacional. Sin embargo en ella se encuentran localizadas ciudades como: Cuernavaca y Tepic, entre otras.

6. **BIOCLIMA TEMPLADO:** Se ubican en este bioclima las ciudades de Guanajuato, Chilpancingo, Guadalajara, entre otras, en este bioclima.

7. **BIOCLIMA TEMPLADO SECO:** Se ubican en dicho bioclima las ciudades Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Saltillo, León, Oaxaca, Tijuana, entre otras.

8. **BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO:** Ciudades en este bioclima: Zacatecas y Tulancingo.

9. **BIOCLIMA SEMIFRÍO:** Ciudades en este bioclima: Tlaxcala, Puebla, Morelia, México y Toluca.

10. **BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO:** Ciudades en este bioclima: Jalapa.

2706.11.2. Especificaciones de diseño para bioclimas.

2706.11.2.1. Especificaciones bioclimáticas para el diseño urbano.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Agrupamiento	-Espaciamiento entre edificios en sentido SE-NO, 1.7 veces la altura del edificio -Otras orientaciones lo más próximo posible para aprovechar las sombras proyectadas -Espacios exteriores diseñados como recintos donde se generen microclimas	-Tipo tablero de ajedrez -Espaciamiento entre viviendas -Mínimo 1 altura de las viviendas -En sentido de los vientos dominantes 3 veces la altura de la vivienda	-Tipo: tablero de ajedrez -Espaciamiento entre edificios -Mínima: una vez la altura de los edificios -En el sentido de los vientos dominantes tres veces la altura	-Que deje circular el viento dominante -Tipo tablero de ajedrez -Espaciamiento entre viviendas en el sentido de los vientos dominantes, tres veces la altura de las viviendas -Mínima, una vez la altura, perpendicular a los vientos	-Ubicar edificios más altos al N del conjunto, más bajos al S -Espaciamiento entre edificios 1.7 veces la altura de los edificios en el eje térmico -Mínimo una vez la altura de los edificios	-Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur -Ubicar viviendas altas al norte y de menor altura al sur -Viviendas alineadas con los vientos -Espaciamiento entre viviendas, óptimo 1.7 veces la altura de la vivienda -Mínima una vez la altura de la vivienda	-Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur -Ubicar viviendas más altas al norte del conjunto y más bajas al sur -Viviendas alineadas -Espaciamiento entre viviendas 1.7 veces la altura	-Evitar sombreado entre viviendas en orientación NS -Ubicar edificios más altos al N del conjunto y más bajos al S -Espaciamiento entre edificios al eje térmico 1.7 veces la altura	-Viviendas más altas al norte del conjunto, las más bajas al sur -Agrupadas entre sí para evitar pérdidas de calor y protegerse de vientos fríos -Espaciamiento entre las viviendas: Óptima en sentido norte-sur, 1.7 veces la altura de la vivienda -Mínima, una vez la altura
Orientación de los edificios	-Una crujía SE -Doble crujía N-S, con dispositivos de control solar en ambas fachadas	De una y doble crujía al sureste	-Una crujía: al eje eólico -Doble crujía: N-S no recomendable	-Una crujía al sureste -Doble crujía norte-sur, no se recomienda	-Una crujía SE -Doble crujía NE-SO (con dispositivo de control solar para las tardes en primavera)	-Una crujía sur-sureste -Doble crujía noreste-suroeste, con dispositivos de control solar	-Una crujía sur-sureste -Doble crujía noreste-suroeste, no se recomienda	-Una crujía rango S-SE -Doble crujía NE-SO, no se recomienda	-Una crujía sur-sureste -Doble crujía este y oeste, no recomendable

Espacios exteriores	-Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación caducifolia -Vegetación perenne como control de vientos fríos -Andadores: mínimas dimensiones, mínimo pavimento sombreado en verano, soleados en invierno -Acabados de piso: permeables	-Plazas y plazoletas sombreadas -Andadores angostos y sombreados -Acabados de piso permeables	-Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación perenne -Andadores: Mínimas dimensiones, mínimo pavimento; sombreados todo el año -Acabados de piso: permeables, que dejen pasar el agua al subsuelo	-Plazas y plazoletas amplias, sombreadas en verano, soleadas en invierno, abiertas a los vientos dominantes, como barreras vegetales al suroeste, oeste y noroeste -Andadores cubiertos, sombreados en invierno -Acabados de piso, antiderrapantes, buena pendiente	-Plazas y plazoletas: Sombreados en verano, despejados en invierno -Conformarlas con elementos naturales y construidos con fuentes de agua y con barreras vegetales para los vientos -Andadores: sombreados en verano, despejados en invierno -Acabados de piso: Materiales porosos y permeables	-Plazas, plazoletas y andadores, sombreados en verano -Acabados de piso, porosos que absorban y retengan la humedad	-Plazas y plazoletas despejadas en invierno, sombreadas en verano -Andadores amplios, despejados en invierno, sombreados en verano -Estacionamientos sombreados en verano -Acabados de piso permeables	-Plazas y plazoletas: despejadas en invierno, sombrados en verano -Andadores: amplios, despejados en invierno, sombreados en verano -Estacionamientos: sombreados invierno y verano -Acabados de piso permeables	-Plazas y plazoletas: Espacios cerrados por las viviendas y barreras vegetales contra vientos -Andadores: Protegidos con aleros o pasillos cubiertos -Acabados de pisos: Pesados
Vegetación	-Árboles de hoja caduca, en plazas y andadores. De hoja perenne en estacionamientos -Distancia entre árboles que den sombra continua -Arbustos: barreras de viento frío en plazas y andadores -Cubresuelos con mínimo requerimiento de agua	-Árboles de hoja perenne para plazas, plazoletas, andadores y estacionamientos -Arbustos como canalizadores de viento en plazas y plazoletas -Cubresuelos, especies con menor requerimiento de agua	-Árboles: de hoja perenne en plazas, andadores y estacionamientos. Distancia entre árboles que den sombra continua. Como barreras de nortes -Arbustos: como conductores de vientos -Cubresuelos: bajos en la dirección de los vientos	-Árboles en plazas y plazoletas como protección solar y canalizadores de vientos, hoja caduca al noreste. sur, perennes al noroeste-sureste y protección de estacionamiento. Arbustos en plazas y plazoletas, como canalizadores de viento -Cubresuelos, no hay requerimientos particulares	-Árboles: de hoja caduca para plazas y andadores -De hoja perenne para estacionamientos -Arbustos: como barreras de vientos fríos -Cubresuelos: especies con menor requerimiento de agua	-Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores -De hoja perenne para estacionamientos -Arbustos de hoja perenne, como barreras de vientos fríos en plazas, plazoletas y andadores -Cubresuelo de mínimo requerimiento de agua en plazas y plazoletas	-Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores -De hoja perenne como barreras de vientos fríos y nortes en estacionamiento -Arbustos de hoja perenne como barrera de vientos fríos -Cubresuelos con menor requerimiento de agua	-Árboles: de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores -De hoja perenne: como barrera de vientos fríos y nortes en estacionamiento -Arbustos de hoja perenne: como barrera de vientos fríos -Cubresuelos: con menor requerimiento de agua	-Árboles de hoja caduca: Para plazas y andadores -De hoja perenne: Para estacionamientos y como barreras de vientos -Arbustos en plazas y plazoletas, como barreras de vientos -Cubresuelos: no hay requerimientos particulares

2706.11.2.2. Especificaciones para el proyecto arquitectónico.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Ubicación en el lote	Muro a muro	Separada de las colindancias	Aislada	-Separada de las colindancias	Separada de las colindancias	Separada de las colindancias	Muro a muro	Muro a muro	Muro a muro
Configuración	Compacta, con patio	-Abierta, alargada -Óptima de una crujía	-Abierta, alargada, con remetimientos	Abierta, máxima exposición a los vientos	Compacta, forma óptima: cubo con patios	Compacta con patio	-Compacta -Forma óptima; el cubo	Compacta, forma optima: el cubo	-Compacta -Forma óptima; el cubo
Orientación de la fachada más larga	-Al eje térmico -De una crujía: SE -Doble crujía: N-S con dispositivos de control solar en ambas fachadas	-Fachada frontal a los vientos dominantes ara una crujía y doble crujía	Al eje eólico	Sureste	Compacta con patio	-Una crujía: SE -Doble crujía: NE-SO (Con dispositivos de control solar para las tardes en primavera)	Sur-sureste	-Sur-sureste evitando los vientos fríos de invierno -Doble crujía noreste-suroeste, no se recomienda	-S-SE evitando los vientos fríos de invierno -Doble crujía NE-SO, evitarlas

Localización de las actividades	-Estar, comer, dormir: SE -Cocinar: N, NE -Circulaciones, aseo: NO	-Estar, comer, dormir: SE -Cocinar: N, NE -Circulaciones, aseo: NO	-Estar, comer, dormir: SE -Cocinar: N, NE -Circulaciones, aseo: NO	-Sala, comedor, re-cámaras al sureste -Guardarropa, cocina, áreas de aseo y circulaciones al noroeste	-Estar, dormir, comer: SE -Cocinar: N Circular, aseo: NO-O	Comedor, sala y recámaras al sureste -Cocina, áreas de aseo y circulaciones al noroeste	-Come-dor, sala y recámara sur-sureste -Cocina al norte -Circulacio-nes y áreas de aseo al norte, noroeste y noreste	-Come-dor, sala, recámaras: al Sur-Sureste -Cocinar: al N -Circular, aseo: al N, NO, NE	-Sala, comedor, recámaras al sur-sureste -Cocina, guarda-rropa al norte -áreas de aseo y circulaciones al noroeste, oeste y suroeste
Tipo de techo	Plano con poca pen-diente	-Doble plano con fuerte pendiente -Doble cubierta con ventilación entre ambos -Dos aguas con aislante -Plano con pretil alto de celosía	Inclinado o diferentes niveles	Inclinado, cubierta con fuerte pen-diente	Plano	-Plano con relleno -Poca pen-diente	Plano	Plano	Inclinado -Con rápido desalojo de agua
Altura de piso a techo	Óptima 2.70 m, aceptable 2.50 m	2.5 m como mínimo	2.70 m. Mínimo	Máxima posible, 2.7 m	2.40 m	2.4 m	Entre 2.3 y 2.4 m	Mínimo po-sible 2.30m, 2.40m	2.3 m, mínima posible

2706.11.2.3. Especificaciones para el control solar.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Remetimientos y saliente en fachada	-Evitarlos en el edificio -Ventanas remetidas	-Que sombreen fachadas y den máxima exposición al viento -En todas las orientaciones	En todas las orientaciones	Evitarlos	Evitarlos	Evitarlos	Evitarlos	Evitarlos	Evitarlos

Patios interiores	Sombreados, con fuentes, espejos de agua y vegetación de hoja caduca para enfriamiento y humidificación	No se requieren	No se requieren	No se requieren	Con fuentes o espejos de agua y vegetación de hoja caduca	-Con vegetación y fuentes o espejos de agua	Como invernaderos con ventilación en primavera	Como invernaderos con ventilación	-No se requiere -Invernaderos secos adosados en orientación sur-sureste, con ventanas operables a los espacios interiores
Aleros	-En todas las fachadas -Fachada S, grande para evitar el soleamiento por las tardes, dominado con parteluces -SE, calentamiento directo en invierno y control en verano -SO, NO, combinados con vegetación	-En todas las fachadas -Al sur de mayor dimensión	-En todas las fachadas según gráfica solar. Para control solar de 9 a 15 hrs. -S-SE de mayor dimensión -SO-O-NO: Combinado con parteluces y vegetación -E: con control de ángulos solares bajos	-En todas las fachadas para proteger del sol y la lluvia -Fachada sur para protección solar en primavera y verano -Fachada norte, control solar de 9 a 15 horas, dejando pasar vientos. Al suroeste, oeste, noroeste completar con árboles de hoja perenne.	-En fachadas S para evitar ganancias directas en primavera y verano -En otras orientaciones combinados con parteluces y vegetación	-Combinados con parteluces y remetimientos en ventanas -Este-sureste dimensión que deje pasar el sol por las mañanas -Suroeste-oeste-noroeste dimensión que no deje pasar el sol todo el año	En ventanas de fachada sur para evitar sobrecalentamiento en verano	En aberturas de fachada S para evitar sobrecalentamiento en verano	No se requieren
Pórticos, balcones, vestíbulos	-Como protección del acceso -Pórticos, pérgolas con vegetación al S -Vestíbulos al N Techos verdes Como aislantes	Entre zonas habitables y el exterior	-En fachadas al eje eólico -Orientación: E, S, y SE, pórticos de control solar todo el año -NO-O-SO: combinados con parteluces, celosías, vegetación, etc.	-Se recomiendan en accesos -Pórticos en fachadas donde da el viento	-Invernaderos secos adosados en orientación sur-sureste, con ventanas operables a los espacios interiores	Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos	Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos	Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos	Espacio de transición entre el exterior y los espacios cubiertos

Tragaluces	-Orientados al S con control solar en verano	No se requieren	-Orientación N: Operables con dispositivos de control solar	-Orientados al norte con protección solar en verano -Evitar los horizontales	Control solar en verano y primavera	Con dispositivos de control solar y ventanas operables	Sólo en espacios de uso diurno en orientación sureste	Sólo en espacios de uso diurno en orientación SE	No se recomienda
Parteluces	-En fachadas E, NE O, NO, SO	En ventanas en orientación sureste, oeste, suroeste, combinados con aleros, persianas, pórticos, celosías, vegetación	-En fachadas E, O, SO, NO, combinados con vegetación	-Cuidando de no obstruir vientos	Combinados con aleros y vegetación en fachadas NE, E, NO, O	En ventanas con orientación suroeste-oeste-noroeste	En fachadas suroeste para evitar calentamiento en las tardes en primavera y verano	En fachadas SO para evitar calentamiento en las tardes en primavera y verano	No se requiere en ninguna orientación
Vegetación	De hoja caduca en todas las orientaciones. Muy densa en NE, E, SO, NO como control de ángulos solares muy bajos. SO, NO: árboles altos y densos -De hoja perenne: en orientación O y como barrera de vientos fríos	-Árboles altos, de follaje perenne para sombrear las vivienda y pavimentos en todas las orientaciones -De follaje denso en orientación suroeste, oeste, noroeste -Arbustos para control de ángulos de incidencia solar muy bajos evitando obstruir los vientos dominantes	-Árboles de hoja perenne, altos, densos para sombrear edificios y espacios exteriores durante todo el año en todas las orientaciones. En el eje eólico: que filtren el viento y no lo interrumpan -Arbustos para control de ángulos solares bajos al SO, O, NO, E, NE	-Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno, de hoja perenne al suroeste, oeste y noroeste -Arbustos para protección solar -No bloquear vientos	-Árboles: de hoja caduca en rango S o NO -Árboles: de hoja perenne en orientación N -Arbustos: para controlar ángulos solares bajos	-Árboles de hoja caduca al este-sur-oeste -De hoja perenne en orientación norte -Arbustos para controlar ángulos de altura solar muy bajos	-Árboles de hoja caduca al noroeste, oeste, suroeste y sur -De hoja perenne al norte -Para protección solar	-Árboles de hoja caduca: NO, O, SO, S -De hoja perenne: N y dirección vientos fríos y nocturnos -Control de ángulos de altura solar muy bajos	Evitar que se sombreen los muros en todas las orientaciones

2706.11.2.4. Especificaciones de la ventilación.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Unilateral	-Renovación del aire para condiciones higiénicas	-Con aberturas operables a ambos lados -Organización lineal de los espacios con ventanas en el mismo eje	No es recomendable	A cualquier orientación	-Con ventanas operables de buen sellado -Aberturas hacia patios interiores -Que el aire pase a nivel de los ocupantes	-Renovación de aire para condiciones higiénicas -Evitar vientos fríos de invierno	-Con protección de vientos fríos de invierno y nocturnos -Ventanas operables de buen sellado	-Con control de vientos fríos, nocturnos y de invierno -Con ventanas operables de buen sellado	-No hay requerimientos de orientación -Ventanas operables de buen sellado -Evitar vientos fríos
Cruzada	-Con ventanas operables que den a patios interiores y reciban los vientos de primavera y otoño -Controlar los vientos fríos de invierno	Cerrar los espacios abiertos de ventilación natural a la dirección de huracanes, ciclones	Óptima: En espacios habitables entre doble cubierta y entre piso y suelo	-Con ventanas a los vientos dominantes, operables a ambos lados	-No se requiere -Control de los vientos nocturnos y de invierno	-Con ventanas operables de buen sellado, orientadas para captar los vientos de verano, para enfriamiento y humidificación -La brisa pase a nivel de los ocupantes	-Mínima, que el aire pase por encima de los ocupantes -Evitarla	-Mínima: el aire pase por encima de los ocupantes -Evitarla	Evitarla
Otras	-Chimeneas eólicas -Turbinas eólicas (cebollas) -Captadores eólicos	-	-Inducida sifónica -Techumbre de succión	-	-	-	-	-	Indirecta por invernaderos secos

2706.11.2.5. Especificaciones para las ventanas.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Ubicación en fachada según dimensión	-Mínimas necesarias: en todas direcciones, Al S-SE para ganancia solar directa en invierno	-Máxima para captar los vientos -Mínimas para ventilación e iluminación en todas las fachadas -Evitar ventanas al suroeste, oeste y noroeste -Si se requiere acelerar la velocidad del aire, la salida debe ser 25% mayor entrada	-Máxima: al eje eólica -Mínimas: opuestas al eje eólico -Fachadas SO, O, NO, cerradas o vanos muy pequeños con control solar	-Máxima de donde viene el viento -Operables -De la mayor dimensión posible -El área de la ventana de salida 25% de entrada -Mínima en fachadas noroeste, oeste y suroeste	-Máxima: orientación E, SE, S para ganancia directa -Menor 80% de superación de muro -Mínimas: orientación N, NE, NO, O, SO	-Máximas (menor del 80 % de superficie del muro) en las orientaciones este-sur-sureste para ganancia solar directa -Mínima dimensión al norte, noreste, noroeste, oeste y suroeste	-Máxima al sur-sureste para ganancia solar directa -Mínimas en fachadas norte, noreste, noroeste y oeste, para evitar vientos fríos	-Máxima: (menor 80% de superficie de muro) Al eje térmico, rango S-SE para ganancia solar directa. -Mínimas: en fachadas N, NE, NO y O. En dirección a vientos fríos nocturnos de invierno	-Moderadas al sur-sureste, sin sombreados, 30 % superficie del muro -Mínimas en la orientación norte y noreste -Evitar grandes ventanales -Recomendables de doble vidrio o aislante
Ubicación según nivel de piso interior	En la parte media y baja del muro a nivel de los ocupantes	-En la parte media y baja del muro -Brisa sobre los ocupantes	-Al eje eólico en la parte del muro a nivel de ocupantes -Opuestas al eje eólica: en la parte alta del muro	-En la parte media baja del muro -Que el aire pase a nivel de los ocupantes	-Orientación E, SE, S en la parte media y baja del muro -Que el aire pase a nivel de los ocupantes -Orientación N, NE, NO, O, SO, en la parte alta del muro	-Este-sureste-sur a la altura del plano de las actividades -Norte y dirección de vientos fríos, por encima del plano de las actividades	-Horizontal en la parte alta del muro para iluminación y ventilación -Las partes operables por encima de los ocupantes	-Horizontales en la parte alta del muro para iluminación y ventilación -Las partes operables por encima de los ocupantes	-En la parte alta del muro para iluminación y ventilación -Que el aire pase por encima de los ocupantes

Formas de abrir	-Operables en espacios que den a patios y jardines de buen sellado -No deben usarse persianas en ninguna orientación	-Operables en todas las fachadas -Persianas, de abrir, pivote, celosías, de proyección o resbalón	-Abatibles de proyección, banderolas, persianas, celosías	Abatibles, corredizas de proyección, persianas	-Abatibles, corredizas, de proyección, etc. de buen sellado -No se recomiendan las persianas	-En orientación este-sureste-sur abatibles, corredizas de proyección -Norte-noreste-noroeste banderolas, etc. -En ambos casos de buen sellado y fácilmente operables	-Corredizas, abatibles, de proyección, con buen sellado -Persianas no recomendables	-Corredizas, abatibles, de proyección, de buen sellado -Persianas no recomendables	-Abatibles, corredizas, etc. De buen sellado -Evitar persianas
Protección	Mosquiteros, postigos exteriores	Mosquiteros	Mosquiteros: persianas, celosías	Mosquiteros	-Mosquiteros -Cortinas gruesas	-Cortinas gruesas -Persianas, postigos	-Evitar pérdida de calor -Cortinas gruesas, postigos	-Evitar pérdidas de calor -Cortinas gruesas, postigos	-Mosquiteros resistentes a la humedad -Cortinas gruesas, postigos, contra ventanas

2706.11.2.6. Especificaciones para materiales y acabados.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Techumbre	- Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas, lo más ancho posible -Cara exterior con materiales de baja densidad y conductividad térmica	-Con aislante térmico -Con ventilación, masivos -Sin ventilación y sombreados, ligeros de baja conductividad	-De poca densidad y baja conductividad -Doble cubierta con paso de aire entre ambas	-Masivos con aislamiento térmico en la cara exterior	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas, así como con baja conductividad para evitar las ganancias de calor	-De alta inercia térmica -Masivos con relleno	-Masiva, horizontal con relleno	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas	Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad

Muros exteriores	- Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas, con cámaras de aire o baja densidad -Cara exterior con materiales de poca conductividad térmica -Son recomendables los taludes y espacios semienterrados	-Con aislante térmico -Con ventilación, masivos -Sin ventilación y sombreados, ligeros y de baja conductividad	-De poca densidad y baja conductividad	Masivos	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas	-De alta inercia térmica-Masivos, ciegos en las orientaciones suroeste-oeste-noroeste	Masivos de alta inercia térmica	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas	Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad
Muros interiores y entrepiso	Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas	-Con aislantes térmicos -Con ventilación, masivos -Sin ventilación y sombreados, ligeros de baja conductividad	Ligeros, los muros de espesores mínimos son suficientes	Masivos	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas	Masivos	Masivos de alta inercia térmica	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas	Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad
Pisos exteriores	-Porosos que permitan la infiltración del agua al subsuelo	-Masivos -Deben permitir el paso del agua al subsuelo	Porosos	-Antiderrapantes con buena pendiente -Cerámicos, pétreos	-Materiales porosos que retengan humedad -Porosos, que permitan el paso del agua al subsuelo	Porosos que absorban y retengan la humedad, permeables	Permeables que permitan la infiltración de agua al subsuelo	Porosos que permitan la infiltración de agua al subsuelo	Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad
Color y textura de acabados exteriores	-Techos y muros de alta reflectancia -Colores: blanco y aluminio -Textura: lisa	-Muros y techos de alta reflectancia -Color, blanco, o aluminio brillante -Textura lisa	-Techos y muros con alta reflectancia -Colores: claros -Textura: lisa	No hay requerimientos especiales	-Techos y muros en orientación E, S, O, de baja reflectancia -Color: oscuro -Textura: rugosa	-Techos y muros en orientación este-sur-oeste, de baja reflectancia -Color oscuro -textura rugosa	-Techos y muros del este-sur-oeste con color y textura de baja reflectancia -Color oscuro -Textura rugosa	-Techos y muros en el E-S-O: color y textura de baja reflectancia -Color: oscuro -Textura: rugosa	_Techos de baja reflectancia, oscuros, tejas de barro -Muros de baja reflectancia -Colores medianos -Textura rugosa

2706.11.2.7. Recomendaciones para el uso de la vegetación.

2706.11.2.8. Recomendaciones para el uso de sistemas complementarios de climatización.

ESPECIFICACIONES	BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y EXTREMOSO	BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHÚMEDO	BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO	BIOCLIMA TEMPLADO	BIOCLIMA TEMPLADO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO	BIOCLIMA SEMIFRÍO	BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO
Equipos auxiliares de climatización	-De calentamiento convencional que complemente el diseño bioclimático -Sistemas de enfriamiento mecánico, para las épocas más crudas del verano	Ventilación mecánica	Extracción mecánica del aire y humedad, para los momentos de máximo calor (verano)	Ventiladores eléctricos de plafón	No se requieren	No se requieren	No se requieren	No se requieren	No se requieren

SECCIÓN 2707
ENERGIA RENOVABLE

2707.1 Derecho al sol. La primera condición para que la vivienda tenga el concepto sustentable, en especial por el aprovechamiento de la energía solar, de forma pasiva (diseño bioclimático) y/o con dispositivos de conversión energética, como colectores solares de agua o fotovoltaicos, es garantizar que en los terrenos aledaños al oriente, sur y poniente no se erijan con posterioridad construcciones obstructivas al paso de los rayos solares que aprovecha la vivienda.

Esto se garantiza, a través del "Derecho al sol" de común acuerdo o forzado por este Código, entre los propietarios de lotes vecinos. Acuerdos que se integran al título de propiedad y se adicionan en el Registro Público de la Propiedad, son automáticamente transferibles y solo se extinguen al dejar de existir o de usarse, los elementos arquitectónicos o dispositivos de aprovechamiento de la energía solar.

El "Derecho al sol" puede implicar el pago de una indemnización al propietario del terreno afectado, por lo que es necesaria en la regulación urbana, para zonificar y tipificar las construcciones cautelando el derecho de todos al acceso a la energía solar.

El derecho de acceso a la energía solar, se constituye y estructura en general, según la descripción siguiente:

1. Constituye un derecho de propiedad, pero no son causales de expropiación a un tercero.

2. Es un acuerdo vinculatorio entre dos propietarios con terrenos adyacentes, uno como "beneficiario" y el otro como "afectado", que es sancionado por una autoridad Municipal e integrado en el Registro Público de la Propiedad.

3. Este acuerdo persiste aun cuando los terrenos en cuestión cambien de propietarios, es decir, se transmite con el título de propiedad.

4. Este derecho es inalienable, por lo que no puede existir convenio alguno que limite o restrinja el aprovechamiento de la energía solar en una propiedad.

5. Este derecho se extingue de una propiedad, si:

5.1. Si en un plazo de 50 años no se construye la edificación a ser cautelada en su acceso a la radiación solar.

5.2. Si en un plazo de 50 años, las instalaciones de aprovechamiento solar han dejado de utilizarse.

5.3. Si tales instalaciones han sido demolidas o desmanteladas y no se renuevan en función de nuevas instalaciones.

5.4. Generalmente se establece cuando el propietario de un terreno ha construido o pretende edificar, una construcción con aprovechamiento de la energía solar y pretende asegurarse del acceso continuo e irrestricto a la radiación solar durante la vida útil de su instalación.

6. No se crea un derecho automático a la radiación solar, sino que promueve que las partes lleguen a un acuerdo voluntario que es exigible por la Ley.

7. Si tal acuerdo no es logrado voluntariamente por las partes, este debe ser solicitado ante la Autoridad Regulatoria Municipal, para que se conceda tal "derecho al sol" lo que puede implicar el pago de una indemnización al terreno "afectado" por parte del dueño del terreno "beneficiado"

8. El "derecho al sol" sobre un terreno "afectado" puede disminuir su valor comercial, pero no elevar el valor del terreno "beneficiado", de ahí el pago de indemnización.

9. La indemnización se restituye al extinguirse el "derecho al sol" o la radiación solar.

10. Las prohibiciones al aprovechamiento de la energía solar solo se pueden referir a viviendas con valor histórico o arquitectónico, cuyas envolventes no deben ser alteradas.

11. Se constituyen Comités Municipales para regular el uso del suelo y sancionar los permisos creando derechos solares.

12. Estos Comités reguladores pueden restringir el desarrollo de construcciones u otro tipo de obstáculos que restrinjan el acceso al sol de otros terrenos aún sin construcciones.

13. Los derechos de paso a la radiación solar son considerados un "derecho negativo" y pueden ser adquiridos por prescripción, deben ser expresamente negociados entre las partes.

14. La Ley de Derecho al Sol, generalmente incluye previsiones que permiten a los gobiernos municipales crear sus propias ordenanzas y reglas de uso del suelo, relativos a la protección de derechos solares para todos.

15. Los acuerdos bilaterales estipulan también los términos de la extinción de dicho "derecho al sol".

2707.2 Derecho al viento. Tratándose de la energía eólica el tratamiento es semejante, pero en este caso no se trata de un derecho de paso o acceso forzoso en una zona urbana, donde la densidad de construcciones lo amerita, sino para un ambiente rural donde un flujo de viento sea aprovechado con fines de autoabastecimiento energético o producción independiente y dicho flujo sea legalmente protegido, previniendo que dentro de una distancia crítica no sean agregados elementos obstructivos como edificaciones, filas de árboles o cualquier otro medio artificial o natural que disturbe el flujo de viento energéticamente aprovechado.

2707.3 Calentador de agua solar. Se deben instalar en los siguientes bioclimas: semifrío seco, semifrío, semifrío húmedo, templado seco, templado, templado húmedo. Se debe cumplir con las especificaciones para determinar el ahorro de gas L.P. en sistemas de calentamiento de agua que utilizan la radiación solar y el gas L.P., emitido por la Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía". Los colectores solares deben cumplir con la Norma **NMX-ES-001-NORMEX-2005. "Energía solar- rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- métodos de prueba y etiquetado".**

I.- Características del colector. Los colectores solares deben portar una etiqueta o calcomanía en algún lugar visible del producto, que incluya por lo menos la siguiente información:

1. Modelo, marca; área de apertura;

2. Presión máxima de operación; flujo del fluido recomendado;

3. Una tabla que muestre, para diferentes usos del colector solar, la temperatura típica de operación, el calor útil y la capacidad de calentamiento; la ecuación de eficiencia térmica;

II.- Características del termotanque. En el caso de utilizar termotanque, éste debe cumplir con las siguientes especificaciones:

1. Tener preferentemente las características técnicas recomendadas por el fabricante del colector solar.

2. Contar con el aislamiento adecuado para su funcionamiento.

3. Contar con un sistema de alivio de presión, sistema de protección contra acción catódica de ser metálico, termómetro y sistema de purga o drenado.

III.- Instalación del colector. Para la instalación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se debe observar que:

1. El sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar se instale de manera ordenada, de modo que se permita la adecuada accesibilidad para limpieza y mantenimiento.

2. El diseño óptimo de los soportes de los colectores, así como el anclamiento adecuado de sus partes, también se debe considerar la fijación y conexión de tuberías, que permitan en su conjunto brindar seguridad estructural a la instalación solar.

3. El diseño hidráulico, térmico, mecánico, así como de toda la instalación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la

energía solar, deben cumplir con las condiciones establecidas en el Reglamento de Construcciones de la localidad; Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo; Reglamento de la Ley Ambiental correspondiente; Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano que aplique; Reglamento de la Ley de Protección Civil para localidad; así como con el resto de la normatividad aplicable.

IV.- Operación del colector. Para la operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se debe observar que:

1. Los sistemas de circulación forzada cuenten con sistemas de control automático.

2. El diseño del sistema e instalación resultante garantice los mecanismos automáticos que permitan optar de manera segura y sin riesgo, ya sea por el modo de operación como un precalentamiento del agua que va a entrar en una caldera u otro sistema de calentamiento convencional, o bien permitir el paso del agua calentada directamente al uso, sin tener que pasar por los dispositivos de calentamiento de tipo convencional, cuando las condiciones de uso, insolación y clima así lo hagan más conveniente, de modo que se obtenga un mayor ahorro de energía.

V.- Seguridad. Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deben emplear sistemas de circulación forzada cuando el área necesaria sea mayor. Los propietarios de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, deben asegurar la adecuada operación de los mismos, y llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente en tiempo y forma de acuerdo con el ANEXO I del presente capítulo.

2707.4 Sistema de paneles fotovoltaicos. En el caso de instalar celdas fotovoltaicas en la vivienda para la generación de electricidad, se debe observar lo previsto en el contrato de interconexión para fuentes de energía solar en pequeña escala que permite la Ley, emitida por la Secretaria de Energía y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio del 2007, el cual basa sus lineamientos en lo establecido en la "Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica"; asimismo se debe observar lo establecido en la "Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética".

2707.4.1.- Principio de operación del sistema fotovoltaico interconectado a la red. El principio de funcionamiento del sistema fotovoltaico comienza con la captación de la luz solar mediante un arreglo de paneles fotovoltaicos, dispuestos en forma inclinada, sobre el techo de la vivienda. El panel fotovoltaico transforma de manera inmediata la luz solar en electricidad de corriente directa (energía CD), pasa por un medio de desconexión (desconectador de fusibles) y llega a un inversor (Inversor CD/CA), el cual transforma la corriente directa en corriente alterna (energía CA) para su utilización en vivienda, donde una vez convertida, se conecta por medio de una protección termomagnética al centro de carga principal de la vivienda.

Una vez dadas las conexiones propias del sistema fotovoltaico, se consideran dos formas de operación del sistema fotovoltaico, la operación activa y la operación pasiva.

• La operación activa es durante el día, cuando existe radiación solar disponible y funciona enviando la energía que recibe al centro de carga, por lo que parte de la energía captada por el sistema fotovoltaico se utiliza en la carga conectada y el resto de la energía, si es que existe, se le considera excedente y se inyecta a la red pasando a través del medidor bidireccional de la CFE.

• La operación pasiva del sistema fotovoltaico ocurre por lo general en la noche cuando no existe radiación solar que convertir, por lo que, no existe aportación por parte del sistema fotovoltaico a la red y la vivienda consume electricidad de la red del sistema eléctrico, suministrada por la CFE.

2707.4.2. Componentes de un sistema fotovoltaico. El sistema de paneles fotovoltaicos está compuesto por un conjunto de paneles solares, un inversor, cableado y un medidor bidireccional el cual es proporcionado por la compañía suministradora, en este caso la Comisión Federal de Electricidad.

2707.4.2.1. Modulo fotovoltaico. Este aprovecha la radiación solar para convertirla en energía. Los módulos fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, estas celdas dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del Sol y hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas, la cual es enviada a través de conductores para su conversión.

2707.4.2.2. Inversor. El inversor es utilizado para convertir la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna y de esta manera poder ser utilizada en la vivienda o bien, inyectada a la red eléctrica.

2707.4.2.3. Medidor bidireccional. El medidor bidireccional a diferencia de los medidores convencionales, pueden medir la energía en dos sentidos: la energía consumida "energia recibida" y energía que se aporta a la red.

2707.4.3.- Procedimiento de instalación del sistema fotovoltaico. Para el proceso de instalación, se

realizan las actividades por separado, uniéndolas al final por medio de las conexiones eléctricas propias del sistema.

2707.4.3.1. Instalación de los módulos fotovoltaicos. Se recomienda que los módulos fotovoltaicos sean instalados sobre una estructura metálica en el techo de la vivienda.

2707.4.3.2- Instalación del inversor. Se recomienda que el inversor sea colocado en la parte posterior del medidor, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, montado en un murete que se debe construir especialmente para su soporte. Se recomienda que este equipo esté alojado en un gabinete metálico con el fin de protegerlo de precipitaciones pluviales y de exceso de polvo.

2707.4.3.3- Instalación del medidor bidireccional. La instalación del medidor bidireccional corre a cargo de la compañía sumistradora, dado que el medidor forma parte de su inventario físico valorizado.

2707.4.3.4- Conexión eléctrica del sistema. La conexión del sistema fotovoltaico se debe realizar con los materiales misceláneos, propios del sistema.

SECCIÓN 2708
EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

2708.1 Consideraciones generales. Se indican las especificaciones para el abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada en la vivienda, para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras. Se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO II** del presente capítulo, para la selección y desarrollo del proyecto.

2708.2. Abastecimiento de agua. Es obligación de la autoridad correspondiente dotar de agua que garantice el cumplimiento de la norma **NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"**, en el caso de que el servicio sea otorgado por el desarrollador, éste debe garantizar el cumplimiento de la norma anteriormente indicada.

2708.3. Red de distribución de agua potable. Se debe cumplir con las especificaciones y métodos de prueba de acuerdo a los establecido en la **NOM-013-CNA-2000, "Redes de distribución de agua potable - Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba".**

La red debe contener la incorporación de elementos y prácticas de operación y mantenimiento para asegurar la no mezcla accidental de las distintas calidades de aguas mediante diseños probados y verificados periódicamente, con letreros alusivos, colores de identificación, prácticas operativas (sectorización adecuada), manuales de operación y mantenimiento.

2708.3.1. Hermeticidad de la red. Los elementos que integran la red deben resistir garantizar hermeticidad, mediante una prueba de presión hidrostática, de acuerdo a lo establecido en la **NOM-013-CNA-1995, "Redes de distribución de agua potable - Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba".**

2708.4. Tomas Domiciliarias. Las tomas domiciliarias instaladas deben cumplir con lo establecido en la **NOM-002-CNA-1995, "Toma domiciliara para abastecimiento de agua potable – especificaciones y métodos de prueba"**. Se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO III** del presente capítulo para el desarrollo del proyecto; asimismo se debe observar lo establecido en el **Capítulo 6 Ingeniería Urbana.**

2708.4.1. Medidores. Se deben instalar medidores de volumen separados e identificados con etiquetas y colores para cada tipo de agua que cumplan con las especificaciones de la **NOM-012-SCFI-1994, "Medición de Flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - medidores para agua potable fría – especificaciones".**

2708.4.2. Hermeticidad de la toma domiciliaria. Los elementos que integran la toma domiciliaria deben resistir y garantizar hermeticidad, mediante una prueba de presión hidrostática, de acuerdo a lo establecido en la **NOM-002-CNA-1995, "Toma domiciliara para abastecimiento de agua potable – especificaciones y métodos de prueba".**

2708.5. Uso de agua en el interior de la vivienda.

2708.5.1 Instalaciones hidrosanitarias intradomiciliares. En esta sección se trata lo relativo a la ingeniería de diseño, al proceso de construcción y las características finales que las instalaciones intradomiciliares de utilización del agua deben tener para facilitar el uso racional del agua. Se debe observar lo establecido en el **Capítulo 6 Ingeniería Urbana.**

2708.5.1.1. Proyecto de Instalación. El proyecto ejecutivo debe ser debidamente diseñado y aprobado por la autoridad competente, el organismo operador y el responsable de la operación del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado. Así mismo se deben especificar el empleo de tubería y accesorios debidamente certificados con una norma de producto (NMX) y su respectiva prueba hidrostática.

2708.5.2 Redes de tuberías y accesorios.

2708.5.2.1. Agua caliente y fría. Se debe proveer de agua caliente y fría, en las viviendas que cuenten con: fregadero de la cocina, lavabo, regadera, tina, bidet, lavadora de ropa y máquina lavavajillas.

2708.5.2.2. Distancia entre calentador y la llave. Se debe considerar que la distancia máxima de la tubería de agua caliente entre el calentador de agua y los accesorios en la cocina y baño sea de 12 m como máximo.

2708.5.2.3. Separación de redes. Se debe considerar separar las redes internas proyectando y ejecutando la recolección y conducción de las aguas negras, jabonosas y pluviales en tuberías y albañales separados dentro del predio, dotando de agua potable de primera mano solamente a los muebles que están en contacto directo con el humano como son fregadero de la cocina, lavabo, regadera, tina, bidet, lavadora de ropa y máquina lavavajillas. La red separada para la alimentación y las descargas de los inodoros y mingitorios, debe utilizar agua tratada de reuso o pluvial. Se debe efectuar el marcado y etiquetado de las distintas redes de alimentación de manera inequívoca.

2708.5.3. Muebles sanitarios y electrodomésticos. Todos los muebles sanitarios deben ser conectados a sistemas aprobados de suministro de agua y de eliminación de aguas residuales.

2708.5.3.1 Regaderas. Se deben instalar regaderas grado ecológico, que cumplan con lo establecido en la **NOM-008-CNA-1998, "Regaderas empleadas en el aseo corporal – Especificaciones y métodos de prueba"**, de acuerdo a la modificación en el Diario Oficial de la Federación con fecha 21 de Julio del 2009.

2708.5.3.2 Inodoros. Se deben instalar inodoros con consumo máximo de 5 litros por descarga que cumpla con la **NOM-009-CNA-2001, "Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba"**, de acuerdo a la modificación en el Diario Oficial de la Federación con fecha 03 de Julio del 2009, asimismo se debe observar lo establecido en la **NOM-010-CONAGUA-2000. "Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro – especificaciones y métodos de prueba" y NOM-005-CONAGUA-1996, "Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba".**

2708.5.3.3. Calentador de agua. Se debe cumplir con lo establecido en la **Sección de Energía en el punto 2707.3. del presente capitulo.**

2708.6. Sistema de riego. Se debe procurar el riego de áreas verdes y vegetación de patios y jardines de cada vivienda mediante la instalación de llaves de jardín en rosca; evitando el riego a chorro directo de la manguera y así optimizar el uso del agua, instalando artefactos de riego tales como pistolas aspersores o rehiletes ahorradores de agua.

2708.7. Manejo de agua pluvial. El desalojo y evacuación de las aguas pluviales debe realizarse a través de redes diseñadas hidráulicamente eficientes para que cada uno de los elementos que las conforman cumpla su función y evite generar problemas de saneamiento parcial o total de sus áreas de influencia. Para el diseño y construcción se debe observar lo establecido en el **capítulo 42 "Drenaje Sanitario"**, asimismo se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO IV** del presente capítulo.

2708.8 Recarga del acuífero reinyección e infiltración. Para realizar la recarga del acuífero por reinyección e infiltración se debe aplicar a obras planeadas de recarga artificial tanto nuevas como existentes, que aprovechen aguas residuales y pluviales para este propósito y cuya función sea almacenar e incrementar el volumen de agua en los acuíferos para su posterior recuperación y reuso lo establecido en la **NOM-014-CONAGUA-2003, "Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada".** En los casos que se haga la reinyección al acuífero mediante la captación de agua pluvial se debe observar lo establecido en la **NOM-015-CONAGUA-2007, "Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua."**

SECCIÓN 2709
AGUA RESIDUAL

2709.1. Red de atarjeas. Las redes de alcantarillados deben ser tales que capten las descargas domiciliares de manera que las aguas no se mezclen o se infiltren al subsuelo facilitando así su posterior tratamiento y disposición final, observando lo establecido en la **NOM-001- CNA-1995 "Sistema de Alcantarillado Sanitario – Especificaciones de hermeticidad."**; asimismo se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO V** del presente capítulo.

2709.2. Descarga domiciliaria. En lo relativo a la conexión de cada predio individual a la red de alcantarillado se debe cumplir con lo establecido en la **NOM-001- CNA-1995 "Sistema de Alcantarillado Sanitario – Especificaciones de hermeticidad.";** asimismo se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO VI** del presente capítulo.

2709.3. Tratamiento de agua. Antes del vertido de las aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal o de su disposición final en los cuerpos de agua nacionales se deben someter a algún tipo de

tratamiento, para lo cual se debe observar lo establecido en **NOM-001-SEMARNAT-1996 "Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales"** y la **NOM-002-SEMARNAT-1996 "límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado"**. Asimismo para obtener agua tratada, con la calidad suficiente, para utilizarse en el riego de jardines o para el llenado de los tanques de los inodoros se debe cumplir con la **NOM-003-SEMARNAT-1997 "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicio al público"**. Para el proyecto e instalación de plantas de tratamiento de agua, se debe observar lo establecido en el **ANEXO VII** del presente capítulo.

2709.4. Reutilización de aguas grises. La reutilización de las aguas inicialmente suministradas por la red de agua potable, se considera prioritario ya que su efecto es multiplicador y con influencia en otras variables como el consumo de energía. Se debe verificar con la autoridad competente de cada sitio y la normatividad correspondiente. Para la realización del proyecto se deben observar las recomendaciones establecidas en el **ANEXO VIII** del presente capítulo.

SECCIÓN 2710
MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

2710.1. Propósito. En esta sección se establecen la clasificación y las especificaciones de manejo de los residuos tanto de la vivienda como de la construcción para optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada.

2710.2. En el conjunto. Se debe realizar la separación de residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos, dentro de las viviendas. Estos residuos sólidos, deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien aquellos residuos sólidos valorizables se deben llevar directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje. Dicha separación se debe realizar conforme a lo establecido en la **NOM-052-SEMARNAT-1993, "Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos".**

La autoridad correspondiente, en el marco de sus respectivas competencias, debe instrumentar los sistemas de depósito y recolección separada de los residuos sólidos, así como de aprovechamiento, tratamiento y disposición final, de conformidad con lo señalado y en el programa de gestión integral de los residuos sólidos correspondiente.

2710.2.1. Espacio para separación de residuos para reciclado. Se debe procurar equipar con espacios y mobiliario para la separación de los residuos, orgánicos e inorgánicos (según la normatividad aplicable), con señalización y tamaño de acuerdo al tipo de residuos que deben ser depositados para la separación de los residuos.

2710.2.2. Recolección de residuos sólidos. Todo generador de residuos sólidos tiene la obligación de entregarlos al servicio de limpia. Las viviendas y unidades habitacionales deben disponer de contenedores para el depósito de residuos sólidos de manera separada conforme a lo establecido, en aquellos sitios que por su difícil accesibilidad o por su demanda así lo requiera, procediendo a su recolección. Asimismo, los generadores de residuos sólidos a los que se refiere esta sección tienen la obligación de trasladar dichos residuos hasta el sitio que se determine para prestación del servicio de recolección.

2710.3. Disposición de residuos de la construcción (plan de manejo de residuos de la construcción). Se debe procurar contar con un plan de manejo de residuos, en el cual se especifique:

- Separación en la fuente
- Recolección y transporte
- Aprovechamiento (reutilización y reciclaje)
- Disposición final

Los generadores de residuos de la construcción se clasifican de acuerdo con la **Tabla 2710.3.1**

Tabla 2710.3.1 Categoría y requerimientos ambientales de los generadores de residuos de la construcción de acuerdo a su generación:

Categoría	Requerimientos
Mayor o igual a 7 m3	• Presentación de plan de manejo de residuos de acuerdo a lo establecido por las disposiciones jurídicas aplicables.
Menor de 7 m3	• Recolección mediante la contratación de un prestador de servicios (transportista) o la Delegación correspondiente. Sin presentación de plan de manejo de residuos.

El plan de manejo de residuos, establecido en la **Tabla 2710.3.1** debe ser presentado ante la autoridad correspondiente para su evaluación y autorización, conforme a los procedimientos y formatos que para el efecto se establezcan.

El generador de residuos de la construcción y los distintos prestadores de servicios que intervengan hasta la disposición final de dichos residuos, deben ser responsables solidarios de su adecuado manejo cumpliendo con la normatividad vigente, de acuerdo a sus actividades y obligaciones contraídas.

El generador de residuos de la construcción de volúmenes mayores o iguales a 7m3, en coordinación con el prestador de servicios, debe comprobar mediante el Manifiesto de Entrega Recepción el destino final de la totalidad de los residuos generados conforme a los lineamientos establecidos en el plan de manejo de residuos.

2710.4. Clasificación de los residuos de la construcción. Los residuos de la construcción están constituidos generalmente por un conjunto de fragmentos o restos de materiales producto de demolición, desmantelamiento, excavación, tales como tabiques, piedras, tierra, concreto, morteros, madera, alambre, resina, plásticos, yeso, cal, cerámica, tejados, pisos y varillas, entre otros, cuya composición puede variar ampliamente dependiendo del tipo de proyecto, la obra y etapa de construcción. Para incrementar el aprovechamiento de estos materiales, los residuos de la construcción se deben clasificar en las fracciones indicadas en la **Tabla 2710.4.1.**

Tabla 2710.4.1. Clasificación enunciativa no limitativa de los residuos de la construcción

A. Residuos potencialmente reciclables para la obtención de agregados y material de relleno
Nombre
1. Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc.)
2. Concreto simple
3. Concreto armado
4. Cerámicos
5. Concretos asfálticos
6. Concreto asfáltico producto del fresado
7. Productos de mampostería
8. Tepetatosos
9. Prefabricados de arcilla recocida (tabiques, ladrillos, blocks, etc.)
10. Blocks
11. Mortero
B. Residuos de excavación
Nombre
1. Suelo orgánico
2. Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos
3. Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo
C. Residuos sólidos
Nombre
1. Cartón
2. Madera
3. Metales
4. Papel
5. Plástico
6. Residuos de podas, tala y jardinería
7. Paneles de yeso
8. Vidrio
9. Otros

2710.5. Especificaciones técnicas para el manejo de los residuos de la construcción. Los generadores de residuos de la construcción de volúmenes mayores o iguales a 7m3 y los prestadores de servicios, además de cumplir con la presentación del plan de manejo de residuos y demás ordenamientos legales aplicables en la materia, deben observar las siguientes disposiciones:

1. Separación en la fuente de los residuos de la construcción.

1.1. En las áreas de generación de residuos de la construcción, éstos se deben separar en la clasificación A, B y C establecida en la **Tabla 2710.4.1.** de la presente Sección.

1.2. En el caso de generar residuos peligrosos o suelo contaminado se debe realizar su manejo y tratamiento conforme a la legislación aplicable.

2. Almacenamiento de los residuos de la construcción.

2.1. El almacenamiento de residuos de construcción dentro del predio del proyecto únicamente debe ser temporal, se deben minimizar la dispersión de polvos y la emisión de partículas con el uso de agua tratada en las áreas de mayor movimiento y deben retirarse los residuos en el plazo que establezcan las disposiciones jurídicas correspondientes.

3. Recolección y transporte de los residuos de la construcción.

3.1. La recolección y transporte de los residuos de la construcción referidos en esta Sección debe realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley de Residuos Sólidos correspondiente, el Reglamento de Construcciones y el Reglamento de Tránsito local y demás ordenamientos jurídicos aplicables además de cumplir con lo siguiente:

3.1.1. Durante la recolección y transporte de los residuos de la construcción se debe respetar la separación de estos residuos realizada desde la fuente por el generador conforme a lo establecido en la **Tabla 2710.4.1.** de ésta Sección y evitar mezclarlos con otro tipo de residuos.

3.1.2. El prestador del servicio del transporte debe circular en todo momento, con los aditamentos necesarios que garanticen la cobertura total de la carga para evitar la dispersión de polvos y partículas, así como la fuga o derrame de residuos líquidos durante su traslado a sitios de disposición autorizados.

4. Aprovechamiento de los residuos de la construcción.

4.1. Para el aprovechamiento de los residuos de la construcción clasificados en la Sección

A de la **Tabla 2710.4.1.**, los generadores de residuos de la construcción debe enviar a reciclaje por lo menos un 30% de estos residuos.
4.2. Para el aprovechamiento de los residuos de la construcción clasificados en la **Sección B de la Tabla 2710.4.1.**, los generadores de residuos de la construcción debe reusar directamente en el sitio de generación al menos el 10% de los residuos generados, salvo que el interesado demuestre mediante estudios y pruebas en laboratorios acreditados que un porcentaje diferente garantiza las especificaciones técnicas del proyecto.

4.3. Para los residuos identificados como residuos sólidos en la Sección C de la **Tabla 2710.4.1.**, el generador debe buscar su valorización.

4.4. Los residuos de la construcción clasificados en las Secciones A y B de la **Tabla 2710.4.1.**, pueden ser reutilizados por el generador en el sitio de generación o en otros sitios de aprovechamiento, debiendo indicarlo en el plan de manejo de residuos.

4.5. En las siguientes obras se debe sustituir al menos un 25% de los materiales vírgenes por materiales reciclados, siempre y cuando éstos materiales cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto:

4.5.1. Sub-base en caminos.

4.5.2. Sub-base en estacionamientos.

4.5.3. Carpetas asfálticas para vialidades secundarias.

4.5.4. Construcción de terraplenes.

4.5.5. Relleno sanitario.

4.5.6. Construcción de andadores o ciclopistas.

4.5.7. Construcción de lechos para tubería.

4.5.8. Construcción de bases de guarniciones y banquetas.

4.5.9. Rellenos y pedraplenes.

4.5.10. Bases hidráulicas.

4.6. En caso de presentarse otros usos de los materiales reciclados producto del tratamiento de los residuos de la construcción, éstos deben sustentarse y demostrar su uso con análisis o pruebas correspondientes.

5. Disposición final de los residuos de la construcción. Los residuos sólidos que no puedan ser tratados por medio de los procesos indicados en esta sección, deben ser enviados a los sitios de disposición final:

5.1. Aquellos residuos de la construcción clasificados en la **Sección A de la Tabla 2710.4.1.** que no se envíen a reciclaje, deben enviarse a sitios de disposición final autorizados.

5. 2. Los residuos de la construcción clasificados en la **Sección B de la Tabla 2710.4.1.** que no puedan ser reutilizados deben enviarse a sitios de disposición final autorizados.

5.3. Los residuos sólidos identificados en la **Sección C de la Tabla 2710.4.1.** que no puedan ser valorizados o comercializados deben ser enviados a disposición final en los sitios autorizados.

5.4. En el caso de que se generen residuos peligrosos o suelo contaminado, se deben disponer o confinar conforme a la legislación aplicable.

SECCIÓN 2711
ÁREAS VERDES

2711.1 Generalidades. En esta sección se establecen los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que permitan dirigir el adecuado fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas llevadas a cabo por las autoridades y personas físicas o morales que requieran realizar este tipo de actividades.

2711.2 Áreas verdes en los desarrollos habitacionales Las actividades de fomento y mejoramiento a las áreas verdes a las que se refiere este código, se deben realizar con base en un proyecto de planificación y diseño elaborado previamente, que observe como mínimo lo dispuesto en el **ANEXO IX** del presente capítulo.

• Las modificaciones al proyecto original deben ser sólo aquellas resultantes de una contingencia y deben ser plenamente justificadas técnicamente.

•El proyecto debe incluir un programa de mantenimiento que asegure la conservación y sobrevivencia del área verde. Dicho programa debe elaborarse.

•El proyecto debe contemplar criterios de sustentabilidad y educación ambiental tales como ahorro y uso eficiente de agua, ahorro de energía y la utilización de ecotecnias, entre otros.

•Para el establecimiento de setos se considera únicamente el uso de arbustos o herbáceas.

•Se deben utilizar preferentemente especies nativas.

Las especies que preferentemente se utilizan se describen en el **ANEXO X** de esta Sección, mismas que deben ser producidas en viveros de acuerdo a las disposiciones jurídicas aplicables. En caso de requerir

el uso de otras especies se debe incluir en el proyecto la FICHA TÉCNICA correspondiente al **ANEXO X** y debe ser presentada ante las autoridades.

2711.2.1. Requerimientos para las especies. Las especies a establecer deben cumplir con:

1. Características mínimas de calidad:

1.1. Tamaño y estructura de acuerdo a lo establecido en el presente instrumento;

1.2. Apariencia y coloración de follaje característico de la especie, de acuerdo a la estación del año;

1.3. Ramas saludables;

1.4. Libre de plagas y enfermedades;

1.5. Nutrición adecuada;

1.6. Hidratación óptima;

1.7. Raíces vigorosas, abundantes y blanquecinas;

1.8. Sin presencia de raíces estranguladoras;

2. Altura mínima de arbustos. Los arbustos deben tener una altura mínima de 0,3 m y presentar poda de formación.

3. Características de calidad de árboles. Los árboles deben cumplir además con las siguientes características de calidad:

3.1. Altura mínima: 2,50m;

3.2. Diámetro de tronco mínimo: 0,065m, medido a 0,3m de la base del tronco;

3.3. Presencia de un solo tronco principal dependiendo de la especie;

3.4. Tronco recto, vertical y firme que soporte por sí mismo el peso de sus ramas.

3.5. Tronco al centro del cepellón;

3.6. Copa balanceada y sin presencia de ramas codominantes;

3.7. Espaciamiento adecuado entre ramas principales y buen andamiaje, de acuerdo a la especie;

3.8. Ángulo de inserción de las ramas principales no mayor a noventa grados respecto del ápice del árbol;

3.9. Ramas principales concentradas en las dos terceras partes superiores;

3.10. Poda de formación;

3.11. Preferentemente sin heridas o sólo las ocasionadas por la poda que deben ser menores a un cuarto del diámetro del tronco y en proceso de formación del callo respectivo;

3.12. Arpillado ajustado al cepellón, con corte de raíces limpio y sin desgarres y sin presencia de raíces salientes en los orificios de drenado del contendor.

2711.2.2. Los árboles que sean banqueados deben cumplir lo siguiente:

1. El banqueo debe apegarse a lo dispuesto en el **ANEXO XI** de esta sección;

2. Los individuos deben adquirirse preferentemente durante su período de dormancia;

3. El diámetro del cepellón debe ser por lo menos diez veces el diámetro del tronco del árbol (medido a 0,30 m de la base del tronco);

4. La altura del cepellón debe ser proporcional al diámetro del mismo, de acuerdo a la **Tabla 2711.2.2.1.**

Tabla 2711.2.2.1. Dimensiones del cepellón

Diámetro de cepellón (m)	Altura del cepellón (m) (Porcentaje del diámetro)
hasta a 0,75	75%
mayores a 0,75 y hasta 1,20	60%
mayores a 1,20 y hasta 1,45	54%
mayores a 1,45 y hasta 1,70	48%
mayores a 1,70 y hasta 1,95	42%
mayores a 1,95 y hasta 2,20	36%
mayores a 2,20 y hasta 2,45	30%
mayores a 2,45 y hasta 2,70	24%
mayores a 2,70	20%

2711.2.3 Transporte de especies. Debe utilizarse contenedor o arpillera, salvo en el caso de aquellas herbáceas que técnicamente puedan ser transportadas a raíz desnuda; y el estibado debe garantizar las características mínimas de calidad.

2711.2.4. El almacenamiento de las plantas. Se deben considerar sitios sombreados, con buena ventilación y riego adecuado; en caso necesario se debe aplicar control fitosanitario, fertilización y promotores de crecimiento radical.

2711.2.5. Condiciones topográficas del proyecto. Se debe considerar que:

1. Los suelos de mala calidad deben ser mejorados previamente al establecimiento de especies;

2. En barrancas y promontorios, las dimensiones de los árboles pueden ser menores a las establecidas en el apartado de calidad y deben ser justificadas en el proyecto;

3. En suelos cuya pendiente sea mayor a 45º se deben construir terrazas y plantar herbáceas y cubresuelos, que eviten la erosión y a su vez favorezcan el aprovechamiento del agua.

2711.2.6. Garantizar la disponibilidad de agua. Se debe garantizar la disponibilidad de agua para el riego de las plantas a establecer.

2711.2.7. Conservación del área verde. Una vez establecida el área verde publica, se debe asegurar su conservación, ejecutando el programa de mantenimiento, elaborado según lo dispuesto en esta Sección.

1. Los residuos derivados de la ejecución del proyecto deben preferentemente ser aprovechados en el sitio o manejados según las disposiciones vigentes en la materia.

2. Fomento. El proyecto debe incluir elementos para la difusión de la función social y la importancia de las especies y los recursos naturales del proyecto.

2711.2.8. Tamaño del área verde. La superficie total del proyecto destinada a área verde, debe tener como mínimo 70% de cubierta vegetal; el resto puede utilizarse para infraestructura, equipamiento y mobiliario urbano.

La distancia de plantación con respecto a la infraestructura, equipamiento y mobiliario urbanos debe garantizar su funcionalidad, así como la no interferencia con el desarrollo óptimo de los árboles, arbustos y herbáceas del proyecto. En el caso del arbolado, se deben utilizar las distancias mínimas indicadas en la **tabla 2711.2.8.1.**

Tabla 2711.2.8.1. Distancias mínimas recomendadas para plantación de árboles.

Infraestructura mobiliario urbano	Distancia horizontal (m) (a la línea de goteo en la madurez)
Buzón	2
Luminaria, semáforo, teléfono	5
Poste de línea (eléctrica/telefónica/otra)	2
Poste con transformador	5
Toma de agua potable	1,50
Tubo (brocal) de agua negra	1,50
Esquina de calle	2
Paradero de autobuses	5
Coladera	3
Bardas y construcciones	2
Entradas	2
Señalización vial y nombre de calle	3
Cableado subterráneo	1
Drenaje	5

2711.2.9. Superficie mínima para plantar un árbol. La superficie mínima para plantar un árbol debe ser igual al área de la copa cuando alcanza la madurez. Cuando el proyecto incluya banquetas, se debe cumplir lo siguiente:

1. En banquetas con un ancho hasta de 1,50 m se pueden establecer arbustos y herbáceas, siempre y cuando se conserve un ancho mínimo de andador de un metro.

2. Las jardineras o cepas pueden ubicarse al centro de la banqueta siempre y cuando se conserve un ancho mínimo de andador de un metro, en dirección al paramento.

3. Se deben plantar únicamente especies que en la madurez puedan conservar una distancia mínima entre el tronco y el límite de la cepa, equivalente a la mitad del diámetro del tronco;

No se pueden establecer árboles cercanos a paramentos.

2711.2.10. Proyecto con camellones. Cuando el proyecto incluya camellones, se debe observar lo siguiente:

1. La plantación de árboles y arbustos debe ajustarse a lo dispuesto en la **Tabla 2711.2.8.1.** y

el punto 2711.5. de esta sección.

2. La plantación en camellones se deben realizar de acuerdo a lo siguiente:

2.1. En camellones con ancho de hasta de un metro, plantar arbustos tipo seto y herbáceas;

2.2. En camellones con ancho mayor a un metro y hasta 1.5 m., se pueden colocar además de arbustos y herbáceas, árboles que justifiquen técnicamente su desarrollo óptimo;

2.3. En camellones con ancho mayor a 1,50 m y hasta 2,5 m, árboles al centro del camellón;

2.4. En camellones con ancho mayor a 2,50 m se debe cumplir que la distancia del tronco (en la madurez) a la guarnición sea de por lo menos un metro.

2711.2.11. Plantación de árboles y arbustos bajo cableado aéreo. En la plantación de árboles y arbustos bajo cableado aéreo se debe considerar una distancia libre de 0,50m como mínimo entre la copa en la madurez de árboles y arbustos y la línea de conducción; excepto en las líneas de alta tensión donde se deben cumplir con los lineamientos técnicos aplicables.

2711.2.12. Uso de elementos de protección en la plantación. Cuando el proyecto incluya el uso de elementos de protección en la plantación, se debe considerar el aumento del diámetro que alcanza en la madurez el tronco y el mantenimiento necesario.

1. Una vez establecida el área verde se debe asegurar su conservación, a través de un programa de mantenimiento, elaborado según lo dispuesto en esta Sección.

2. Mejoramiento. El proyecto debe considerar las especies contenidas en el **ANEXO X** de esta Sección, respetando en lo posible la vegetación preexistente.

El proyecto debe considerar adicionalmente a lo dispuesto, lo siguiente:

1. Inventario de árboles, arbustos, herbáceas y cubresuelos existentes, que incluya altura, diámetro de tronco, área que cubren, estado fitosanitario y requerimientos de poda, trasplante o derribo;

2. Características de la infraestructura urbana y mobiliario urbano existente;

3. Plano de diseño original del área verde (si existe);

4. Planos de la distribución actual de la vegetación e infraestructura urbana y mobiliario urbano;

4.1 Plano que indique claramente los árboles y arbustos que deben ser podados, trasplantados (y su nueva ubicación) o derribados.

2711.2.13. Identificación de los árboles. Debe realizarse la identificación de los árboles con alguna pintura o marcador biodegradable utilizando color amarillo para poda, color rojo para derribo y color verde para trasplante.

La marca de identificación debe tener un diámetro menor a cinco centímetros y debe localizarse de preferencia a una altura de 0,30 m del cuello de la raíz y en el lado norte.

2711.2.14. Proceso de trasplante. El proceso de trasplante debe apegarse a lo dispuesto en los **ANEXOS XI Y XII** de esta Sección.

Sólo se deben trasplantar plantas sanas, vigorosas y bien desarrolladas que cumplan con las características de calidad mínima señaladas en esta Sección.

1. Una vez establecida el área verde, se debe asegurar su conservación, a través de un programa de mantenimiento, elaborado según lo dispuesto en esta norma.

2. Mantenimiento. Las áreas verdes deben contar con un programa de mantenimiento que garantice la conservación de la plantación, así como el buen estado y funcionamiento de la infraestructura y del mobiliario urbano.

El programa de mantenimiento debe considerar como mínimo las siguientes actividades:

2.1. Restitución de especies que no cumplan con las características mínimas de calidad establecidas;

2.2. Volumen de riego que garantice la hidratación óptima de las especies;

2.3. Deshierbe, recajeteo y aireación;

2.4. Fertilización y aplicación de mulch;

2.5. Control de plagas y enfermedades;

2.6. Poda, derribo y restitución de individuos;

2.7. Mantenimiento y sustitución de la infraestructura urbana y mobiliario urbano, según sea el caso;

2.8. Manejo de residuos.

3. La poda, derribo y restitución deben cumplir con las normas ambientales aplicables y con lo establecido en la Ley Ambiental.

4. Para procurar la sobrevivencia de la vegetación, el riego debe efectuarse de acuerdo a las siguientes

recomendaciones:

4.1. El riego se debe realizar preferentemente entre las 17:00 hrs. y las 10:00 hrs. del día siguiente.

4.2. En la estación invernal, el riego debe efectuarse preferentemente entre las 18:00 hrs. y las 24:00 hrs.

4.3. Preferentemente se debe utilizar agua tratada, que cumpla con la normatividad vigente.

4.4. El agua no se debe aplicar en forma de chorro.

5. La fertilización debe considerar preferentemente productos orgánicos y debe realizarse durante la etapa de crecimiento activo de la vegetación (estaciones de primavera y verano).

6. El control de plagas y enfermedades debe cumplir con lo siguiente:

6.1. Caracterización y diagnóstico;

6.2. Dictamen técnico de plagas y enfermedades presentes;

6.3. Métodos de control de las plagas y enfermedades;

6.4. Sustancias y productos seleccionados para el control de plagas y enfermedades;

6.5. Bitácora de aplicación, que debe incluir: concentración de dosificación y cantidades totales de las sustancias a utilizar, los métodos, el calendario y horarios de aplicación;

6.6. Medidas de seguridad y protección. Los métodos de control orgánico o biológico para una plaga o enfermedad deben considerarse como primera opción, antes de aplicar cualquier control químico.

7. En los programas de fertilización y de control de plagas y enfermedades sólo se deben utilizar productos o sustancias que cumplan con las normas ambientales aplicables y deban ser ejecutados por personal debidamente calificado.

8. No se debe encalar o pintar los árboles, ni por motivo de un supuesto realce "estético".

9. No se debe aporcar los árboles. Al realizar actividades de mantenimiento del pasto de las áreas verdes públicas, debe tenerse particular cuidado en no dañar el cuello de los árboles existentes con los implementos mecánicos que se utilizan para tal fin. Debe conservarse un diámetro libre de pasto de al menos 30 cm. alrededor del tronco de los árboles.

Tabla 2711.5.1. Dimensiones preferenciales para jardineras en banqueta y tipo de vegetación a establecer.

Ancho de banqueta (m)	Jardinera Interna		Jardinera Externa o Cepa		
	Ancho (m)	Vegetación	Ancho (m)	Diámetro de tronco	Vegetación
mayores a 1,50 y hasta 2,25	no aplica		0,35	0,17	árboles de porte bajo y arbustos
mayores a 2,25 y hasta 2,50	0,30	arbustos y herbáceas	0,80	0,40	
mayores a 2,50 y hasta 3,50	0,50		1,00	0,50	árboles de porte mediano, arbustos tipo seto y herbáceas
mayores a 3,50 y hasta 4,50	0,55		1,20	0,60	
mayores a 4,50 y hasta 6,00	0,60		1,55	0,77	
mayores a 6,00 y hasta 8,00	1,10		1,85	0,92	
mayores a 8,00	1,20		2,05	1,0	

Tabla 2711.5.2. Plantación preferencial en camellón

Ancho de Camellón (m)	Diámetro de Copa (m)	Diámetro de Tronco (m)	Tipo de Raíz
mayores a 1,0 y hasta 2	hasta 2,50	hasta 0,45	pivotante
mayores a 2 y hasta 4	hasta 5,00	hasta 0,60	indistinta
mayores a 4 y hasta 6	hasta 7,50	hasta 0,90	indistinta
mayores a 6	indistinta	indistinta	indistinta

ANEXOS

ANEXO I. CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. DOCUMENTACIÓN.
Para los fines del cumplimiento de la **Sección 2707.3**, el propietario de la instalación solar debe contar con la siguiente documentación:

1 Un manual en español en el que se especifiquen:

1.1. Las instrucciones necesarias para la adecuada operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

1.2. La periodicidad y las recomendaciones técnicas para llevar a cabo correctamente la limpieza y el mantenimiento del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

2. Un documento con la descripción del proyecto básico de la instalación; con la memoria de cálculo y diseño; y demás especificaciones del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, que justifiquen el cumplimiento de la presente norma, y en donde además se detalle:

2.1. Las características técnicas de los colectores utilizados.

2.2. La inclinación y orientación de los mismos.

2.3. El esquema de conexión.

2.4. El volumen y características técnicas del termotanque o sistema de acumulación de agua caliente, de contar con alguno de estos.

2.5. El diagrama de la instalación.

2.6. La memoria de cálculo del diseño hidráulico y térmico del sistema.

2.7. El diagrama unifilar de la instalación hidráulica en donde se deben especificar longitudes, diámetros, presiones y accesorios.

2.8. Los cálculos analíticos correspondientes al diseño del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, en donde se indique de manera clara y precisa el porcentaje del Consumo Energético Anual proporcionado por el sistema de aprovechamiento de energía solar, con respecto a las necesidades energéticas anuales por consumo de agua caliente en los usos especificados de la vivienda, en donde también se establezca que la capacidad energética de los colectores solares no es superior a las necesidades del sistema, para ninguno de los meses del año.

2.9. La memoria de diseño del sistema automático para el control del sistema, del cual se deben incluir los diagramas eléctricos, en su caso.

2.10. Las medidas tomadas para la protección del sistema ante: golpe de ariete; congelamiento bajo ciertas condiciones climáticas; sobre presión; sobre vacío; granizo; funcionamiento nocturno; estancamiento diurno del fluido calentado; funcionamiento sin radiación solar; efectos catódicos; contrapresiones generadas por bombas, hidroneumáticos, calderas, etc. ; y cualquier otro factor que afecte el funcionamiento y eficiencia del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, o que pudiesen comprometer su integridad física u operacional, así como la seguridad de los usuarios.

2.11. Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar calculados de acuerdo con parámetros diferentes, deben quedar plenamente justificados en la documentación.

3. En su caso, un documento en donde se indique de manera clara y precisa las razones de la imposibilidad física de un establecimiento para instalar algún sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, o bien las razones por las que únicamente puede cumplir con un porcentaje menor al indicado. Para esto, las consideraciones técnicas que llevan a esta situación y a la solución dada, deben quedar detalladas en la descripción del proyecto básico, así como

en la memoria de cálculo y diseño del sistema.

SECCIÓN.-
EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

ANEXO II.- DOTACIÓN DE AGUA:

A. La captación o conexión al sistema existente se hace atendiendo a las condiciones fijadas en el documento de factibilidad del servicio de agua potable para abastecer a la población de diseño, otorgada por la autoridad local competente.

B. El desarrollo habitacional está dentro del plan municipal de agua potable y en su caso el Organismo Operador cuenta con la disponibilidad de la infraestructura necesaria y se manifieste la disponibilidad del volumen y la calidad.

C. En el caso de que la fuente de abastecimiento es agua subterránea captada a través de pozo debe existir la documentación correspondiente de autorización por la Conagua, para realizar la perforación o el aprovechamiento con el registro completo ante la autoridad competente y el pago de derechos conforme a la Ley.

D. La red primaria de la zona de conexión, o en su caso la fuente de abastecimiento, tiene las características de suficiencia en cuanto al caudal requerido, presión, dimensiones de la tubería y sus accesorios; la calidad debe ser de acuerdo a la NOM -127-SSA1, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

E. Los estudios, memorias descriptivas, de cálculo y proyecto ejecutivo deben cumplir con las disposiciones normativas aplicables, específicamente: la población de diseño, la vida útil, la demanda, la regularización el dimensionamiento, etc., como está indicado por la CNA en su "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento " (MAPAS).

F. Ya en la operación, la red de distribución propia del desarrollo, debe tener las características verificadas de la observancia de lo indicado por la CNA en su "MAPAS" y normas.

G. Se debe constatar la presencia, disponibilidad y preservación de la información del proyecto y la correspondiente a la actualización de cómo fue construido y probado, así como las especificaciones de construcción, las distintas memorias, el manual de operación, mantenimiento y seguridad, los accesos para la operación y mantenimiento, la ventilación, la cubierta de los depósitos, los dispositivos de manejo de excedencias, acceso vehicular, etc.
H. Se debe asegurar que el servicio postventa se realiza con información al adquiriente de las características propias del desarrollo, de las medidas preventivas y de mantenimiento esperadas.

I. Se deben preveer medidas de control de la infiltración y contaminación con detección temprana mediante mediciones establecidas y regulares de la calidad del agua en diversos puntos del sistema, preparados desde la etapa de la construcción, para efectuarse periódicamente y cada vez que se realicen reparaciones.

ANEXO III: TOMAS DOMICILIARIAS. RECOMENDACIONES.

A. Debe asegurarse que todas las tomas sean asignadas desde el precontrato individual al inicio de la ocupación y que todas las tomas tengan medidor.

B. La ejecución de la inserción individual a la red debe ser conforme a MAPAS y normas Conagua.

C. Los materiales empleados deben ser certificados para ese uso y compatibles entre sí para asegurar la no presencia de efectos galvánicos indeseables y que en todo momento los materiales no muestran signos de corrosión o desgaste prematuro por efectos galvánicos.

D. Debe asegurarse el buen estado de los componentes metálicos de la toma domiciliaria que están enterrados y de los no enterrados en contacto con el agua.

E. Debe efectuarse el muestreo y análisis periódico de elementos pesados en el agua cuando se usen plásticos.

F. Se debe efectuar la verificación física de la ejecución y mantenimiento de los elementos constitutivos que previenen el no desacoplamiento accidental de las uniones.

G. Debe asegurarse con evidencias la verificación periódica de la calibración del medidor.

ANEXO IV: MANEJO DE AGUA PLUVIAL.

Para incentivar el manejo y utilización de las aguas pluviales se deben seguir las siguientes medidas:

A. Utilización prioritaria del agua pluvial tratada en la recarga artificial de los acuíferos y como segunda opción para el riego de jardines públicos o comunales.

B. Asegurar que el diseño y construcción de redes sean a prueba de infiltraciones y contaminaciones y no se incorporen elementos susceptibles de facilitar la contaminación por mezcla accidental de las distintas calidades de agua.

C. Establecer planes para conseguir la llamada "descarga cero", el vertido de emergencias y el almacenamiento temporal, asegurando que se

instale toma domiciliaria y redes internas separadas, marcadas y diferenciadas para su uso en riego de jardines y alternativamente en inodoros y mingitorios.

D. Incentivar el uso de las aguas pluviales y de reuso en el lavado de automóviles, riego urbano, redes de protección contra incendio y usos recreativos e industriales como el enfriamiento.

E. Prestar el servicio postventa con la incorporación de los Manuales de operación y mantenimiento, las verificaciones de la calidad del agua y sus pruebas de laboratorio, las estadísticas correspondientes y actualizadas.

F. Prestar el servicio postventa con la incorporación de los Manuales de operación y mantenimiento, las verificaciones de la calidad del agua y sus pruebas de laboratorio, las estadísticas correspondientes y actualizadas.

ANEXO V. RED DE ATARJEAS.
Se debe asegurar que:

A. El proyecto sea aprobado por el organismo operador o el responsable de la operación del sistema de alcantarillado sanitario, congruente con la factibilidad otorgada y con lo recomendado en el MAPAS de la Conagua.

B. El proyecto ejecutivo, la construcción y operación de la infraestructura sean tales que desde la selección del sitio se considera el medio físico natural y no está ubicado en áreas reservadas para la recarga de acuíferos, zonas de riesgo de inundaciones o sujetos a fuerte erosión hídrica.

C. La solución del manejo de las aguas residuales sea a partir de las descargas domiciliares.

D. Haya asignación y reserva de áreas disponibles en el desarrollo habitacional para la ubicación de plantas de tratamiento de aguas residuales o la conexión a la red municipal.

E. Se incluye la captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y reuso del agua de lluvia, así como la separación de las redes de alcantarillado, la planta de tratamiento de aguas residuales, el vertido y disposición final.

F. Se realice la actualización y el seguimiento de las mediciones sistemáticas de la calidad del agua tratada, registro de los resultados y actualización sistemática de las estadísticas.

G. El tratamiento y disponibilidad para reuso de las distintas aguas busque la "descarga cero" con las previsiones para las excedencias y emergencias.

ANEXO VI. DESCARGA DOMICILIARIA.

A. Asegurar el adecuado diseño, construcción y conexión de los albañales a la red pública al límite del predio con separación de las aguas pluviales del resto de las residuales.

B. Asegurar la hermeticidad de la conexión de los albañales con las atarjeas para prevenir la infiltración o contaminación de los mantos freáticos o de las otras redes hidráulicas.

C. Verificar periódicamente y registrar estadísticamente la hermeticidad de las descargas domiciliares.

D. Separar la red de albañales en aguas negras, pluviales y grises o jabonosas para su tratamiento diferenciado.

E. Separar las grasas con trampas en la conexión de los albañales para su remoción antes del punto de conexión a la atarjea o alcantarillado.

ANEXO VII. TRATAMIENTO DE AGUA.
Plantas de tratamiento. Antes de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto de tratamiento se debe realizar un análisis de calidad de las aguas residuales por tratar, y dependiendo de los resultados, del sitio de vertido o la reutilización del agua tratada, se debe seleccionar el tipo de planta y proceso que cada caso demande. Para el acondicionamiento de las aguas residuales antes del vertido o para la reutilización, y asegurar la salud y bienestar de la población servida y el cumplimiento de la normatividad aplicable, se debe:

A. Seleccionar la tecnología, el diseño, la construcción y la operación de la planta que cumplan la normatividad y cuenten con la aprobación de la autoridad competente, se garantice su operación y mantenimiento a los menores costos posibles.

B. Asegurar la no mezcla accidental de las aguas de distintas calidades mediante dispositivos mecánicos o disposición física. Establecimiento de la clara y completa separación de los sistemas, bombeo, tuberías, etc. de agua potable de los de agua de reuso.

C. Contar para el punto de vertido, sea a la red municipal o a los cuerpos de agua nacionales, con el proyecto autorizado por la autoridad competente y el organismo operador.

D. Utilizar los manuales de mantenimiento y operación y las prácticas para la ejecución de las mediciones y llevar el registro comparativo y sistemático de los resultados en caudal, calidad y manejo de excedencias.

E. Constatar la presencia, disponibilidad y preservación de la información del proyecto y la correspondiente a las actualizaciones de como fue construido así como las especificaciones de construcción, las distintas memorias,

el manual de operación, mantenimiento y seguridad, los accesos para la operación y mantenimiento, la ventilación, la cubierta de los depósitos, los dispositivos de manejo de excedencias, acceso vehicular, etc.

F. Desinfectar y potabilizar el agua para consumo humano y la de reuso diferenciadas.

G. Diseñar y construir la planta en etapas modulares para cubrir el crecimiento hasta la saturación del desarrollo y la expansión de los distintos grados de sustentabilidad.

ANEXO VIII. REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES. Para incentivar su adecuado manejo se debe:

A. Asegurar el uso extensivo y generalizado en el riego de jardines públicos o comunales.

B. Asegurar que en el diseño, construcción y operación de la redes no se incorporen elementos susceptibles de facilitar la contaminación por la mezcla accidental de las distintas calidades de agua.

C. Diseñar y construir las redes de reuso separadas, estancas y herméticas. Emplear materiales y procedimientos de construcción aprobados y certificados, diferenciando claramente las distintas redes con letreros, colores, etc. Asegurar que las tomas domiciliares sean bien diferenciadas, señalizadas y con seguros mecánicos de operación sin posibilidad de mezcla accidental.

D. Propiciar el uso extendido del agua tratada en los inodoros y mingitorios, lavado de automóviles, riego urbano y usos industriales como el enfriamiento.

E. Hacer las aguas tratadas accesibles para la utilización en la redes de protección contra incendio.

F. Establecer planes del reuso del agua alineados para conseguir una "descarga cero" en el desarrollo habitacional, mediante la utilización de las aguas tratadas.

SECCIÓN.- ÁREAS VERDES.

ANEXO IX. PROYECTO DE FOMENTO O MEJORAMIENTO DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS.

(Elementos técnicos mínimos)

1. Nombre: Debe indicar claramente la actividad o actividades a realizar en el proyecto.

2. Objetivo: Debe especificar los trabajos a realizar y los resultados que pretende obtener una vez ejecutado el proyecto.

3. Caracterización y diagnóstico del sitio:

3.1. Planos de localización;

3.2. Geoposicionamiento del área del proyecto;

3.3. Contexto urbano y de paisaje;

3.4. Características físicas y biológicas del sitio;

3.5. Características de la infraestructura y el mobiliario urbanos;

3.6. Aspectos económicos y sociales relacionados con el área en cuestión;

4. Problemática del área tales como depósito clandestino de basura, descargas de agua residual, actividades comerciales no reguladas, entre otras.

5. Estudio de factibilidad, que incluya los siguientes aspectos:

5.1. Técnicos;

5.2. Económicos, a corto, mediano y largo plazo;

5.3. Financieros;

5.4. Ambientales,
5.5. Sociales y

5.6. Legales.

6. Proyecto ejecutivo y programa de ejecución, que incluya los siguientes aspectos:

6.1. Diseño conceptual

6.2. Anteproyecto, señalando las funciones del área y las distintas alternativas de diseño que se proponen;

6.3. Actividades y conceptos de obra: distribución y trazo, y forestación y jardinería;

6.4. Catálogo de conceptos;

6.5. Soluciones técnicas detalladas, en forma gráfica y escrita;

6.6. En su caso, modelado del terreno;

6.7. En su caso, requerimientos de obra civil, instalaciones hidráulicas y de riego, así como iluminación;

6.8. Distribución de mobiliario urbano y señalización.

7. Fichas técnicas de las especies que se utilizan en el proyecto, deben elaborarse conforme al formato FT/ESPECIES del punto 2711.4 de esta Sección.
8. El programa de mantenimiento: elaborado conforme a lo dispuesto en el apartado referente

a Mantenimiento, incluido en la presente Sección.

ANEXO X. ESPECIES PREFERENTES.

1. Abies religiosa: oyamel*
2. Acacia farnesiana: acacia, huizache*
3. Acacia longifolia: acacia
4. Acacia melanoxilon: acacia
5. Acacia retinodes: acacia
6. Acer negundo: negundo, acezintle*
7. Acer pseudoplatanus: sicomoro, arce real
8. Ailanthus altissima: árbol del cielo
9. Alnus acuminata: aile, aliso
10. Alnus firmifolia: aile*
11. Alnus jorullensis: aile*
12. Araucaria heterophylla: araucaria
13. Arbutus xalapensis: madroño*
14. Berberis moranensis: berberis
15. Bauhinia monandra: árbol de las orquídeas
16. Bauhinia variegata :árbol de las orquídeas
17. Buddleia cordata: tepozán*
18. Carya illinoinensis: nogal de cáscara de papel*
19. Cassia tomentosa: retama*
20. Casuarina equisetifolia: casuarina
21. Cedrus deodara: cedro del Himalaya
22. Celtis australis: almez, palo blanco
23. Chamaecyparis lawsoniana: cedro de Lawson,, falso ciprés
24. Chiranthodendron pentadactylon: árbol de las manitas *
25. Citrus aurantium: naranjo
26. Citrus limon: limón
27. Citrus reticulata: mandarina
28. Cocoloba uvifera: uva de mar
29. Crataegus mexicana: tejocote*
30. Cupressus arizonica: ciprés de Arizona
31. Cupressus guadalupensis: cedro guadalupano*
32. Cupressus lindleyi: cedro blanco*
33. Cupressus macrocarpa: cedro limón
34. Cupressus sempervirens: ciprés italiano
35. Dombeya x cayeuxii: dombeya
36. Eriobotrya japonica: níspero
37. Erythrina americana: colorín*
38. Erythrina coralloides: colorín*
39. Eysenhardtia polistachia: palo dulce*
40. Ficus benjamina: ficus
41. Ficus carica: higo
42. Ficus elastica: hule
43. Ficus lyrata: ficus violín
44. Ficus retusa: laurel de la India
45. Fraxinus uhdei: fresno*
46. Ginkgo biloba: ginko
47. Grevillea robusta: grevilea
48. Jacaranda mimosaefolia: jacaranda
49. Juglans nigra: nogal
50. Lagerstroemia indica: astronómica
51. Ligustrum japonicum: troeno verde
52. Ligustrum lucidum: trueno, troeno
53. Liquidambar styraciflua: liquidámbar*
54. Magnolia grandiflora: magnolia*
55. Morus celtidifolia: morera*
56. Olea europaea: olivo
57. Persea americana: aguacate*
58. Persea gratissima: aguacate*
59. Phoenix canariensis: palma canaria
60. Phytolaca dioica: fitolaca
61. Pinus ayacahuite: pino, ocote*
62. Pinus cembroides: pino piñonero*
63. Pinus greggii: pino, ocote*
64. Pinus halepensis: pino halepo
65. Pinus hartweggi :pino, ocote*
66. Pinus maximartinezii: pino azul*
67. Pinus montezumae: pino moctezuma*
68. Pinus patula: pino patula*
69. Pinus pseudostrobus: pino, ocote*
70. Pinus radiata: pino radiata
71. Platanus mexicana: sicomoro*
72. Platanus x hybrida: sicomoro
73. Plumeria rubra: flor de mayo, cacaloxóchitl
74. Populus alba: álamo blanco
75. Populus deltoides: chopo americano
76. Populus tremuloides: alamillo, álamo temblón
77. Prosopis laevigata: mezquite*
78. Prunus avium: cerezo
79. Prunus cerasifera: ciruelo
80. Prunus domestica: ciruelo
81. Prunus persica: durazno
82. Prunus salicina: ciruelo japonés
83. Prunus serotina subsp. capuli: capulín*
84. Pyrus calleryana: pera calleriana
85. Pyrus communis: peral
86. Quercus candicans: encino de asta, encino cenizo*
87. Quercus castanea: encino, encino amarillo, palo colorado *
88. Quercus crassifolia: encino chicharrón, encino roble*
89. Quercus crassipes: encino chilillo, encino laurel*
90. Quercus deseticota: encino, encino tocuz, encino chico*
91. Quercus dysophylla: encino, encino laurelillo *
92. Quercus frutex: encino comalillo, encino chaparro *
93. Quecus laeta: encino colorado *
94. Quercus laurina: encino roble, encino laurelillo *
95. Quercus mexicana: encino, encino tezahuatl *
96. Quercus obtusata: encino blanco, rojo, prieto, chino *
97. Quercus rugosa: encino hojarasco, encino quebracho *
98. Quercus virginiana: encino *
99. Robina pseudoacacia: robina, falsa acacia
100. Salix babylonica: sauce llorón
101. Salix bonplandiana var. Fatigiata: ahuejote *
102. Salíx humboltiana: sauce blanco *
103. Schinus molle: pirú, pirul
104. Shinus terebinthifolius: pirul del Brasil.
105. Spathodea campanulata: tulipán africano
106. Tamarix aff. Gallica: tamarix

107. Taxadium mucronatum: ahuehuete *
108. Tecoma stans: tranadora *
109. Ulmus parvifolia: olmo chino
110. Washingtonia robusta: palma washingtonia *
111. Yuca elephantipes: yuca *

Arbustos

112. Abelia x grandiflora: abelia
113. Bouganvillea glabra: bugambilia
114. Buxus sempervirens: arrayán, boj
115. Callistemon lanceolatum: calistemo
116. Cestrum nocturnum: huele de noche*
117. Cotoneaster pannosa: cotoneaster
118. Cuphea hyssopifolia: trueno de Venus*
119. Dodonaea viscosa : chapulixtle*
120. Euonymus japonicum: evónimo verde
121. Genista sp.: retama
122. Hibiscus syriacus: tulipán
123. Juniperus deppeana: enebro, táscate*
124. Juniperus flaccida: enebro, táscate*
125. Myrtus communis: mirto
126. Nerium oleander: rosa laurel, adelfa
127. Philadelphus mexicanus: jazmín mexicano*
128. Pittosporum tobira: clavo
129. Punica granatum: granado
130. Pyracantha coccinea: piracanto
131. Sambucus mexicana: saúco mexicano*
132. Senecio praecox: palo loco*
133. Thevetia peruviana: frailecillo*
134. Thuja occidentalis: tulia, tuja
135. Thuja orientalis: tulia, tuja
136. Veronica spicata: verónica
137. Viburnum spp.: viburnio

Herbáceas

138. Acalypha hispida: acalifa
139. Acanthus mollis: acanto
140. Agapanthus caulescens: agapando, lirio africano, azucena africana
141. Agapanthus praecox: agapando
142. Agave spp.: agave*
143. Ageratum houstonianum: ageratum*
144. Amaranthus sp.: amaranto*
145. Aptenia cordifolia: rocío
146. Aster sp.:margarita
147. Azalea indica: azalea
148. Bambusa arundinaria: bambú
149. Begonia x hiemalis: begonia
150. Berberis moranensis: palo amarillo
151. Berberis thunbergii: agracejo, berberis
152. Bouteloua sp.: pasto navajita
153. Camelia japonica :camelia
154. Canna indica: platanillo
155. Carpobrotus edulis: dedo moro
156. Catharanthus roseus: vinca, teresita, periwinkle
157. Cestrum nocturnum: huele de noche*
158. Chlorophytum elatum: falangeo
159. Chrisamthemun leucanthemum: margarita
160. Chrisamthemun maximum: margaritón
161. Cissus antartica: cisus
162. Clivia minata: clivia
163. Codiaeum sp.: croto
164. Coleus blumei: coleo, coleus
165. Cynodon dactylon: pasto alfombra
166. Cynodon sp.: pasto pata de gallo
167. Dietes iridoides: lirio persa
168. Dryopteris sp.: helecho*
169. Echeveria agavoides: echeveria, conchita
170. Euphorbia milii: corona de Cristo
171. Euphorbia pulcherrima: noche buena*
172. Festuca glauca: pasto festuca
173. Fuchsia magellanica: aretillo*
174. Gazania sp.: gazanea, gazania
175. Hedera helix: hiedra
176. Hemerocallys sp.: hemerocalis
177. Hibiscus rosa-sinensis: tulipán
178. Hidrangea macrophylla: hortensia
179. Impatiens balsamina: belén
180. Ipomoea sp.: campanilla, manto*
181. Iresini herbstil: amaranto rojo*
182. Iris germanica: iris, lirio
183. Jasminum officinalis: jazmín común
184. Kalanchoe blossfeldiana: kalancho
185. Kniphofia uvaria: bandera española
186. Lampranthus spectabilis: cortina
187. Lantana cámara: lantana*
188. Lantana montevidensis: lantana colgante
189. Liriope muscari: paso liriope
190. Mesembryanthemun educe: dedo moro
191. Mesembryanthemun spectabilis: rocío de arroz
192. Monstera deliciosa: piñanona*

*Especies nativas de México

193. Nephrolepis exaltata: helecho peine
194. Opuntia spp.: nopal*
195. Pelargonium spp.: malvón, geranio
196. Philadelphus mexicanus: jazmín mexicano*
197. Phormium cookianum: fornio, formio
198. Phormium tenax: fornio
199. Phyllostachys aureus: bambú
200. Plumbago capensis: plúmbago
201. Poa protensis: pasto poa*
202. Portulaca sp.: amor de un rato
203. Rosa sp.: rosal
204. Rosmarinus officinalis: romero blanco
205. Salvia officinalis: salvia
206. Sansevieria trifasciata: sanseviera, espada
207. Santolina tomentosa: santolina
208. Sedum dendroideum: siempre viva*
209. Sedum praealtum: siempre viva*
210. Sedum spectabile: siempre viva
211. Semiarundinaria fastuosa: bambú plumoso
212. Senecio cineraria: cineraria
213. Setcreasea purpurea: niña de barco
214. Soleirolia soleirollii: lágrima de niño
215. Strelitzia reginae: ave de paraíso
216. Tagetes spp.: cempazúchitl*
217. Vetiveria zizanoides: pasto vetiver

ANEXO XI. BANQUEO

1. Preferentemente la planta debe encontrarse al final de su estado de reposo o inicio de periodo activo en el caso de árboles caducifolios, para minimizar el estrés de la planta. Para las especies perennifolias, el banqueo debe llevarse a cabo preferentemente entre las estaciones de invierno ¬primavera.

2. Para banquear árboles establecidos en un área verde, debe realizarse un prebanqueo que consiste en el corte de las raíces laterales, sin corte basal. Una vez que se inicie el desarrollo evidente de raíces secundarias, se puede llevar a cabo el corte de la raíz basal.

3. Preferentemente, se indica la orientación (norte) del árbol antes de extraerlo del suelo.

4. En caso de realizar el trasplante fuera de los periodos indicados en el punto anterior, se deben realizar algunas actividades complementarias para incrementar la posibilidad de sobrevivencia del árbol como son: la utilización de materiales biodegradables para minimizar la evapotranspiración radical o la utilización de aceleradores y promotores de enraizamiento.

5. Las labores de corte de raíces se deben realizar con herramienta desinfectada.

6. En caso necesario, durante el banqueo sólo se puede efectuar la poda de ramas muertas, cruzadas, dañadas y codominantes, de acuerdo a la Norma Ambiental que aplique.

7. En el caso de árboles y arbustos cuyo crecimiento presente ramas desde la base, éstas deben ser atadas para evitar que se dañen durante las actividades del banqueo.

8. Para conformar el cepellón, se debe utilizar una pala espada bien afilada que evite el desgarre de las raíces.

9. Durante el proceso de excavado, las raíces gruesas deben ser cortadas con herramienta apropiada que permita ejecutar un corte limpio, evitando desgarres.

10. El tamaño y forma del cepellón depende de las características de la raíz, el tipo de suelo, la especie a plantar, localización y tamaño del árbol, cantidad de humedad en el suelo y el vigor del árbol. La altura del cepellón debe mantener las dimensiones de acuerdo a la **Tabla 2711.2.2.1.**
11. El cepellón debe cubrirse para evitar su desmoronamiento, preferentemente se utilizan cubiertas elaboradas a base de materiales biodegradables, para que no sean retiradas al momento de la plantación, evitando de esta manera dañar las raíces.

12. La cubierta debe estar suficientemente ajustada, de tal manera que se obtenga un cepellón firme y seguro que soporte el movimiento con la maquinaria durante las maniobras de transporte y plantación.

13. Durante el tiempo que permanezca el árbol en el sitio antes de su trasplante, se debe proveer de riego necesario. Su frecuencia y cantidad depende de las características del suelo, de tal manera que el cepellón cuente con la humedad necesaria hasta el momento de su trasplante.

14. El trasplante se debe llevar a cabo máximo 48 horas después de finalizado el proceso de banqueo.

ANEXO XII. PLANTACIÓN

Procedimiento de plantación de árboles y arbustos

1. Las distancias mínimas de plantación deben establecerse conforme a las fichas técnicas de cada especie

2. La plantación debe llevarse a cabo preferentemente antes del inicio de la temporada de lluvias. Si se asegura el riego y se previenen los daños causados por heladas, este periodo se puede ampliar a las estaciones de primavera verano.

3. Las dimensiones de la excavación de la cepa deben ser de 40 a 60cm más amplias que el ancho del cepellón, y con una profundidad al menos correspondiente a la altura del cepellón, para garantizar un mejor desarrollo de la raíz.

4. Al extraer el suelo producto de la excavación de la cepa, éste debe ser separado en dos partes: superficial (más fértil) y profundo (menos fértil). Al realizar la plantación se deben incorporar en el mismo orden en que fueron extraídas.

5. Antes de colocar el árbol o arbusto, se debe dar un riego pesado a la cepa, preferentemente un día antes de la plantación.

6. La manipulación del árbol debe hacerse del cepellón y no del tronco.

7. En caso de que las plantas tengan cubierto el cepellón con plástico o un material no biodegradable, éste debe ser cortado y retirado antes de ser establecido en su lugar de plantación.

8. Se debe colocar el ejemplar en posición natural al centro de la cepa, procurando que la base del tallo quede a nivel de la superficie del suelo, procediendo a continuación al llenado de la cepa.
9. En caso de requerir entutorar los árboles y arbustos, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

9.1 Utilizar tutores con suficiente altura para mantener el árbol recto y no permitir que la copa se doble por encima del punto de amarre.

9.2 Los tutores deben colocarse de tal modo que permitan mantener el tronco recto ante vientos fuertes.

9.3 El material utilizado en la unión entre el árbol y el tutor debe ser ancho, suave y moderadamente flexible.

9.4. El amarre debe realizarse con un enlace en ocho, que pase entre el árbol y el tutor y permita que haya flexibilidad.

9.5. Los árboles mayores de 10cm de diámetro de tronco se deben sujetar con tensores cuya sección de amarre sea de un material ancho y flexible que no ocasione ahorcamiento al tronco.

9.6. Los tutores y tensores deben ser retirados cuando el árbol se sostenga por si solo y después de la estación de crecimiento.

10. En caso de plantación de árboles que por sus dimensiones de cepellón, follaje y tronco no puedan ser manipulados manualmente, se debe utilizar maquinaria especializada para evitar ocasionarles daños.

11. Inmediatamente después de la plantación, se debe conformar un cajete ligeramente cóncavo del tamaño de la cepa, para optimizar el riego.

12. El árbol debe ser regado inmediatamente.

13. Lineamientos para plantación de herbáceas:

13.1. De preferencia uno o más días antes de la plantación, se debe abrir una zanja o cepa cuyas dimensiones estan determinadas por la especie y presentación del envase de la planta.

13.2. Un día antes de la plantación, se debe dar un riego pesado a la zanja o cepa para asegurar la humedad óptima.

13.3. Un día antes se debe dar un riego pesado al sustrato de la planta para que al retiro del envase, éste permanezca compacto y las raíces no queden expuestas al aire.

13.4. Una vez colocada la planta, se debe rellenar la zanja o cepa con la tierra producto de la excavación, la cual debe ser compactada ligeramente.

13.5. Por último, se debe proporcionar un riego pesado para disminuir el estrés de la planta.

14. Lineamientos para plantación de pasto en rollo.

14.1. Para lograr el buen desarrollo del pasto en rollo, se recomienda elegir terrenos soleados, en zonas planas o con pendientes menores a 45 grados.

14.2. Antes de la colocación del pasto, se debe descompactar y rastrillar el área.

14.3. Se debe agregar una capa de un mínimo de 5cm de espesor de tierra vegetal, posteriormente nivelar y colocar el pasto en rollo, finalmente dar un riego adecuado (los riegos deben ser ligeros y frecuentes). En áreas con pendiente, el pasto en rollo recién colocado debe fijarse al terreno mediante estacas de madera para evitar que se deslice.

14.4. La colocación de pasto en rollo no debe exceder de 48 horas desde su corte o retiro del sitio de origen hasta el momento de establecerlo en el área verde destinada.

14.5. La plantación de árboles, arbustos y herbáceas en banquetas se debe realizar preferentemente de acuerdo con la **Tabla 2911.5.2.**

NORMATIVIDAD

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

- NMX-SAA-14025-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Etiquetas y declaraciones ambientales – Declaraciones ambientales tipo III – principios y procedimientos."

- NMX-SAA-14040-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Análisis de ciclo de vida – Principios y marco de referencia."

- NMX-SAA-14044-IMNC-2008 "Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices."

ENERGÍA.

- NOM-003-ENER-2000, "Eficiencia térmica en calentadores de agua para uso domestico y comercial, limites, método de prueba y etiquetado."

- NOM-011-ENER-2002 "Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido, límite, métodos de prueba y etiquetado."

- NOM-013-ENER-2004, "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas."

- NOM-017-ENER/SCFI-2008, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba."

- NOM-018-ENER-1997, "Aislantes térmicos para edificaciones, características, límites y métodos de prueba".

- NOM-020-SEDG-2003, "Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial, requisitos de seguridad,

métodos de prueba y marcado."

- NOM-021-EER/SCFI-2008, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado."

- NMX-CH-013-1976, "Termostatos de ambiente de acción proporcional con rango de 12-28°c, para sistemas de aire acondicionado."

- NMX-C-460-ONNCCE-2009, "Industria de la Construcción- Aislamiento Térmico, Valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana - especificaciones y verificaciones."

- NMX-ES-001-NORMEX-2005. "Energía solar- rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- métodos de prueba y etiquetado."

- NMX-ES-004-NORMEX-2010 "Energía Solar - Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua - Método de Prueba".

AGUA

- NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización."

- NOM-001- CNA-1995 "Sistema de Alcantarillado Sanitario – Especificaciones de hermeticidad."

- NOM-002-CNA-1995, "Toma domiciliara para abastecimiento de agua potable – especificaciones y métodos de prueba"

- NOM-005-CNA-1996, "Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba".

- NOM-008-CNA-1998, "Regaderas empleadas en el aseo corporal – Especificaciones y métodos de prueba."

- NOM-009-CNA-2001, "Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba"

- NOM-010-CNA-2000. "Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro – especificaciones y métodos de prueba."

- NOM-012-SCFI-1994, "Medición de Flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - medidores para agua potable fría – especificaciones."

- NOM-013-CNA-2000, "Redes de distribución de agua potable - Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba."

- NOM-014-CONAGUA-2003, "Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada."

- NOM-015-CONAGUA-2007, "Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua."

- NOM-001-SEMARNAT-1996 "Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales"

- NOM-002-SEMARNAT-1996 "Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado."

- NOM-003-SEMARNAT-1997 "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicio al público".

RESIDUOS SÓLIDOS

- NOM-052-SEMARNAT-1993, "Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos."

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 29 - REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA MECÁNICO

SECCIÓN 2901
CONSIDERACIONES GENERALES

2901.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo regulan la aprobación e instalación de todo equipo y aparato que forme parte de un sistema mecánico de edificaciones que estén reguladas por este Código. La instalación de aparatos, equipos y sistemas mecánicos no contemplados por este Código deben cumplir con todas las disposiciones que les apliquen de la normatividad vigente.

2901.2 Instalaciones resistentes a las inundaciones. En las zonas propensas a la inundación, se deben ubicar o instalar equipos y sistemas mecánicos según lo especificado en la **Sección 603.**

SECCIÓN 2902
APROBACIONES

2902.1 Consideraciones generales. Todos los aparatos que se mencionan en este capítulo deben de ser construidos bajo una Norma Oficial Mexicana, una Norma Mexicana y en caso de que éstas no existan, de una Norma Internacionalmente reconocida. Deben contar además con un certificado emitido por una entidad autorizada que avale el cumplimiento de las misma y tener adherida la etiqueta con el sello de la entidad que verificó junto con las medidas requeridas para su instalación.

SECCIÓN 2903
PLACAS EN LOS EQUIPOS

2903.1 Información en la placa o placas. El fabricante de los aparatos que se mencionan en este código, al final de su línea de montaje, debe colocar en forma fija y permanente una placa (o más de una) que en forma legible y en español indique su nombre o marca registrada, el número de modelo, el número de serie y el número de la NOM bajo la que se construyó el equipo; asimismo debe ostentar el sello del organismo que certifica su construcción. La placa en forma enunciativa y no limitativa también debe incluir la siguiente información:

2903.1.1 Aparatos eléctricos. Clasificación eléctrica en watt, ampere y el número de fases del motor, identificación de componentes eléctricos individuales volt, ampere o watt, rendimiento en W (kCal/h) y espacios libres requeridos.

2903.1.2 Unidades de absorción. Clasificación por hora en W (kCal/h) clasificación por hora mínima por unidades que tengan controles modulantes escalonados o automáticos, tipo de combustible, tipo de refrigerante, capacidad de enfriamiento en W (kCal/h) y espacios libres requeridos.

2903.1.3 Unidades de combustión. Clasificación por hora en W (kCal/h), tipo de combustible aprobado para el uso con el aparato y espacios requeridos.

2903.1.4 Aparatos eléctricos de calefacción climatizada. El nombre y marca registrada del fabricante, el número del modelo o equivalente, la clasificación eléctrica en volt, intensidad máxima admisible y número de fases, rendimiento nominal en W (kCal/h), marca individual para cada componente eléctrico en ampere o watt, volts y fase, espacios libres requeridos desde los combustibles y la etiqueta con el sello que indique la aprobación del aparato por una agencia de certificación autorizada y la de eficiencia energética.

SECCIÓN 2904
TIPOS DE COMBUSTIBLES

2904.1 Consideraciones generales. Los aparatos de combustión a gas deben estar diseñados para usar el tipo de combustible que se les suministra en campo, tomando en cuenta la elevación sobre el nivel del mar a la que se instalen. No se permite convertir aparatos que formen parte de un sistema mecánico de una edificación para usar un combustible diferente de aquel para el que fue diseñado, excepto cuando esto sea hecho, aprobado y convertido según las instrucciones del mismo fabricante. No se permite aumentar ni reducir la capacidad de entrada de combustible mas allá del límite establecido para la altura en que el aparato va a instalarse.

SECCIÓN 2905
ACCESO A LOS APARATOS

2905.1 Acceso a los aparatos para servicio de inspección, reparación y reemplazo. Los aparatos deben estar accesibles para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin tener que quitar toda o parte de la construcción permanente. Debe proveerse un espacio de trabajo de 762 mm enfrente del lado de los controles para dar servicio al aparato.

2905.1.1 Calefactores centrales. Los calefactores centrales dentro de nichos o compartimentos deben tener un espacio libre para trabajo de 76 mm (3 pulgadas) como mínimo a lo largo de sus lados, en la parte posterior y superior deben tener un ancho total del espacio de cerramiento de 305 mm (12 pulgadas) como mínimo más ancho que el calefactor. Los calefactores que tengan un fogón abierto a la atmósfera deben tener un espacio libre de trabajo de 152 mm (6 pulgadas) mínimo a lo largo del lado frontal de la cámara de combustión. Las aberturas para el aire de combustión en la parte posterior o lateral del compartimiento deben cumplir con los requisitos del **Capítulo 33**.

2905.1.2 Aparatos en cuartos. Los aparatos instalados en un compartimiento, nicho, sótano o espacio similar deben tener acceso por medio de una abertura o puerta y un pasillo no obstruido que mida no menos de 610 mm (24 pulgadas) de ancho y que sea lo suficientemente grande como para permitir el retiro de cualquiera de sus partes con mayor dimensión siempre que haya un espacio para servicio a nivel de no menos de 762 mm (30 pulgadas) de profundidad y que tenga la altura del aparato pero nunca menos de 762 mm (30 pulgadas) en la parte frontal o lado de servicio del aparato con la puerta abierta.

2905.1.3 Aparatos en desvanes o áreas no ocupadas frecuentemente. Los desvanes o áreas no ocupadas frecuentemente en las que se localicen aparatos que requieran de acceso deben contar con una abertura y un pasillo libre y no obstruido, lo suficientemente grande como para permitir la remoción del aparato o partes del mismo que tengan dimensiones mayores, pero dicha abertura no debe ser menor de 762 mm (30 pulgadas) de altura y 559 mm (22 pulgadas) de ancho y de no más de 6096 mm (20 pies) medidos a lo largo de la línea media del pasillo desde la abertura hasta el aparato.

El pasillo debe tener un revestimiento para pisos macizos continuo, y no debe tener menos de 610 mm (24 pulgadas) de ancho.

Debe proveerse de un espacio de servicio a nivel de por lo menos 762 mm (30 pulgadas) de profundidad y de 762 mm (30 pulgadas) de ancho a lo largo de todos los costados del aparato donde se requiera el acceso.

2905.1.4 Aparatos debajo del piso o en sótanos. Los espacios ubicados debajo del piso que contengan aparatos que requieran acceso deben contar con un pasillo sin obstrucciones lo suficientemente grande como para permitir el retiro del aparato, pero en cualquier caso no debe ser menor de 762 mm (30 pulgadas) de altura y de 559 mm (22 pulgadas) de ancho, ni de más de 6 096 mm (20 pies) de longitud medidos a lo largo de la línea central del pasillo desde la entrada hasta el aparato.

Debe contarse con un espacio de servicio a nivel de 762 mm (30 pulgadas) de profundidad y de 762 mm (30 pulgadas) de ancho como mínimo al frente del lado de servicio del aparato.

2905.1.4.1 Espacios libres en el piso. Los aparatos apoyados en el piso deben estar a nivel y firmemente apoyados sobre una losa de concreto u otro material aprobado. Los aparatos suspendidos sobre el piso deben tener un espacio libre de no menos de 152 mm (6 pulgadas) desde el nivel de piso.

2905.1.4.2 Excavaciones. Las excavaciones que se realicen para la instalación de un aparato mecánico deben realizarse hasta una profundidad de 152 mm (6 pulgadas) por debajo del mismo aparato y 305 mm (12 pulgadas) en todos los lados, excepto en el lado en que se localicen los controles, que debe tener un espacio libre de 762 mm (30 pulgadas).

2905.1.4.3 Requisitos eléctricos. En el lugar en que se ubique el aparato o lo más cerca de él, se debe instalar una luminaria, controlada por un interruptor ubicado a la entrada del pasillo y un receptáculo según las especificaciones de los **Capítulos 44 al 48**.

SECCIÓN 2906
ESPACIOS LIBRES ENTRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE MATERIALES COMBUSTIBLES

2906.1 Espacios libres de los aparatos. Los aparatos deben ser instalados dejando un espacio libre entre el aparato y los elementos constructivos construidos con materiales combustibles no protegidos tal como se indique en la etiqueta del aparato y las instrucciones de instalación del fabricante.

2906.2 Reducción del espacio libre. La reducción de los espacios libres debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando se proteja el muro combustible el espacio de aire ventilado debe de cumplir los siguientes requisitos:

2906.2.1 Debe considerarse un espacio libre no

inferior a 25,4 mm (1 pulgada) entre la protección y la superficie de cualquier muro construido con materiales combustibles.

SECCIÓN 2907
INSTALACIÓN DE LOS APARATOS

2907.1 Consideraciones generales. La instalación de aparatos debe cumplir con las instrucciones de instalación del fabricante. Las instrucciones de operación y de instalación del fabricante deben permanecer fijas al aparato mediante una placa o etiqueta.

2907.2 Anclaje de los aparatos. Los aparatos diseñados para estar fijos en una posición deben estar sujetos o anclados de forma autorizada. En zona de alta sismicidad los calentadores de agua deben anclarse o asegurarse con flejes para resistir el desplazamiento horizontal debido a los movimientos sísmicos. La fijación por flejes debe realizarse en puntos dentro del tercio superior y del tercio inferior de las dimensiones verticales del aparato.

2907.3 Elevación de la fuente de ignición. Los aparatos que tengan una fuente de ignición deben estar elevados a no menos de 460 mm (18 pulgadas) por encima del piso.

2907.3.1 Protección contra impactos. Los aparatos ubicados en un garaje o cochera abierta deben estar protegidos de los impactos causados por los automóviles.

2907.4 Aparatos eléctricos. Los aparatos eléctricos deben ser instalados según las especificaciones de los **Capítulos 44 al 48** de este Código.

SECCIÓN 2908
INSTALACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS

2908.1 Perforaciones. Las perforaciones realizadas a cualquier elemento de la edificación debe ser diseñada de tal forma que no afecte su estabilidad e integridad estructural o su función mecánica por lo tanto deben ser consideras en las memorias de cálculo y en las especificaciones de sistemas constructivos

2908.2 Protección contra daños físicos. En aquellas localizaciones ocultas en donde las tuberías, salvo las de hierro fundido o de acero galvanizado, se han instalado a través de agujeros o muescas en montantes, viguetas o en miembros similares a menos de 38 mm (1.5 pulgadas) desde el borde más cercano del elemento, la tubería rígida debe estar protegida con placas de defensa. Las placas de defensa para protección deben tener un mínimo de 1,6 mm (0.062 pulgadas) de espesor.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 30 - EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO

SECCIÓN 3001
CONSIDERACIONES GENERALES

3001.1 Instalación. Los equipos y aparatos de calefacción y enfriamiento deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requerimientos de este CEV.

3001.2 Acceso. Los equipos y aparatos de calefacción y enfriamiento deben estar ubicados con respecto a la construcción de la edificación y a los otros equipos de manera tal que permitan su mantenimiento, servicio y reemplazo. Se deben mantener espacios libres que permitan la limpieza de las superficies de calefacción y de enfriamiento; el reemplazo de filtros, ventiladores, motores, controles y conectores de respiraderos; la lubricación de las partes móviles y los ajustes necesarios.

3001.3 Dimensionamiento. Los equipos para calefacción y enfriamiento deben dimensionarse con base en las cargas de la edificación. El instalador debe presentar una memoria técnica basada en uno de los cuatro métodos recomendados por la ASHRAE, Capítulo México, o en reglamentación nacional o internacional reconocida. Para información adicional se puede consultar el Manual J-87 de la ***Air Conditioning contractor of America (ACCA)***.

3001.4 Instalaciones a la intemperie. El equipo instalado a la intemperie debe estar aprobado para operar adecuadamente en esta situación, lo que debe estar indicado en la placa colocada por el fabricante. Los soportes y las bases de cimentación deben evitar la vibración excesiva, el asentamiento o el movimiento del equipo. Los soportes y las bases de cimentación deben estar a nivel y cumplir las instrucciones de instalación del fabricante.

3001.5 Riesgos de inundación. En las áreas propensas a inundación, los equipos y aparatos de calefacción y de enfriamiento deben ser ubicados o instalados de acuerdo a la **Sección 824**.

SECCIÓN 3002
CALEFACTORES CENTRALES

3002.1 Consideraciones generales. Los calefactores centrales alimentados con petróleo deben cumplir las especificaciones que señala la normatividad nacional o la normatividad extranjera aplicable (ANSI/UL-727). Los calefactores eléctricos deben cumplir con lo dispuesto por UL 1995 ó la normatividad nacional.

3002.2 Espacios libres. Los espacios libres deben estar previstos de acuerdo con lo marcado en su certificación y con las instrucciones de instalación del fabricante.

3002.3 Aire de combustión. El aire de combustión debe suministrarse de acuerdo con el **Capítulo 33**. Las aberturas que conducen el aire de combustión no deben tener obstrucciones en una distancia menor de los 152 mm (6 pulgadas) en frente de las aberturas.

SECCIÓN 3003
EQUIPOS CON BOMBA DE CALOR

3003.1 Bomba de calor. El área total mínima sin obstrucción de los ductos o aberturas de aire exterior y de retorno para una bomba de calor no debe ser menor a una clasificación de rendimiento de 13 208 mm2 por cada kW (6 pulgadas cuadradas por 1000 Btu/h) o de acuerdo a lo indicado por las condiciones de certificación de la bomba de calor. Las bombas de calor eléctricas deben cumplir con lo que señala la UL-1995, o la normatividad nacional o extranjera, reconocida.

3003.2 Bases y apoyos. Las bases y apoyos para una unidad exterior con bomba de calor deben estar elevadas por lo menos 76 mm (3 pulgadas) por encima del nivel del suelo y deben cumplir con las instrucciones del fabricante.

SECCIÓN 3004
EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO

3004.1 Cumplimiento. Los equipos de enfriamiento deben cumplir con la **Sección 3011**.

SECCIÓN 3005
CONVECTORES DE ZOCLO

3005.1 Consideraciones generales. Los convectores eléctricos de zoclo deben instalarse según las

instrucciones de instalación del fabricante y cumplir con lo que marcan los **Capítulos 28 hasta el 34** de este CEV.

SECCIÓN 3006
SISTEMAS DE CALEFACCIÓN RADIANTE

3006.1 Consideraciones generales. Los sistemas eléctricos de calefacción radiante deben ser instalados según las instrucciones del fabricante y deben cumplir con lo que marcan los **Capítulos 44 al 48** de este Código.

3006.2 Espacios libres. Los espacios libres para los paneles o elementos de calefacción radiante a cualquier tipo de cableado, caja de salida y cajas de empalmes usadas para instalar dispositivos eléctricos o montar aparatos de iluminación deben de cumplir lo indicado en los **Capítulos 44 al 48** de este Código.

3006.3 Instalación de paneles radiantes. Los paneles radiantes sobre estructuras de madera deben cumplir con los siguientes requisitos:

3006.3.1 Los paneles de calefacción deben instalarse en forma paralela a los elementos de la estructura y deben asegurarse a la superficie de los elementos de la estructura o colocarse entre los elementos de la estructura.

3006.3.2 Los paneles radiantes deben estar clavados o engrapados sólo a través de las partes que no reciben calefacción colocadas específicamente con este propósito y no deben estar fijos en ningún punto o distancia menor de 6,4 mm (1/4 pulgada) a partir de un elemento.

3006.3.3 A menos que estén certificados y sellados para cortar en obra, los paneles radiantes deben ser instalados como unidades completas.

3006.4 Instalación en concreto o mampostería. L o s sistemas de calefacción radiante instalados en concreto o en mampostería deben cumplir los siguientes requisitos:

3006.4.1 Los sistemas de calefacción radiante deben estar identificados como apropiados para la instalación y deben estar asegurados en su lugar tal como lo especifican las instrucciones de instalación del fabricante.

3006.4.2 Los paneles de calefacción radiante no deben ser instalados haciendo puente en juntas de expansión, a menos que sean protegidos de las expansiones y las contracciones.

3006.5 Paneles de yeso. Cuando se utilicen sistemas de calefacción radiante sobre paneles de yeso, las temperaturas de operación no deben exceder los 52 ºC. (125°F)

3006.6 Superficies de acabado. Los materiales de acabado instalados sobre los paneles o sistemas de calefacción radiante deben instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante. Las superficies deben asegurarse de manera que los clavos u otro tipo de fijaciones no perforen los elementos radiantes de calefacción.

SECCIÓN 3007
CALEFACTORES DE DUCTO

3007.1 Consideraciones generales. Los calefactores de ducto deben ser instalados según las instrucciones de instalación del fabricante y de acuerdo con lo indicado en la Parte VII Instalaciones Mecánicas de este Código. Los calefactores deben ser sometidos a ensayos de acuerdo a lo indicado en UL 1995 ó lo que marque la normatividad nacional o internacional reconocida.

3007.2 Instalación. Los calefactores de ducto deben ser instalados de manera que no generen peligros de incendios. En los ductos de Clase 1, los recubrimientos y revestimientos de los ductos deben interrumpirse en cada radiador para proveer los espacios libres especificados en las instrucciones de instalación del fabricante. Dichas interrupciones no se requieren para los calefactores de ducto certificados y etiquetados para espacio libre cero respecto a los materiales combustibles. El aislamiento instalado en el área inmediata de cada calefactor debe estar clasificado para la temperatura máxima producida sobre la superficie del ducto.

3007.3 Instalación con bombas de calor y acondicionadores de aire. Los calefactores de ducto ubicados dentro de los 1 219 mm (4 pies) de una bomba de calor deben contar con certificado y en su placa debe indicarse que son aptos para dicha instalación. Adicionalmente, deben estar certificados y sellados y su etiqueta debe indicar que son los adecuados para operar en dichas instalaciones de calefactor de ducto.

3007.4 Acceso. Los calefactores de ducto deben estar accesibles para el servicio y debe mantenerse un espacio libre que permita el ajuste, servicio y reemplazo de los controles y de los elementos de calefacción.

3007.5 Seguro del ventilador. El circuito del ventilador debe estar provisto de un dispositivo de seguridad para evitar el funcionamiento del calefactor cuando el ventilador no esté operando.

SECCIÓN 3008
CALEFACTORES DE PISO CON VENTILACIÓN.

3008.1 Consideraciones generales. Los calefactores de piso con ventilación deben cumplir con las especificaciones que señalen las NOM respectivas y la **UL 729** y deben estar instalados según su certificación,

las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos de este CEV.

3008.2 Espacios libres. Los calefactores de piso con ventilación deben estar instalados según su certificación y de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3008.3 Ubicación. La ubicación de los calefactores de piso con ventilación debe cumplir con los siguientes requisitos:

3008.3.1 Las rejillas de piso de calefactores de piso deben instalarse a no menos de 152 mm (6 pulgadas) medidos desde el muro.

3008.3.2 Las rejillas de muro en calefactores de piso deben instalarse a no menos de 152 mm (6 pulgadas) desde el muro contiguo en las esquinas superiores.

3008.3.3 La rejilla del calefactor debe estar ubicada a no menos de 305 mm (12 pulgadas) de las puertas en cualquier posición, cortinajes u otros objetos combustibles similares.

3008.3.4 La rejilla del calefactor debe ubicarse al menos a 1524 mm (5 pies) por debajo de cualquier tipo de material combustible saliente.

3008.3.5 El quemador del calefactor de piso no debe proyectarse debajo del área de piso ocupada.

3008.3.6 El calefactor de piso no debe ser instalado en una construcción de piso de concreto construido a nivel del terreno.

3008.3.7 El calefactor de piso no debe ser instalado en donde una puerta pueda oscilar dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la abertura.

3008.4 Acceso. Se debe contar con una abertura en la cimentación de no menos de 457 mm (18 pulgadas) por 610 mm (24 pulgadas) o una puerta trampa de no menos de 559 mm (22 pulgadas) por 762 mm (30 pulgadas) para tener acceso al calefactor de piso. La abertura y el pasillo deben ser lo suficientemente grandes como para permitir el reemplazo de cualquiera de las partes del equipo.

3008.5 Instalación. Las instalaciones de calefactores de piso con ventilación deben cumplir los siguientes requisitos:

3008.5.1 Los termostatos que controlan los calefactores de piso deben ubicarse en el cuarto en que se ubica la rejilla del calefactor de piso con ventilación.

3008.5.2 Los calefactores de piso deben ser soportados independientemente de las rejillas del calefactor de piso.

3008.5.3 Los calefactores de piso deben ser instalados a no menos de 152 mm (6 pulgadas) del nivel del suelo. El espacio libre puede ser reducido a 51 mm (2 pulgadas) siempre que los 152 mm (6 pulgadas) inferiores de la losa estén sellados para evitar la filtración de agua.

3008.5.4 Donde se requiera realizar una excavación para instalar un calefactor de piso, la excavación debe extenderse 762 mm (30 pulgadas) más allá del lado de control del calefactor de piso con ventilación y 305 mm (12 pulgadas) más allá de los lados restantes. La excavación debe tener una pendiente hacia fuera desde el perímetro de la base de la excavación hasta el nivel del terreno circundante en un ángulo que no exceda los 45 grados (0,39 rad) desde la línea horizontal.

3008.5.5 Los calefactores de piso no deben estar soportados desde el suelo.

SECCIÓN 3009
CALEFACTORES DE MURO CON VENTILACIÓN

3009. 1 Consideraciones generales. Los calefactores de muro con ventilación deben cumplir con las especificaciones que señala UL 730 ó la normatividad nacional y deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante y a los requisitos de este CEV.

3009.2 Ubicación. La ubicación de los calefactores de muro con ventilación debe cumplir con los siguientes requisitos:

3009.2.1 Deben estar ubicados de manera tal que no causen riesgos de incendios a los muros, los pisos, mobiliario combustible o puertas. Los calefactores de muro con ventilación instalados entre los baños y otros cuartos contiguos no deben permitir la circulación de aire desde los baños a otra parte de la edificación.

3009.2.2 Los calefactores de muro con ventilación no deben estar ubicados en lugares donde el giro de una puerta esté a 305 mm (12 pulgadas) de la entrada o salida de aire del calefactor medidas en ángulo recto respecto de la abertura. No deben instalarse topes de puerta ni cerradores de puerta para obtener este espacio libre.

3009.3 Instalación. Las instalaciones de calefactores de muro con ventilación deben cumplir con los siguientes requisitos:

3009.3.1 El espesor de los muros requeridos debe estar de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3009.3.2 Los ductos no deben estar fijos a un calefactor de muro. Las extensiones de la carcasa

o accesorios de transición deben ser instalados sólo cuando cuenten con un certificado como parte de un aparato y en su etiqueta aparezca el sello del organismo aprobado que lo certifica.

3009.3.3 Debe estar instalada una válvula de cierre manual delante de todos los controles.

3009.4 Acceso. Los calefactores de muro con ventilación deben contar con un acceso para la limpieza de las superficies de calefacción; remoción de los quemadores, reemplazo de las secciones, motores, controles, filtros y otras partes útiles; y para el ajuste y lubricación de las partes que requieran dicha atención. Los paneles, rejillas y puertas de acceso que deben ser removidas para operaciones normales de servicio no deben fijarse a la construcción de la edificación.

SECCIÓN 3010
CALEFACTORES DE CUARTO CON VENTILACIÓN

3010.1 Consideraciones generales. Los calefactores de cuarto con ventilación deben estar sometidos a las pruebas y ensayos que marcan UL 1482 y UL 896 ó la normatividad nacional e instalados de acuerdo a su certificación, a las instrucciones de instalación del fabricante y a los requisitos que se establecen en este CEV.

3010.2 Instalación en los pisos. Los calefactores de cuarto deben instalarse sobre pisos no combustibles o construidos con materiales no combustibles aprobados que se extiendan por lo menos 457 mm (18 pulgadas) más allá de todos los lados del aparato.

Excepciones:
1. Los calefactores de cuarto certificados deben estar instalados sobre pisos no combustibles, o construidos de materiales no combustibles o protectores de piso con certificación, con materiales y dimensiones acordes a las instrucciones del fabricante del aparato.

2. Los calefactores de cuarto certificados para la instalación sobre pisos combustibles sin protección de piso deben ser instalados según las instrucciones del fabricante.

SECCIÓN 3011
EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO POR REFRIGERACIÓN

3011.1 Refrigerantes aprobados. Los refrigerantes utilizados en sistemas de refrigeración directa deben cumplir con lo que señala ANSI/ASE 34 HRA o las disposiciones reglamentarias nacionales o extranjeras aplicables reconocidas.
3011.2 Serpentines de refrigeración en calefactores de aire de media temperatura. Cuando se ubica un serpentín de enfriamiento en el pleno de suministro de un calefactor de aire de mediana temperatura, el ventilador del calefactor debe estar clasificado a no menos de 6,2 mm (0.5 pulgadas) de presión estática de columna de agua (124 Pa) a menos que el calefactor cuente con certificado y en su etiqueta con sellado aprobado indique que puede usarse con un serpentín de enfriamiento. Los serpentines de enfriamiento no deben estar ubicados a contracorriente desde los intercambiadores de calor, a menos que cuenten con certificado que lo permita y esté indicado en su etiqueta que es para tal uso. Se puede permitir la conversión de calefactores existentes para uso con serpentín de enfriamiento siempre que los calefactores operen dentro del incremento de temperatura especificado para los mismos.

3011.3 Descarga de condensados. Los condensados de todo serpentín de enfriamiento o evaporadores deben ser transportados desde la salida de la charola de condensados hasta un lugar aprobado de descarga. Los condensados no deben descargarse a la calle, callejón u otras áreas en que causen molestias

3011.3.1 Sistemas de drenajes auxiliares y secundarios. Además de los requisitos de la Sección 3011.3, se debe proveer una charola de drenaje auxiliar o secundaria debajo de todo serpentín de enfriamiento o evaporador en donde se pueda dañar cualquier componente de la clasificación si ocurriera un desborde de la charola o se obstruyera la tubería de condensado. La tubería de drenaje debe tener un diámetro nominal mínimo de 19 mm (¾ pulgadas). Se debe usar uno de los siguientes métodos:

1. Una charola de drenaje auxiliar con drenaje propio debe instalarse debajo de los serpentines en donde va a ocurrir la condensación. Esta charola auxiliar debe drenar a un punto de descarga en donde sea evidente que la charola primaria está obstruida. La charola debe tener una profundidad mínima de 38 mm (1.5 pulgadas) un tamaño de al menos 76 mm (3 pulgadas) mayor que el ancho y largo de la unidad o serpentín y estar construida de un material resistente a la corrosión. Las charolas metálicas deben tener un espesor mínimo de 0,7 mm (0.0276 pulgadas). Las charolas no metálicas deben tener en sus paredes un espesor mínimo de 1,6 mm (0.0625 pulgadas).

2. Se debe conectar una línea aparte de drenaje en caso de desborde de la charola, si esto viene dispuesto con el equipo. Esta línea debe drenar a un punto de descarga en donde sea evidente que la charola primaria está obstruida. Además esta línea debe conectarse a la charola de drenaje en un punto superior al de drenaje primario.
3. Se debe proveer una charola de drenaje auxiliar por debajo del serpentín en donde

va a ocurrir la condensación y sin línea de drenaje. Esta charola debe estar equipada con un dispositivo de detección del nivel de agua que apague el equipo antes de que se desborde. La charola debe construirse de acuerdo con el punto 1 de esta sección.

3011.3.2 Materiales y tamaños de tubería rígida de drenaje. Los componentes de los sistemas de drenaje de condensados deben ser de tubería rígida o tubería semirrígida de hierro colado, hierro galvanizado, cobre, polietileno de enlace cruzado, polibutileno, polietileno, ABC, CPVC o PVC. Todos los componentes deben ser escogidos de acuerdo con la clasificación de presión y temperatura de la instalación. Las líneas de drenaje de condensado deben ser de al menos 19 mm (3/4 pulgadas) de diámetro interno y no deben reducir su tamaño desde la conexión de la bandeja de condensados hasta el punto de descarga. En caso de que unan dos o más líneas de drenaje la tubería rígida o la tubería semirrígida deben dimensionarse de acuerdo con métodos aprobados. Todas las secciones horizontales de tuberías de drenaje deben instalarse uniformemente a una misma pendiente.

3011.4 Aislamiento de tuberías de refrigerantes. Las tuberías y accesorios para las líneas de vapor refrigerante (succión) deben estar aisladas con aislantes que tengan una resistividad térmica de R = 4.0 hr * ft2 ºF/BTU como mínimo y que tengan una permeancia de superficie externa que no exceda de 0,05 perms 2,87 ng/(s * m2*Pa) cuando sean sometidas a ensayos según especificaciones de **ASTM E 96.**

SECCIÓN 3012
EQUIPO DE ENFRIAMIENTO POR ABSORCIÓN.

3012.1 Aprobación del equipo. Los sistemas de enfriamiento por absorción deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3012.2 Eliminación de líquidos de condensación. Los condensados de un serpentín de enfriamiento deben estar dispuestos tal como se especifica en la **Sección 3011.3.1**.

3012.3 Aislamiento de tuberías. Las tuberías refrigerantes, las tuberías de agua salobre y los accesorios dentro de una edificación deben estar aislados para evitar que se forme condensación de líquidos sobre la tubería.

3012.4 Protección de alivio de presión. Los sistemas de absorción deben estar protegidos con un dispositivo de alivio de presión. La descarga del dispositivo de alivio de presión debe estar ubicada de manera tal que no ponga en peligro a las personas o a la propiedad.

SECCIÓN 3013
EQUIPO DE ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN.

3013.1 Consideraciones generales. Los equipos de enfriamiento que utilizan evaporación de agua para enfriamiento deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante. Los enfriadores evaporativos deben estar instalados sobre una plataforma o base nivelada a una altura no menor de 76 mm (pulgadas) por encima del nivel de suelo contiguo y asegurados para evitar desplazamientos. Las aberturas en los muros exteriores deben tener contratapas de acuerdo a las especificaciones de la **Sección 1004.**

3013.2 Protección de agua potable. El sistema de agua potable debe estar protegido del contraflujo según las disposiciones en el **Capítulo 6 Ingeniería Urbana.**

SECCIÓN 3014
HOGAR TIPO ESTUFA

3014.1 Consideraciones generales. Los hogares tipo estufa deben estar construidos bajo una NOM, NMX o norma extranjera reconocida, contar con certificado de aprobación expedido por un organismo acreditado, portar etiqueta con el sello de quien lo certifica e instalarse de acuerdo a los términos de su certificación. Los hogares tipo estufa deben ser sometidos a ensayos según señale la normatividad nacional o extranjera reconocida. Se debe tomar como referencia las especificaciones UL 737.

3014.2 Extensión de los calefactores. Las extensiones de los hogares tipo estufa deben ser instaladas de acuerdo con lo que indique la certificación del hogar tipo estufa. La extensión del hogar debe ser fácilmente diferenciable del área de piso circundante.

SECCIÓN 3015
CALEFACTORES DE MAMPOSTERÍA

3015.1 Consideraciones generales. Las chimeneas en mampostería deben ser construidas de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería y a lo que señale la normatividad nacional o extranjera reconocida.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 31 - SISTEMAS DE EXTRACCIÓN

SECCIÓN 3101
EXTRACCIÓN EN SECADORAS DE ROPA

3101.1 Consideraciones generales. Los sistemas de extracción de las secadoras de ropa deben ser independientes de cualquier otro tipo de sistema, deben conducir la humedad al exterior y deben concluir en la parte exterior de la edificación. Las terminaciones de los ductos de extracción deben cumplir con las instrucciones del fabricante. No deben instalarse pantallas en la terminación del ducto. Los ductos de extracción no deben ser conectados con tornillos o medios de fijación de chapa metálica que se extiendan dentro del conducto. Los ductos de extracción deben estar equipados con un regulador de tiro de contratiro.

Los ductos de extracción deben ser construidos con ductos de metal rígido de un mínimo de 0.406 mm (0.016 pulgadas) de espesor, que tengan superficies interiores lisas con juntas que se extiendan en la dirección del flujo de aire.

Los ductos de transición flexibles utilizados para conectar la secadora de ropas al sistema de ductos de extracción deben limitarse a una longitud máxima de 2438 mm (8 pies) y deben estar certificados y sellados. Los ductos de transición no deben estar ocultos dentro de la construcción.

3101.2 Tamaño del ducto de extracción. El diámetro del ducto de extracción debe ser el requerido por las especificaciones de la secadora de ropa y las instrucciones de instalación del fabricante.

3101.3 Limites de longitud. La longitud máxima del ducto de extracción de una secadora de ropa no debe exceder los 7620 mm (25 pies) a partir de la ubicación de la secadora respecto del muro o de la terminación del techo.

SECCIÓN 3102
CAMPANAS DE EXTRACCIÓN SUPERIOR

3102.1 Consideraciones Generales. Las unidades domésticas de parrilla superior abierta deben estar provistas de una campana de extracción metálica, de calibre 28 como mínimo, con un espacio libre no menor de 6,4 mm (0.25 pulgada) entre la campana y la superficie de abajo de material combustible o de los gabinetes. Debe mantenerse un espacio libre de 610 mm (24 pulgadas) como mínimo entre la superficie de cocción y el material combustible o gabinete. La campana debe, como mínimo tener el mismo ancho que la unidad de parrilla y debe extenderse sobre la totalidad de la unidad.

La campana de extracción debe descargar en el exterior y debe estar equipada con un regulador de tiro de contratiro u otro medio para controlar la infiltración / exfiltración cuando no esté en funcionamiento. Las unidades de parrilla que incorporan un sistema de extracción integrado y que cuentan con un certificado y en su etiqueta se indica que pueden ser usadas sin campana de extracción, no necesitan ser provistas con una.

SECCIÓN 3103
DUCTOS DE EXTRACCIÓN

3103.1 Ductos. La construcción de ductos de extracción debe cumplir con lo indicado en el **Capítulo 32**.

SECCIÓN 3104
VENTILACIÓN MECÁNICA

3104.1 Consideraciones generales. Cuando los excusados y baños sean ventilados mecánicamente, el equipo de ventilación debe ser instalado de acuerdo a las especificaciones de esta sección.

3104.2 Recirculación de aire. El aire de extracción proveniente de los baños y excusados no debe ser recirculado dentro de la edificación o dentro de otra unidad de vivienda

3104.3 Gasto de ventilación. Los sistemas de ventilación deben estar diseñados para tener la capacidad de extraer el gasto mínimo de aire determinado en la **Tabla 3104.3**.

Tabla 3104.3

ÁREA A SER VENTILADA	GASTO DE VENTILACIÓN
Cocinas	2,8331 m3/minuto(100 cfm) intermitentes ó 0,707 m3/minuto (25 cfm) continuos

Baños - Excusados	Capacidad de extracción mecánica de 1,415 m3/minuto (50 cfm) intermitentes ó 0,566 m3/minuto (20 cfm) continuos.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 32 - SISTEMAS DE DUCTOS

SECCIÓN 3201
CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS

3201.1 Diseño de ductos. Los sistemas de ductos que den servicio a los equipos de calefacción, enfriamiento y ventilación deben estar fabricados según las dimensiones de esta sección o las recomendaciones dadas por la Asociación de Fabricantes de Ductos para Aires Acondicionados nacionales o bien según lo especificado en el Manual D-95 de los Contratistas Americanos de Aire Acondicionado (**ACCA: Air Conditioning Contractors of America**).

3201.1.1 Sistemas de ductos sobre el terreno. Los sistemas de ductos sobre el terreno deben cumplir con lo siguiente:

1. El equipo conectado a los sistemas de ducto debe estar diseñado para limitar las temperaturas del aire de descarga a un máximo de 121 ºC (250°F)

2. Los ductos para manejo de aire hecho en fábrica deben ser construidos con materiales de clase 0 con un índice de propagación 0 ó de clase 1 con un índice de propagación 25.

3. La construcción de ductos de fibra debe realizarse según el Estándar de Construcción de los Fabricantes de Ductos en Fibra de Vidrio. (*Para información adicional consultar los manuales de la* ***Fibrous Glass Ducts Construction -SMACNA- o Fibrous Glass Ducts Construction -NAIMA-***)

4. El espesor mínimo del material de los ductos de metal debe ser el indicado en la **Tabla 3201.1.1.** El acero galvanizado debe cumplir con las especificaciones de la normatividad nacional (*Para más información ver norma* ***ASTM A 521***).

5. Se permite el uso de productos de yeso para la construcción de ductos o plenos de retorno de aire siempre que la temperatura del aire no exceda los 52 ºC (125°F) y que las superficies expuestas no estén sujetas a procesos de condensación.

6. Los sistemas de ductos deben ser construidos con materiales que tengan un índice de propagación de llama no mayor de 200.

7. Los huecos de los muros con postes (entramado) y el espacio entre las vigas de piso macizo que vayan a ser utilizados como plenos deben cumplir las siguientes condiciones:

7.1 Dichos huecos o espacios no deben ser utilizados como plenos para el suministro de aire.

7.2 Dichos plenos o espacios no deben ser parte de un conjunto clasificado como resistente al fuego.

7.3 Los huecos de los muros de entramado no deben enviar aire desde más de un nivel de altura.

7.4 Los huecos de los muros de entramado y los plenos de espacio entre vigas deben estar aislados de los espacios ocultos contiguos por bloqueos antifuego herméticos.

Tabla 3201.1.1
Calibre de los ductos y plenos de metal usados para calefacción o enfriamiento

Tipo de ducto	Tamaño Mm	Espesor mínimo Mm	Calibre de lámina galvanizada equivalente	Calibre b&s de aluminio aproximado
Ductos redondos y ductos rectangulares encerrados	355,6 o menos (14 pulgadas o menos)	0,3302	30	26
	más de 355,6 (más de 14 pulgadas)	0,4064	28	24
Ductos rectangulares expuestos	355,6 o menos (14 pulgadas o menos	0,3302	28	24
	más de 355,6 (más de 14 pulgadas)	0,4064	26	22

3201.1.2 Sistema de ductos subterráneos. Los sistemas de ductos subterráneos deben ser construidos con concreto, arcilla, metal o plástico aprobados. La temperatura máxima de un ducto de plástico no debe exceder los 66 ºC (150°F). Los ductos de metal deben estar protegidos contra la corrosión de una manera aprobada o deben estar completamente embutidos en concreto de no menos de 51 mm de espesor. Los ductos no metálicos deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación de los fabricantes. Los materiales de las tuberías rígidas y accesorios plásticos deben conformar la clasificación de las celdas **1254-B de ASTM D 1784** y las propiedades de carga externas de **ASTM D 2412** ó lo que señale la normatividad nacional. Todos los ductos deben tener una pendiente hacia un punto accesible para el desagüe. Donde estén embutidos en concreto los ductos deben estar sellados y asegurados antes de colocar el concreto. Los ductos metálicos que tengan un revestimiento protector aprobado y los ductos no metálicos deben ser instalados según las instrucciones del fabricante.

3201.2 Ductos hechos en fábrica. Los ductos para aire hechos en fábrica o el material de los ductos deben ser los aprobados para el uso previsto y deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación de los fabricantes.

3201.2.1 Materiales para el aislamiento de ductos. Los materiales para aislamiento de ductos deben ajustarse a los siguientes requisitos:

1. Los revestimientos y recubrimientos de los ductos deben tener un índice de propagación de llama no mayor de 25 y un índice de generación de humo no mayor de 50 cuando sean sometidos a pruebas de ensayo según las especificaciones de **ASTM E 84**. Las muestras sometidas a ensayos de prueba de acuerdo a **ASTM E 84** deben ser representativas del material compuesto final.

2. Los revestimientos y recubrimientos de los ductos no deben levantar flama, fulgurar, arder o humear cuando sean sometidos a ensayos de prueba, según las especificaciones de **ASTM C 411** ó las de la normatividad nacional, a la temperatura a la que están expuestos en servicio. La temperatura no debe descender debajo de los 121 ºC (250°F).

3. El aislamiento de los ductos externos y los ductos flexibles aislados en fábrica deben tener una impresión o identificación legibles en intervalos no mayores de los 914 mm (36 pulgadas) con el nombre del fabricante, el valor de R de resistencia térmica para el espesor instalado especificado y los índices de propagación de llama y de generación de humo de los materiales compuestos. Los valores R de los productos de todo aislamiento de ductos deben basarse sólo en el aislamiento, excluyendo las películas de aire, los retardadores de vapor o cualquier otro componente del ducto y deben estar basados sobre Valores-C comprobados a una temperatura media de 24 ºC (75° F) para el espesor instalado, de acuerdo a los procedimientos industriales reconocidos. El espesor instalado del aislamiento del ducto utilizado para determinar sus valores R debe ser determinado de la siguiente forma:

3.1 Para el panel del ducto, el revestimiento del ducto y los ductos rígidos hechos en fábrica normalmente no sometidos a compresión, debe utilizarse el espesor de aislamiento nominal.

3.2 Para ductos aislados con cinta aislante, el espesor instalado se debe asumir como el setenta y cinco por ciento (75%) (compresión de veinticinco por ciento 25%) del espesor nominal.

3.3 Para los ductos de aire flexibles hechos en fábrica, el espesor instalado debe determinarse dividiendo la diferencia entre el diámetro externo real y el diámetro interno nominal entre dos.

3201.2.2 Aisladores de vibración. Los aisladores de vibración instalados entre el equipo mecánico y los ductos metálicos deben ser fabricados con materiales aprobados y no deben exceder los 254 mm (10 pulgadas) de longitud.

3201.3 Instalación. La instalación de los ductos debe cumplir con las especificaciones incluidas en las **Secciones 3201.1.3.1 a 3201.3.6.**

3201.3.1 Juntas y costuras. Las uniones de los sistemas de d uctos deben hacerse totalmente herméticas al aire por medio de cinta, mastique, empaquetadura de cintas o algún otro sistema aprobado de cerramiento. Los sistemas de cerramiento utilizados con los ductos rígidos de fibra de vidrio deben cumplir las especificaciones de UL 181 A y deben exhibir las marcas "181A-P" Para las cintas sensibles a la presión "181A-M" par los mastiques o "181A-H" para las cintas sensibles al calor, los sistemas de cerramiento utilizados con los ductos para aire flexibles y los conectores de aire flexibles deben cumplimentar las especificaciones de UL-"181-B-FX" y exhibir las marcas "181-B-FX" para las cintas sensibles a la presión o "181-B.M" para los mastiques. Las conexiones de los ductos a las bridas en los equipos de sistema de distribución de aire por conexiones metálicas deben ser ajustadas mecánicamente. Las uniones de pliegue en los ductos redondos deben tener una traslape de contacto de por lo menos 40 mm (1.5 pulgadas) y deben ser ajustadas mecánicamente por medio de tres tornillos o remaches de metal laminado igualmente espaciados alrededor de las uniones.

3201.3.2 Soportes. Los conductores metálicos deben estar soportados por flejes metálicos calibre

18 de 127 mm (0.5 pulgadas) de ancho o alambre galvanizado de calibre 12 en intervalos que no excedan los 3048 mm (10 pies) o cualquier otro medio aprobado. Los ductos no metálicos deben estar soportados según lo especificado en las instrucciones de instalación del fabricante.

3201.3.3 Bloqueo antifuego. Cuando los ductos se encuentren dentro del entramado en muros de madera, la instalación de ductos debe tener bloqueo antifuego de acuerdo a las especificaciones R602.8.

3201.3.4 Aislamiento de los ductos. El aislamiento de los ductos debe ser instalado de acuerdo a los siguientes requisitos:

1. Un retardador de vapor que tenga una permanencia de 0,05 perm [(2,87 ng/(s m2 Pa)] según las especificaciones de la ASTM E 96 ó lo que señale la normatividad nacional o una hoja de aluminio con un espesor mínimo de 0,051 mm, deben ser instalados en el exterior del aislamiento de los ductos de suministro de enfriamiento que pasen a través de espacios no acondicionados favorables a la condensación.

2. Los sistemas de ductos exteriores deben estar protegidos contra los elementos.

3. Los revestimientos de los ductos no deben penetrar un muro o piso con bloqueo antifuego.

3201.3.5 Ductos para manejo de aire hechos en fábrica. Los ductos para aire hechos en fábrica deben ser instalados en o sobre el nivel del suelo, en tuberías rígidas cerámicas o de metal, o dentro de mampostería u hormigón.

3201.3.6 Separación de los ductos. Los ductos deben ser instalados con una separación de al menos 10 cm (4 pulgadas) de la tierra, excepto cuando se cumplan los requisitos especificados en la **Sección 3101.1.2**.

3201.3.7 Ductos ubicados en cocheras. Los ductos ubicados en cocheras deben cumplir los requisitos especificados en la **Sección 803** del **Capítulo 8. Diseño del Edificio.**

3201.3.8. Zonas con riesgo de inundación. En las zonas propensas a inundaciones los sistemas de ductos deben estar ubicados o ser instalados según las especificaciones de la **Sección 824 y 3902.2.**

3201.4 Plenos debajo del piso. Cualquier espacio bajo el piso utilizado como pleno de suministro debe cumplir con los requisitos de esta sección. Las líneas de gas combustible y las aberturas para la limpieza de desperdicios en instalaciones hidráulicas y sanitarias no deben estar ubicadas dentro de estos espacios.

3201.4.1 Generalidades. El espacio debe limpiarse para dejarlo libre de materiales combustibles sueltos y desperdicios y debe estar cerrado herméticamente. La superficie de suelo del espacio debe estar cubierta con una barrera de humedad que tenga un espesor mínimo de 0,102 mm.

3201.4.2 Materiales. El espacio debajo del piso que incluya el aislamiento de muro lateral debe estar conformado por materiales que tengan clasificación de propagación de llama no mayor a 200 cuando sean sometidos a ensayos de prueba según las especificaciones de la **ASTM E 84** o bien la normatividad nacional.

3201.4.3 Conexiones de calefactores. Cualquier ducto debe extenderse desde la salida de suministro del calefactor y hasta no menos de 152 mm (6 pulgadas) por debajo de la estructura combustible. Este ducto debe cumplir las disposiciones de la **Sección 3201.1**. Un receptáculo no combustible debe ser instalado por debajo de cualquier abertura del piso dentro del pleno, de acuerdo a los siguientes requisitos:

a. El receptáculo debe ser suspendido y asegurado desde los miembros del piso y no debe estar a más de 45,7 cm por debajo de la abertura del piso.

b. El área del receptáculo debe extenderse 76 mm (3 pulgadas) más allá de la abertura en todos los lados.

c. El perímetro del receptáculo debe tener un reborde vertical de un mínimo de 25,4 mm (1 pulgada) de altura en los lados abiertos.

3201.4.4 Acceso. El acceso a un pleno debajo del piso debe ser provisto a través de una abertura en el piso con una dimensión mínima de 457 mm por 610 mm (18 por 24 pulgadas).

3201.4.5 Controles en calefactores. El calefactor debe estar equipado con un control automático que hace accionar el ventilador circulante de aire cuando el aire en el sombrerete del horno alcanza una temperatura no mayor de los 66 ºC (150°F). El horno debe estar además equipado con un control automático aprobado que limite la temperatura de aire de salida a 93 ºC (200 °F).

SECCIÓN 3202
AIRE DE RETORNO

3202.1 Aire de retorno. El aire de retorno debe tomarse desde el interior de la vivienda. El diluir el aire de retorno con aire del exterior no está prohibido.

3202.2 Fuentes prohibidas. El aire exterior o de retorno para un sistema de calefacción o de enfriamiento de aire forzado no debe tomarse de los

siguientes lugares:

1. A una distancia menor a los 3,048 m (10 pies) de la salida de ventilación de un aparato, de la abertura de ventilación de un sistema de desagüe de instalaciones hidráulicas y sanitarias o de la salida de descarga de un ventilador de extracción, a menos que el orificio de salida estuviera a 914 mm (3 pies) por encima de la parte exterior.

2. En donde hubiera presencia de vapores inflamables, o a menos de 3,048 m (10 pies) por encima de la superficie de cualquier tope, vía pública o entrada para autos en viviendas particulares o a nivel del terreno junto a una acera, calle, callejón o entrada para vehículos.

3. De un cuarto o espacio cuyo volumen sea inferior al veinticinco por ciento (25%) del volumen total al que dicho sistema le presta servicio. En donde esté conectado por una abertura permanente que tenga un área dimensionada de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, los cuartos o espacios contiguos deben ser considerados como un cuarto o espacio único para los fines de determinar el volumen de dichos cuartos o espacios. (*Para mayor información consultar el* ***Manual D de la ACCA***)

4. Un armario, baño, excusado, cocina, cochera, sala mecánica, cuarto del calefactor u otra unidad de vivienda.

5. Un cuarto o espacio que contenga un aparato de combustión en donde dicho cuarto o espacio sirva como la única fuente de retorno.

Excepciones:

1. El aparato de combustión es un aparato de ventilación directa o un aparato que no requiere ventilación conforme a las especificaciones de los Capítulos 36 y 37.

2. El cuarto o espacio cumple con los siguientes requisitos:

a. El aire de retorno es tomado de un cuarto o espacio que tenga un volumen superior a 9 L/W (1 pie cúbico por cada Btu/h) de clasificación de potencia combinada de todos los aparatos de combustión que se encuentren ahí.

b. El volumen de aire de suministro descargado nuevamente dentro del mismo espacio es aproximadamente igual al volumen de aire de retorno tomado del espacio.

c. Las entradas del aire de retorno no están ubicadas dentro de los 3084 mm (10 pies) de cualquier fogón o campana de tiro de un aparato en el mismo cuarto o espacio.

d. Los cuartos o espacios que contengan aparatos que consuman combustibles sólidos, siempre que las entradas de aire de retorno estén localizadas a no menos de 3084 mm (10 pies) del fogón de dichos aparatos.

3202.3 Protección de las entradas. Las entradas de aire del exterior deben estar revestidas con pantallas que tengan aberturas no menores de 6,4 mm (1/4 de pulgada) y no mayores de 12,7 mm (1/2 pulgada).

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 33 - AIRE PARA COMBUSTIÓN

SECCIÓN 3301
CONSIDERACIONES GENERALES

3301.1 Suministro de aire. Los aparatos de combustión de combustibles líquidos o sólidos deben estar provistos de un suministro de aire de combustión, campana de tiro para dilución y ventilación del espacio en donde el aparato sea instalado de acuerdo con la **Sección 3301.2 y la 3301.3.** Los métodos de provisión de aire de combustión de este capítulo no se aplican a hogares de mampostería, prefabricados y aparatos de ventilación directa.

3301.1.2 Edificaciones de construcción excepcionalmente herméticas. En edificaciones de construcción excepcionalmente hermética, el aire de combustión debe obtenerse desde afuera de la envolvente térmica sellada. En edificaciones de construcción de estanqueidad común, en lo que a la infiltración concierne, todo o una parte del aire de combustión para aparatos de combustión puede ser obtenido por infiltración cuando el cuarto o espacio tenga un volumen de 4,83 L/W (Btu/h) de entrada.

3301.2 Sistemas de extracción y ventilación. Los requerimientos de aire para la operación de ventiladores de extracción, sistemas de ventilación de cocina, secadores de ropa y hogar deben ser considerados para determinar la adecuación de un espacio para proveer aire de combustión.

3301.3 Reguladores de tiro de volumen prohibido. No se deben instalar reguladores de tiro de volumen en las aberturas para aire de combustión.

3301.4 Fuentes prohibidas. Los ductos de aire de combustión y aberturas no deben conectar cerramientos de aparatos con espacios en los que la operación de un ventilador pueda afectar adversamente el flujo de aire de combustión. El aire de combustión no debe obtenerse de un área en la que haya vapores inflamables que presenten un peligro.

Los aparatos de combustión no deben obtener el aire de combustión de ninguno de los siguientes espacios:

A. Dormitorios
B. Baños
C. Inodoros

Excepción: Se debe permitir que los siguientes aparatos obtengan aire de combustión de dormitorios, baños y excusados:

A. Aparatos de combustión de sólidos siempre que el cuarto no sea un espacio confinado y la edificación no sea una construcción excepcionalmente hermética.

B. Aparatos instalados en una envolvente en la que todo el aire de combustión sea tomado del exterior y la envolvente esté equipada con una puerta con burlete y dispositivo de autocierre.

3301.5 Áreas de abertura. El área libre de cada abertura debe ser utilizada para determinar el aire de combustión. A menos que sea especificado de otra manera por el fabricante o determinado por las mediciones actuales, el área libre debe ser considerada setenta y cinco por ciento (75%) del área total para celosías metálicas y veinticinco por ciento (25%) del área total para celosías de madera.

3301.6 Ubicación de la abertura. En áreas propensas a inundaciones, las aberturas deben estar ubicadas en o por encima de la elevación de la inundación de diseño establecida.

SECCIÓN 3302
AIRE DEL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS

3302.1 Volumen requerido. Donde el volumen del espacio en el que se instalen los aparatos de combustión sea mayor a 4.83 L/W (50 pies3 por 1000/BTu/h) de clasificación de entrada agregada en edificios de estanqueidad común, en lo que concierne a la infiltración, la infiltración normal debe ser tomada como adecuada para proveer aire de combustión. Los cuartos que se comuniquen directamente con el espacio donde los aparatos estén instalados a través de aberturas no amuebladas con puertas deben ser considerados parte del volumen.

3302.2 Espacio confinado. Si el espacio en el que el aparato se ubica no cumple con los criterios especificados en la Sección 3302.1, dos aberturas deben ser provistas de manera tal que el volumen combinado de los espacios cumpla con el criterio. Una abertura debe estar a los 305 mm (12 pulgadas)

de la parte superior y una dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la parte inferior del espacio, como se ilustra en la Figura 3302.2 cada abertura debe tener un área libre mínima de 2.20 mm2/W (1 pulgada cuadrada por 1000 Btu/h) de clasificación de entrada de todos los aparatos instalados dentro del espacio, pero no menos de 0,064 m2 (100 pulgadas cuadradas).

3302.3 Construcción excepcionalmente estanca. Donde el espacio sea de volumen adecuado con la Sección 3302.1, pero esté dentro de una edificación sellada tan estancamente que la infiltración del aire no sea la adecuada para la combustión, el aire de combustión debe ser obtenido del exterior o de espacios que se comuniquen libremente con el exterior de acuerdo con la **Sección 3303.**

SECCIÓN 3303
AIRE DEL EXTERIOR

3303.1 Aire exterior. Cuando el espacio en el que se localicen los aparatos de combustión no cumpla con los criterios para aire interior especificados en la Sección 3302, se debe suministrar aire de combustión exterior como se especifica en la **Sección 3303.2**.

3303.2 Dos aberturas o ductos. El aire de combustión exterior debe ser suministrado a través de aberturas o ductos como se ilustra en las Figuras 3303.2(1), 3303.2(2), 3303.2(3) y 3303.2(4). Una abertura debe ubicarse dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la parte superior del cerramiento y una dentro de los 305mm de la parte inferior del cerramiento. Se debe permitir que las aberturas se conecten a espacios que se comuniquen directamente con el exterior, tales como espacios angostos ventilados o áticos ventilados. El mismo conducto o abertura no debe servir a ambas aberturas de combustión. El ducto que sirva a la abertura superior debe ser nivelado o extenderse hacia arriba del espacio del aparato.

Figura 3303.2 (1) Aparatos ubicados en espacios confinados – todo el aire tomado del exterior a través de dos aberturas

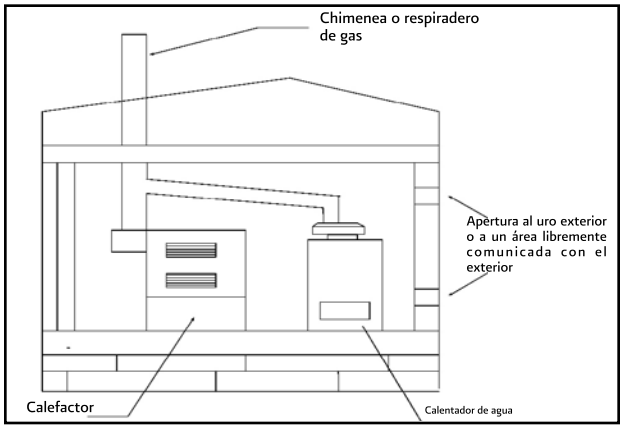


Figura 3303.2 (2) Aparatos ubicados en espacios confinados –todo el aire tomado del exterior a través de ductos

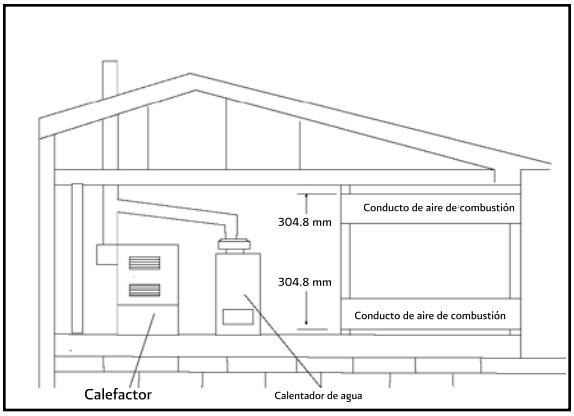


Figura 3303.2 (3) Aparatos ubicados en espacios confinados – todo el aire tomado del exterior a través de un desván

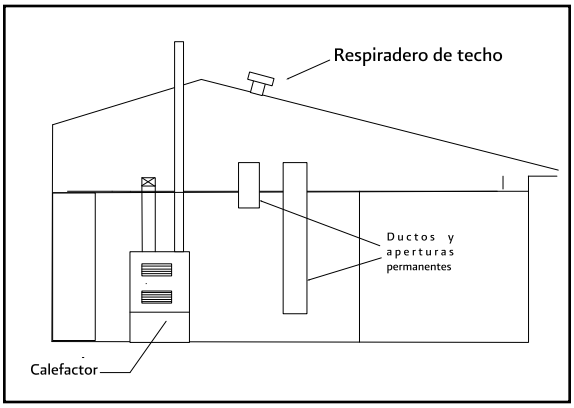
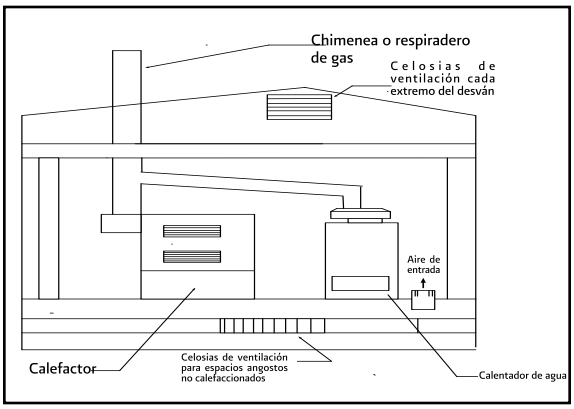


Figura 3303.2 (4) Aparato ubicado en espacio confinados – aire de entrada tomado de espacios angostos ventilados



3303.2.1 Tamaño de la abertura. Donde se comuniquen con el exterior a través de los ductos verticales cada abertura debe tener un área libre de al menos 0,550 mm2/W (una pulgada cuadrada por 4000Btu/h) de clasificación total de entrada de todos los aparatos en el espacio. Donde sean utilizados ductos horizontales, cada abertura debe

tener un área libre al menos de 0,275 mm2/W (una pulgada cuadrada por 2000 Btu/h) de entrada total de todos los aparatos en el espacio. Los ductos deben ser de la misma área mínima trasversal que el área libre requerida de las aberturas que contienen. La dimensión mínima de la sección transversal de ductos rectangulares debe ser 76 mm (3 pulgadas).

3303.3 Aire de combustión en desvanes o áreas no habitadas. El aire de combustión obtenido del área de un desván o área no habitada como se indica en la Figura 3303.2 (3) debe estar de acuerdo con lo siguiente:

A. La ventilación del desván debe ser suficiente para proveer el volumen de aire de combustión requerido.

B. La abertura para combustión de aire debe ser provista de una camisa de metal que se extienda desde el cerramiento del aparato hasta al menos 152 (6 pulgadas) por sobre la parte superior de las viguetas de cielorraso y el aislamiento del cielorraso.

C. Un ducto de entrada de aire dentro de un ducto de salida de aire debe ser una forma aceptable de proveer aire de combustión del desván para un cuarto con aparatos siempre que el ducto de entrada se extienda al menos 305 (12 pulgadas) por sobre la parte superior del ducto de salida en el espacio del desván, como se ilustra en la **Figura 3303.3.**

D. El extremo de los conductos que terminan en un ático no deben llevar pantallas.

3303.4 Aire de combustión de espacios bajo el piso. El aire de combustión obtenido de áreas bajo el piso, como se ilustra en la **Figura 3303.2 (4)**, debe tener áreas de abertura libres al exterior equivalentes a no menos de dos veces la abertura de aire de combustión requerida.

3303.5 Requisitos de la abertura. Las aberturas de aire de combustión exterior deben ser cubiertas con pantallas anticorrosivas o protección equivalente teniendo aberturas no menores de 6,4 (0.25 pulgadas) y no mayores a 12,7 mm (0.5 pulgadas).

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 34 - CHIMENEAS Y RESPIRADEROS

SECCIÓN 3401
CONSIDERACIONES GENERALES

3401.1 Ventilación requerida. Los aparatos de combustión deben estar ventilados al exterior de acuerdo con su certificación, sello y a las instrucciones del fabricante, excepto en los casos en que dichos aparatos cuenten con certificados que así lo señale y en su etiqueta diga que no requiere ventilación. Los sistemas de ventilación deben constar de chimeneas o respiraderos aprobados, o conjuntos de ventilación que sean parte integral de un aparato sellado. Los aparatos de combustión a gas deben estar ventilados conforme a las especificaciones de los **Capítulos 36 y 37.**

3401.2 Requerimientos para el tiro. Cualquier sistema de ventilación debe satisfacer los requerimientos de tiro del aparato especificados en las instrucciones de instalación del fabricante y debe estar construido e instalado para desarrollar un flujo positivo que conduzca los productos de la combustión a la atmósfera exterior.

3401.3 Chimeneas y respiradores existentes. Cuado un aparato esté desconectado, o conectado de una chimenea o respiradero exista el proceso de una nueva instalación, dicha chimenea o respiradero debe cumplir las especificaciones de las **Secciones 3401.3.1 hasta 3401.3.4.**

3401.3.1 Tamaño. Las chimeneas o respiraderos deben estar sobredimensionadas tomando en cuenta la necesidad de controlar la condensación de los gases de combustión en el interior de la chimenea o respiradero y para proveer al aparato o aparatos al / a los que sirve(n), del tiro requerido. Para la ventilación de aparatos alimentados de combustión de petróleo a chimeneas de mampostería, el sobre dimensionamiento debe hacerse de acuerdo a las especificaciones de la normatividad nacional. (Para mayor información consúltese las especificaciones de NFPA 31).

3401.3.2 Flujo de los gases de combustión. El flujo de los gases de combustión por el sistema debe estar libre de obstrucciones y de depósitos de combustible y debe limpiarse si previamente ha sido utilizado para ventilación de un aparato de combustión de sólidos o líquidos o de un hogar. El revestimiento del ducto de humo, el muro interno de la chimenea o el muro interior del respiradero deben ser continuos y estar libres de grietas, aberturas, perforaciones o cualquier otro tipo de daño o deterioro que pudiera permitir el escape de productos de la combustión, incluyendo gases, humedad y cochambre.

3401.3.3 Abertura para la limpieza. Las chimeneas de mampostería deben estar provistas de una abertura para limpieza.

3401.3.4 Espacios libres. Las chimeneas o respiraderos deben tener un espacio de aire libre para los combustibles conforme a este CEV y a las instrucciones de instalación del fabricante de la chimenea o respiradero.

Excepción a las chimeneas de mampostería equipadas con un sistema de revestimiento enyesado y certificado para su instalación en chimeneas en contacto con combustibles que cumplimenten las especificaciones **UL 1777** y que estén instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante, no se les debe requerir que tengan un espacio libre entre los materiales combustibles y las superficies exteriores de la chimenea de mampostería. Debe proveerse de bloqueo antifuego según las especificaciones de este CEV.

3401.4 Espacio que rodea el revestimiento. El espacio que rodea al sistema de revestimiento del conducto de humo u otro respiradero instalados dentro de una chimenea de mampostería no debe ser utilizado como respiradero de otro aparato. Esto no debe impedir la instalación de un revestimiento de ductos de humo separado acorde a las instrucciones de instalación del fabricante y a este Código.

3401.5 Sistemas de tiro mecánico. Cualquier sistema de tiro mecánico debe ser utilizado sólo con aparatos certificados y sellados para dicho uso. Deben tomarse las medidas necesarias para impedir el flujo de combustible al equipo cuando el sistema de tiro no esté en funcionamiento. Los sistemas de tiro forzado y todas las partes de sistemas de tiro inducido bajo presión positiva durante el funcionamiento deben ser diseñados y estar instalados de manera de evitar fugas de combustión dentro de la edificación.

3401.6 Aparatos de ventilación directa. Los aparatos de ventilación directa deben instalarse de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3401.7 Penetración de los ductos. Las chimeneas

respiraderos y conectores de respiradero no deben extenderse dentro ni atravesar los ductos o plenos de suministro o retorno de aire.

3401.8 Bloqueo antifuego. Las instalaciones de ventilación y chimeneas deben tener bloqueos antifuego acorde a las especificaciones de los fabricantes. *(Para una información completa consulte la* ***Sección R602.8. del Código Internacional Residencial del ICC).***

3401.9 Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas en cualquier sistema de ventilación deben estar cerradas o cubiertas.

3401.10 Sistemas de ventilación de aparatos múltiples. Dos o más aparatos certificados y sellados conectados a un sistema común de ventilación de tiro natural deben cumplir los siguientes requerimientos:

1. Los aparatos que estén conectados a sistemas comunes de ventilación deben estar localizados en el mismo piso de la vivienda.

2. Las entradas a sistemas comunes de ventilación deben estar compensadas de tal manera que ninguna parte de una entrada esté enfrente de otra entrada.

3. Los conectores que sirven a un aparato que funciona debajo de un tiro natural no deben estar conectados a ninguna parte de un sistema de tiro mecánico que funcione bajo presión positiva.

3401.11 Combustibles sólidos múltiples prohibidos. Cualquier aparato u hogar de combustión de sólidos no debe estar conectado a un pasillo de chimenea que ventile a otro aparato.

SECCIÓN 3402
COMPONENTES DE LOS RESPIRADORES

3402.1 Campanas de tiro. Las campanas de tiro deben esta ubicadas en la misma habitación o espacio en que se ubiquen las aberturas de aire de combustión de los aparatos.

3402.2 Reguladores de tiro de los respiraderos. Los reguladores de tiro de los respiraderos deben cumplir las especificaciones de las **Secciones 3402.2.1 y 3402.2.2.**

3402.2.1 Operación manual. Deben instalarse reguladores de tiro de operación manual, excepto en las conexiones o chimeneas que sirvan a aparatos de combustión de sólidos.

3402.2.2 Operación automática. Los reguladores de tiro de operación automática deben cumplir con las especificaciones de los fabricantes y deben instalarse de acuerdo con lo que señalen los términos de su certificación tomando además en cuenta las indicaciones de placa de este dispositivo. La instalación debe impedir el encendido del quemador cuando el regulador de tiro no esté abierto en una posición segura. *(Para información más detallada consultar especificaciones* ***UL 17****).*

3402.3 Reguladores de tiro automáticos. Deben suministrarse reguladores de tiro automáticos para los aparatos de combustión de petróleo que requieren estar conectados a una chimenea. Los reguladores de tiro automáticos que se provean para los aparatos de combustión de sólidos, para reducir la intensidad del tiro deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3402.3.1 Ubicación. En los casos en que se requiera, los reguladores de tiro automáticos deben instalarse en el mismo cuarto que el aparato para que no haya diferencia de presión entre el aire en el regulador y el aire de suministro para combustión.

SECCIÓN 3403
CONECTORES DE CHIMENEAS Y RESPIRADEROS

3403.1 Consideraciones generales. Los conectores deben ser utilizados para conectar a los aparatos de combustión a una chimenea o respiradero vertical, excepto en los casos en que la chimenea o el respiradero estén directamente adosados al aparato

3403.2 Conexiones para aparatos de combustión de petróleo y combustibles sólidos. Las conexiones para los aparatos de combustión de petróleo y combustibles sólidos deben construirse con el material de las chimeneas prefabricadas, material de respiradero de Tipo L, o ser tuberías rígidas metálicas de pared única, resistentes a la corrosión y al calor y con un espesor no inferior al del acero galvanizado especificado en la **Tabla 3403.2.**

Tabla 3403.2. Espesor para los conectores de tubería rígida metálica de pared única.

Diámetro del conector (Milímetros)	Número de calibre de la lámina metálica galvanizada	Espesor mínimo (Milímetros)
Menos de 152,4	26	0,4826
152,4 a 254,0	24	0,6096
Más de 254,0 hasta 406,4	22	0,7366

3403.3 Instalación. Los conectores de respiraderos y chimeneas deben estar instalados de acuerdo con las

instrucciones del fabricante y dentro del espacio en el que el aparato esté ubicado. Los aparatos deben ubicarse lo más cerca posible del respiradero o chimenea. Los conectores deben ser lo más cortos y derechos que sea posible y estar instalados con una pendiente de no más de 6,4mm (1/4 de pulgada) de elevación por pie de tendido. Los conectores deben estar soportados en forma segura y las juntas deben fijarse con tornillos o remaches para chapa de metal. No deben instalarse dispositivos que obstruyan el flujo de los gases de combustión en un conector a menos que estén certificados y sellados o aprobados para tales instalaciones.

3403.3.1 Penetración en pisos, plafones y muros. Un conector de chimenea o de respiradero no debe atravesar ningún piso o plafón. Un conector de chimenea o de respiradero no debe pasar a través de un muro o tabique a menos que el conector cuente con certificado y sello para atravesar un muro y se instale de acuerdo con las condiciones de su certificación y sello. Los conectores para aparatos de combustión de petróleo especificados y sellados para respiraderos Tipo L, que atraviesen muros o tabiques, deben cumplir con lo siguiente:

1. El material para respiradero Tipo L para aparatos de combustión de petróleo no puede ser instalado con espacios libres menores que los certificados y sellados para el material combustible.

2. Las tuberías rígidas metálicas de una pared deben ser protegidas por una camisa ventilada de metal con un diámetro de no menos de 102 mm (4 pulgadas) mayor que el del conector del respiradero. Se debe mantener un espacio libre mínimo de 152 mm (6 pulgadas) entre la camisa y los combustibles.

3403.3.2 Longitud. El tramo horizontal de un conector sin aislar hasta una chimenea de tiro natural no debe exceder el setenta y cinco por ciento (75%) de la altura de la parte vertical de la chimenea que está por encima del conector. El tramo horizontal de un conector certificado a una chimenea de tiro natural no debe exceder el cien por ciento (100%) de la altura de la parte vertical de la chimenea que está sobre el conector.

3403.3.3 Tamaño. Un conector no debe ser más pequeño que el collarín del aparato

Excepción: En los casos en que sea instalado de acuerdo con las instrucciones de instalación del aparato.

3403.3.4 Espacio libre. Los conectores deben instalarse con un espacio libre respecto a los combustibles tal como se establece en la **Tabla 3403.3.4.**

3403.3.5 Acceso. Un conector debe permitir en toda su longitud el acceso para su inspección, limpieza y reemplazo.

3403.4 Conexiones al ducto de humo de hogares. La conexión de los aparatos a los ductos de humo de una chimenea que sirve a hogares debe cumplir con las especificaciones de las **Secciones 3403.4.1 hasta 3403.4.4.**

3403.4.1 Cerramientos y accesibilidad. Debe proveerse un sellador no combustible debajo del punto de conexión para impedir el ingreso de aire de la habitación dentro del ducto de humo. Deben suministrarse los medios de acceso al ducto de humo para su inspección y limpieza.

3403.4.2 Conexiones a ductos de humo de hogares prefabricados. No se debe conectar un aparato diferente a un ducto de humo que sirva a un hogar prefabricado a menos que dicho aparato haya sido certificado específicamente para tal instalación. La conexión debe realizarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante del aparato.

3403.4.3 Conexiones a ductos de humo de hogares de mampostería. Un conector debe extenderse desde el aparato hasta el ducto de humo que sirve a un hogar de mampostería de manera tal que los gases de combustión sean conducidos directamente dentro del ducto de humo. El conector debe ser accesible o removido para permitir la inspección o la limpieza tanto de la conexión como del ducto de humo. Los dispositivos de conexión directa certificados deben instalarse de acuerdo a su certificación.

3403.4.4 Dimensiones del ducto de humo. Las dimensiones del ducto de humo del hogar deben cumplir las especificaciones de la **Sección 3405.3.1.**

Tabla 3403.3.4 Espacios libres de conectores de chimeneas y respiraderos a materiales combustibles.

TIPO DE CONECTOR	ESPACIO LIBRE MÍNIMO (centímetros)
Conectores de tubería metálica rígida de pared única:	
Aparato de combustión de petróleo y combustibles sólidos	45,72
Aparatos de combustión de petróleo certificados para uso con respiraderos Tipo L.	22,86

Conectores de tubería de respiraderos Tipo L:	
Aparatos de combustión de petróleo y combustibles sólidos	22,86
Aparatos de combustión de petróleo certificados para uso con respiraderos de Tipo L	7,62 [b]

[b] Cuando se utilicen tuberías de respiraderos certificados Tipo L, los espacios libres deben estar acorde con la certificación del respiradero.

SECCIÓN 3404
RESPIRADEROS

3404.1 Tipos de respiraderos requeridos. Los aparatos deben estar provistos de un sistema de ventilación certificado y sellado según especifique el fabricante y en caso de ser un aparato de combustión de petróleo certificado se debe utilizar un respiradero tipo L.

3404.2 Terminaciones. Las terminaciones de los respiraderos deben cumplir con las especificaciones de las **Secciones 3404.2.1 hasta 3404.2.6.**

3404.2.1 Ductos que atraviesan los techos. Los respiraderos que atraviesan un techo deben extenderse a través de las contratapas y estar terminados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3404.2.2 Recubrimientos decorativos. No deben instalarse recubrimientos decorativos en la terminación de los respiraderos a menos que dichos recubrimientos hayan sido certificados y sellados para su uso con un sistema de ventilación específico y estén instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante,

3404.2.3 Aparatos con tiro natural. Los respiraderos para aparatos de tiro natural deben terminar al menos 1,524 m (5 pies) por encima del orificio de salida del aparato conectado a la mayor altura y los respiraderos de gas de tiro natural que le sirvan a los calefactores de muro deben terminar en una elevación de por lo menos 3,658 m (12 pies) por encima de la parte inferior del calefactor.

3404.2.4 Respiraderos de tipo L. Los sistemas de ventilación de Tipo L deben cumplir las especificaciones señaladas en **UL 641** o las del fabricante. Dichos respiraderos deben terminar con un sombrerete según las instrucciones de instalación del fabricante, a no menos de 610 mm (2 pies) por encima del techo y no menos de 610 mm (2 pies) por encima de cualquier parte de la edificación dentro de un radio de 3,048 m (10 pies).

3404.2.5 Terminaciones para los sistemas de ventilación directa. Las terminales de respiraderos de aparatos de ventilación directa deben ser instaladas de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3404.2.6 Sistemas de tiro mecánico. Los sistemas de tiro mecánico deben ser instalados de acuerdo a su certificación, a las instrucciones de instalación del fabricante y con la excepción de los aparatos de ventilación directa, a los siguientes requisitos:

1. La terminal del respiradero debe estar ubicada a no menos de 914mm (3 pies) sobre la entrada de aire forzado localizada dentro de los 3,048 m. (10 pies).

2. La terminal del respiradero debe estar ubicada a no menos de 1,219 m (4 pies) por debajo, 1,219 m (4 pies) en horizontal desde, o 305 mm (12 pulgadas) por encima de cualquier puerta, ventana o entrada de aire de gravedad dentro de una vivienda.

3. El punto de terminación del respiradero no debe estar ubicado más cerca o a menos de 914 mm (3 pies) de una esquina interior formada por dos muros perpendiculares entre sí.

4. La parte inferior de la terminal del respiradero debe estar ubicada al menos 305 mm (12 pulgadas) por encima del nivel de piso terminado.

5. La terminación del respiradero no debe estar montada directamente sobre o dentro de los 914 mm (3 pies) en horizontal desde un respiradero de tanque de petróleo o medidor de gas.

6. La terminación de un respiradero de potencia debe estar localizada a no menos de 3,048 m (10 pies) de los límites de los lotes y edificaciones contiguos.

3404.3 Instalación. Los respiraderos de tipo L deben estar instalados de acuerdo con las especificaciones y sello y a las instrucciones de instalación del fabricante.

3404.3.1 Tamaño de los sistemas de ventilación de aparatos únicos. Cualquier respiradero individual para un aparato único debe tener un área transversal igual a o mayor que, el área del conector al aparato, pero no menor de 4515 mm2 con excepción de los casos en donde la respiración sea parte integral de un aparato certificado y sellado.

SECCIÓN 3405
CHIMENEAS DE MAMPOSTERÍA Y PREFABRICADAS

3405.1 Consideraciones generales. Las chimeneas de mampostería y las chimeneas prefabricadas deben estar construidas e instaladas de acuerdo a las especificaciones de las **Secciones 3403** respectivamente. El revestimiento de los ductos de humo para las chimeneas de mampostería debe cumplir con las especificaciones de la **Sección 3404.**

3405.2 Conexiones de chimeneas de mampostería. Un conector de chimenea debe penetrar a la chimenea de mampostería no menos de 152 mm (6 pulgadas) por encima de la parte inferior de la chimenea. Donde no sea posible colocar la entrada del conector a menos de 152 mm (6 pulgadas) sobre la parte inferior del ducto de humo de la chimenea, debe de suministrarse una abertura de limpieza por medio de una T tapada en el conector junto a la chimenea. Un conector que penetre la chimenea de mampostería debe extenderse a través de, pero no mas allá del muro y debe estar al ras con la cara interior del material de revestimiento. Cuando se deban utilizar conexiones o camisas, deben estar firmemente ligadas con cemento dentro de la mampostería.

3405.3 Tamaño de los ductos de humo de las chimeneas. El área efectiva del ducto de humo de una chimenea de tiro natural para un aparato no debe ser menor que el área del conector del aparato. Los ductos de humo de las chimeneas conectados a más de un aparato no deben ser menores que el área del conector mayor más el cincuenta por ciento (50%) de las áreas de los conectores de la chimenea adicional.

3405.3.1 Tamaño de los ductos de humo de chimeneas para aparatos de combustión de sólidos. A menos que se especifique de otra manera en las instrucciones de instalación del fabricante, el área de la sección transversal de un ducto de humo conectado a un aparato de combustión de sólidos no debe ser menor que el área del collarín del ducto de humo o conector y no mayor que tres veces el área del collarín del ducto de humo.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 35 - SISTEMAS SOLARES

SECCIÓN 3501
SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR

3501.1 Consideraciones generales. En esta sección se establecen las especificaciones, instalación, modificación y reparación de equipos y sistemas, que utilizan la energía solar para suministrar calefacción y refrigeración de espacios, calefacción por agua caliente y calefacción de piscinas.

3501.2 Instalación. La instalación de sistemas de energía solar debe dar cumplimiento a las especificaciones de las **Secciones 3501.2.1 hasta 3501.2.9.**

3501.2.1 Accesos. Los colectores, controles, reguladores de tiro, ventiladores, sopladores y bombas de energía solar deben instalarse de manera que faciliten el acceso para su inspección, mantenimiento y reemplazo.

3501.2.2 Colectores instalados sobre el techo. El techo debe construirse para soportar las cargas impuestas por los colectores solares colocados sobre el mismo. Los colectores solares montados sobre techos que sirven como revestimientos de techos deben cumplir con los requisitos especificados para los revestimientos de techos de este Código. Si los colectores se instalan sobre los revestimientos de techo o por encima de los mismos, los colectores y la estructura de apoyo deben estar construidos con materiales incombustibles o madera tratada para hacerla ignífuga equivalentes a los requeridos para la construcción de techos.

3501.2.3 Alivio de presión y temperatura. Los componentes del sistema que contienen fluidos deben estar protegidos con válvulas de alivio de presión y temperatura. Los dispositivos de alivio deben instalarse en secciones del sistema ubicadas de tal modo que ninguna otra sección pueda ser cerrada por una válvula o aislada del dispositivo de alivio.

3501.2.4 Alivio de vacío. Los componentes del sistema que pudieran estar sometidos a caída de presión por debajo de la presión atmosférica durante la operación o la paralización de la misma, deben estar protegidos con una válvula de alivio de vacío.

3501.2.5 Protección contra el congelamiento. Los componentes del sistema deben estar protegidos contra los daños que resultaran del congelamiento de los líquidos de transferencia de calor a la temperatura de diseño invernal. La protección contra el congelamiento debe estar dispuesta por medio de calentamiento, aislamiento, masa térmica y fluidos de transferencia de calor con punto de congelamiento inferior a la temperatura de diseño invernal, cinta térmica o cualquier otro medio aprobado, o la combinación de ellos.

Excepción: En los casos en que la temperatura de diseño invernal sea superior a 32°F (0°C).

3501.2.6 Tanques de expansión. Los tanques de expansión en los sistemas de energía solar deben instalarse conforme a la normatividad nacional en lazos cerrados de fluido que contienen líquidos para la transferencia de calor. Para mayor información consultar las especificaciones de la sección M2003 del Código Internacional Residencial del ICC.

3501.2.7 Penetración en techos y muros. Las penetraciones en techos y muros deben contar con contratapas y deben estar selladas para impedir el ingreso de agua, roedores e insectos.

3501.2.8 Aislamiento de circuitos solares. Deben instalarse válvulas para permitir que los colectores solares puedan ser aislados del resto del sistema. Cada válvula de aislamiento debe estar rotulada para indicar la posición de apertura y de cierre.

3501.2.9 Límites de temperatura máxima. Los sistemas deben estar equipados con medios para poder limitar la temperatura máxima del agua que entra al sistema del fluido o intercambia calor con cualquier recipiente presurizado dentro de la vivienda a 82 ºC (180°F). Esta protección es adicional a la colocación de las válvulas de alivio de temperatura y presión requeridas por la **Sección 3501.2.3.**

3501.3 Sellado. La etiqueta con el sello de la entidad que le otorgó la certificación debe cumplir con las **Secciones 3501.3.1 y 3501.3.2.**

3501.3.1 Colectores. Los colectores deben contar con certificado de cumplimiento de la NOM respectiva y su etiqueta de fábrica mostrando el nombre del fabricante, el número de modelo, el número de serie, el peso del colector, la temperatura y presión

máxima admisible del colector y el tipo de fluidos de transferencia de calor que son compatibles con el colector. El sello debe aclarar que estas especificaciones se aplican sólo al colector.

3501.3.2 Unidades de almacenamiento térmico. Las unidades de almacenamiento térmico presurizadas deben contar con certificado de cumplimiento de la NOM respectiva y su etiqueta de fábrica mostrando el nombre del fabricante, el número de modelo, el número de serie, el peso del colector, la temperatura y presión máxima admisible del colector y el tipo de fluidos de transferencia de calor que son compatibles con la unidad de almacenamiento. El sello debe dejar en claro que estas especificaciones se aplican sólo a la unidad de almacenamiento térmico.

3501.4 Fluidos de transferencia de calor prohibidos. Los gases y líquidos inflamables no deben ser utilizados como fluidos de transferencia de calor.

3501.5 Protección de contraflujo. Todas las conexiones provenientes del suministro de agua potable a los sistemas solares deben cumplir las especificaciones del Capítulo de Instalaciones Hidráulicas.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 36 - GAS LP

SECCIÓN 3601
CONSIDERACIONES GENERALES

3601.1 Clasificación. Las instalaciones de gas licuado de petróleo o gas LP se clasifican de acuerdo al aprovechamiento al que se destina el gas en:

3601.1.1 Clase "A" aquellas instalaciones o secciones de una instalación, destinadas al aprovechamiento doméstico; y

3601.1.2 Clase "A1" aquella sección de una instalación que alimenta a dos o más secciones Clase "A" que se encuentran ubicadas en el mismo inmueble o predio que el punto de abasto a las cuales se hace llegar gas LP, sin atravesar vías públicas de circulación vehicular, ambas aptas para utilizarse con recipientes para contener gas LP, ya sean portátiles, transportables o estacionarios.
Todas las instalaciones nuevas de aprovechamiento de Gas L.P. tipo A1 deben contar con dictamen de cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción, o aquella que la sustituya. De igual forma las instalaciones de cualquier clase nuevas o ya construidas pueden contar con dicho dictamen a petición de parte.

3601.2 Defectos. Los materiales o partes defectuosas de una instalación para utilizar gas LP deben ser reemplazados y cumplir con las especificaciones establecidas.

3601.3 Resistencia al viento. Las tuberías para la conducción de gas, aparatos y soportes, deben estar diseñados e instalados para resistir la presión del viento.

3601.4 Peligro de inundación. Para las estructuras ubicadas en áreas con peligro de inundación, las instalaciones que utilizan gas, aparatos, equipos y sistemas deben estar ubicadas a nivel o por encima del nivel de inundación de diseño o NID y deben cumplir con los requisitos de construcción resistente a la inundación.

Excepción. Se permite ubicar las instalaciones para aprovechamiento de gas, aparatos, equipos y sistemas regidos por este Código por debajo del NID siempre que los mismos estén diseñados e instalados para evitar la entrada o acumulación de agua dentro de sus partes y puedan resistir las cargas y esfuerzos hidrostáticos e hidrodinámicos, incluyendo los efectos de flotación durante la ocurrencia de una inundación y deben cumplir con los requisitos de construcción resistente a la inundación.

3601.5 Resistencia sísmica. Instalaciones para gas LP, aparatos, equipos y sistemas regidos por este capítulo deben estar diseñados e instalados para resistir las fuerzas sísmicas determinadas de acuerdo con el **Capítulo 15.**

3601.6 Reglamentación. Además de lo indicado en este capítulo, las instalaciones para gas LP se deben regir por el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y la NOM-004-SEDG-2004 en lo referente a:

A. Recipientes,
B. Tuberías,
C. Válvulas,
D. Reguladores y
E. Medidores.
F. Aparatos de consumo.

SECCIÓN 3602
RECIPIENTES PARA CONTENER GAS LP

3602.1 Recipientes portátiles y no portátiles para contener gas. Los recipientes para el almacenamiento y suministro de gas LP empleados en la vivienda son los denominados comúnmente como cilindros portátiles y tanques estacionarios, ambos fabricados conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables.

3602.2 Reglamentación. Los recipientes para el almacenamiento y suministro de gas LP deben cumplir con las NOM-011-SEDG-1999 y NOM-011/1-SEDG-1999 en el caso de cilindros para gas y la y NOM-012/1-SEDG-2003 en el caso de tanques estacionarios.

3602.3 Ubicación. Los recipientes portátiles y no portátiles para contener gas y sus accesos deben estar ubicados en el mismo predio o inmueble donde se encuentre la instalación que abastece, a la intemperie, en lugares ventilados, patios, jardines o azoteas y protegidos del acceso de personas ajenas, animales

y vehículos, de igual manera se deben colocar sobre un piso firme y nivelado de concreto u otro material pétreo liso y uniforme, libre de encharcamientos, humedad, flamas o materiales inflamables, pasto o hierba seca. No se permite ubicar los recipientes en descansos para escaleras, balcones, marquesinas, estructuras adosadas a muros o fachadas ni por debajo de líneas de media tensión.

3602.4 Seguridad. En edificaciones para habitación multifamiliar los recipientes para almacenar gas deben estar protegidos. Bajo ninguna circunstancia la colocación de recipientes para almacenar gas LP en toda edificación, debe poner en riesgo la seguridad de las personas, de la instalación ni mucho menos la seguridad estructural del edificio.

3602.5 Accesibilidad. El sitio donde se coloquen los recipientes para almacenar gas LP debe ser de fácil acceso para el manejo, mantenimiento o conservación del equipo. Las edificaciones con recipientes colocados en la azotea o pisos superiores deben contar con escaleras fijas, para el caso único de tanques estacionarios las escaleras fijas pueden ser reemplazadas por escalas marinas metálicas fijas.

3602.6 Muros de protección. Los muros de protección de los recipientes para almacenamiento de gas deben ser de material incombustible y contar con ventilación en la parte inferior, cubrir como máximo tres lados del recipiente, no sobresalir más de 60 cm por encima de la parte superior del recipiente y presentar un claro entre su cara interior y la pared del recipiente no menor a 60 cm.

3602.7 Distancias mínimas de separación entre elementos de instalación. Las distancias mínimas de separación entre elementos de instalación equivalen al radio de una esfera en cuyo centro se encuentra colocada la boca de la válvula de relevo de presión.

3602.7.1 Distancia entre recipientes. La distancia mínima con respecto de la parte externa debe ser de 70 cm entre cilindros, 1,0 m entre tanques estacionarios y 1,5 m entre cilindros y tanques estacionarios.

3602.8 Distancia del piso. Cuando se extraiga Gas L.P. en su fase líquida por el fondo del recipiente, éste debe quedar colocado de forma tal que, entre el fondo del recipiente y el nivel de piso terminado, exista un claro mínimo de 1,0 m. Para recipientes, con capacidad de 2 000 L o mayor, cuando dicha salida no exista o no se utilice, el claro mínimo entre el fondo del recipiente y el nivel de piso terminado, será de 20 cm. Para recipientes con capacidad menor a 2 000 L no existe requisito de distancia mínima.

3602.9 Circulaciones. Las áreas de circulación y los espacios donde se ubiquen los recipientes para gas LP deben permitir el cómodo intercambio de cilindros o el llenado, revisión y mantenimiento de los tanques estacionarios sin dificultad. No se permite utilizar los sitios ocupados por los recipientes como tendederos de ropa, almacén, basureros o depósito de objetos de ningún tipo. La instalación de tuberías, válvulas, reguladores o medidores no debe obstruir el paso o acceso hacia los recipientes para almacenamiento de gas.

3602.10 Interconexiones. La interconexión de recipientes para gas LP puede efectuarse de un tanque estacionario con otro tanque estacionario. Está prohibida la interconexión de cilindros portátiles con tanques estacionarios.

3602.10.1 Interconexión de tanques estacionarios. Cuando se requiera la interconexión de dos tanques ésta debe hacerse mediante cabezal hecho con tubo rígido de acero al carbon cédula 40 como mínimo, o de cobre rígido tipo «L», colocando válvulas de cierre que permitan la desconexión individual de alguno de los tanques sin interrumpir el servicio. La conexión se debe hacer por la parte inferior y deben contar con línea de igualación de presiones en su zona de vapor.

3602.11 Previsiones. Para asegurar el buen estado y funcionamiento de los recipientes para gas, se deben acatar las siguientes instrucciones.

A. No se permiten recipientes que presenten signos de corrosión, abolladuras, alteraciones o torceduras en cualquiera de sus partes.

B. Todas las válvulas conectadas directamente a los recipientes, deben contar con marca de fábrica y fecha de fabricación legibles.

C. Las válvulas conectadas directamente al tanque estacionario no deben tener más de 5 años de instaladas ni más de 7 años de fabricación.

D. De acuerdo con la NOM-011-SEDG-1999 no se permiten cilindros portátiles cuya vida útil a partir de su fabricación haya expirado.
Los tanques estacionarios deben llevar colocada en un lugar visible una placa descriptiva, soldada al recipiente en todo su perímetro, con los datos establecidos en la NOM-012/1-SEDG-2003.

E. Los tanques estacionarios deben contar con una válvula de alimentación con volante fijo, indicador de máximo llenado y tubo de profundidad con deflector y medidor de nivel de líquido.
Los tanques estacionarios con diez años o más de fabricados, deben contar con un dictamen vigente que evalúe los espesores del cuerpo y las

cabezas, realizado por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada de acuerdo con la NOM-013-SEDG-2002 o la que la sustituya.

3602.12 Distancias de una fuente de ignición. La distancia mínima de la válvula de relevo de presión de cualquier recipiente de gas a una fuente de ignición combustible o eléctrica debe ser de 1,5 m para recipientes de hasta 45 kg y de 3,0 m para recipientes mayores de 45 kg;

SECCIÓN 3603
LÍNEAS DE LLENADO PARA TANQUES ESTACIONARIOS.

3603.1 Válvulas. En todos los casos, los tanques estacionarios deben contar con válvula de alivio de presión. La capacidad de desfogue de las válvulas de alivio de presión deben estar de acuerdo con la NOM-012/1-SEDG-2003 o la que la sustituya y sea vigente en la fecha de construcción del recipiente. En ningún caso al recipiente se le debe quitar la válvula de llenado.

3603.2 Justificantes. Se debe contar con una tubería de llenado cuando:

A. La manguera del auto-tanque repartidor, en cualquier punto de su recorrido, quede oculta a la vista del personal que efectúa la maniobra de llenado.

B. Para el llenado del recipiente, la manguera tenga que pasar por el interior de la edificación.

C. La válvula de llenado del recipiente se ubique a una altura mayor de 7,0 m sobre el nivel de la banqueta de la vía pública donde se estacione el auto-tanque.

D. La válvula de llenado del recipiente esté ubicada a más de 10,0 m de distancia del lugar donde se estacione el auto-tanque.

E. Cuando la distancia entre posibles cables de alta y media tensión y el paso de la manguera sea menor de 3,0 m.

F. Cuando existan bardas, pretiles, obstáculos o desniveles que dificulten el tendido de la manguera desde el auto-tanque hasta la válvula de llenado del recipiente.

3603.3 Línea de llenado. La línea de llenado debe habilitarse mediante.
Tubería de acero negro cédula 80, sin costura y conexiones en acero o hierro maleable Clase 2 para 2,07 MPa (21,1 kgf/cm2), tubería de acero negro cédula 40 o mayor, sin costura, y conexiones soldables cédula 40 o mayor unidas mediante soldadura de arco eléctrico, tubería de cobre rígido Tipo "L", con conexiones de cobre o bronce unidas mediante soldadura por capilaridad. El punto de fusión de la soldadura no debe ser menor de 511 K (237,85 C).
Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P. No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

3603.4 Colocación. La colocación de las líneas de llenado, sean individuales o múltiples, debe sujetarse a lo siguiente:

A. La línea de llenado debe colocarse a la intemperie, con todos sus componentes, accesorios y conexiones completamente visibles.

B. En todo su recorrido la línea debe estar firmemente sujetada a los muros o elementos del inmueble sin contravenir las disposiciones de esta sección.

C. La línea debe ir colocada dentro del predio donde se localice el recipiente. En ningún caso puede estar sobre la zona colindante de otra propiedad y menos invadirla.

D. Ninguna parte de la línea puede estar en una junta expansiva del edificio.

E. Todos los recipientes alimentados por la línea de llenado deben ser de igual capacidad, estar colocados de modo que alcancen su máximo nivel de llenado permisible a la misma altura, e interconectados en sus zonas de vapor y de líquido.

F. La interconexión de las zonas de líquido debe hacerse con coples protegidos por válvulas internas o de exceso de flujo seguidas estas últimas por válvulas de globo.

G. Todos los recipientes que se abastezcan por la línea de llenado deben encontrarse ubicados en el mismo predio al que sirvan.

H. No se permiten tuberías de llenado múltiple para abastecer recipientes de varias instalaciones.

I. El uso de tuberías de retorno de vapor es opcional.

3603.5 Identificación. Para su identificación, las líneas de gas deben pintarse con los siguientes colores:

A. Gas L.P. en estado de vapor: color amarillo.
B. Gas L.P. en estado líquido: color amarillo con bandas color blanco. Las bandas de color blanco se

deben aplicar de acuerdo con la NOM-026-STPS-1998 o la que la sustituya y sea vigente en la fecha de construcción del recipiente y como mínimo, debe pintarse de color blanco 30 cm de la línea posteriores a la boca de la toma de llenado.

3603.6 Accesorios. Las líneas de llenado deben tener los accesorios siguientes:

A. Válvula de cierre manual para una presión de cuando menos 2,73 MPa (27,838 kgf/cm2) junto al acoplador de la válvula de llenado del recipiente.

B. Válvula de globo para una presión de trabajo de 2.73 MPa (27,838 kgf/cm2).

C. Válvula de llenado, en la boca de la toma.

D. Válvula de relevo hidrostático entre las dos válvulas de cierre manual, colocada en la parte más alta de la tubería, cuya calibración de apertura debe ser de 2,61 MPa (26,614 kgf/cm2) como mínimo. No se permite el uso de válvulas de servicio para esta aplicación.

3603.7 Boca de la toma. La boca de la toma donde se conecte la manguera del auto-tanque repartidor se debe situar al inicio de la línea de llenado en el exterior del edificio, a una altura no menor de 2,5 m del nivel de piso y a cuando menos 1,0 m de retirado de un medidor o tablero eléctrico y a una distancia de 3,0 m como mínimo de cualquier flama, chispa o de cualquier otra fuente de ignición. No se permite ubicar la boca de la toma en áreas cerradas o patios de iluminación y ventilación. Junto a la boca de la toma se sugiere colocar un rótulo visible y legible que diga: Gas LP. Toma de llenado.

SECCIÓN 3604
TUBERÍAS PARA CONDUCIR GAS LP

3604.1 Características y materiales. Las características y materiales utilizados para los sistemas de tuberías deben cumplir con los requisitos establecidos en la NOM-004-SEDG-2004.

3604.2 Materiales usados. Las tuberías rígidas, flexibles, conexiones, accesorios y otros materiales no deben ser utilizados nuevamente salvo cuando se encuentren libres de materiales extraños y se verifique su adecuación para el servicio pretendido.

3604.3 Otros materiales. Además de cumplir con las especificaciones establecidas en la NOM-004 -SEDG-2004, para la conducción de Gas L.P. en fase vapor en baja y alta presión regulada en instalaciones ocultas y a la intemperie, puede utilizarse tubería que cumpla con la Norma Mexicana NMX-X-021-SCFI-2007 Industria del Gas.- Tubos multicapa de Polietileno-Aluminio-Polietileno (PE-AL-PE) para la conducción de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP)- Especificaciones y Métodos de Ensayo, en los términos del Acuerdo que determina la utilización de una medida alternativa para el cumplimiento de las finalidades de la NOM-004-SEDG-2004, publicado el 7 de diciembre de 2009 en el Diario Oficial de la Federación.

3604.4 Mano de obra y defectos. Las tuberías rígidas y flexibles, conexiones y accesorios deben estar limpios y libres de protuberancias filosas y defectos en su composición o en las roscas, y deben estar cepillados a fondo, emparejados y sopleteados para eliminar cualquier esquirla o viruta antes de unirse entre si, asimismo los defectos de fabricación o los que se produzcan durante su manejo no deben ser reparados. Las tuberías rígidas y flexibles, conexiones, roscas y accesorios defectuosos deben ser reemplazados sin excepción.

3604.5 Seguridad estructural. Las edificaciones no deben ser debilitadas por ninguna tubería que conduzca gas. En el proceso de instalación o reparación de cualquier tubería para gas, los pisos, muros, cielorrasos, cubiertas o cualquier otra parte de la edificación o del espacio que requiera afectarse debe ser modificada, reemplazada o terminada cumpliendo con las condiciones estructurales establecidas en este Código.

3604.6 Riesgo eléctrico. Las tuberías que conducen gas no deben ser utilizadas por quienes realicen instalaciones eléctricas como conductores de puesta a tierra y deben quedar separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos cuya tensión nominal sea menor o igual a 127 V. Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe ser de 20 cm. Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y no estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe de ser 50 cm..

3604.7 Tuberías a la intemperie. Se permiten en alta o en baja presión regulada, que conduzcan Gas L.P. líquido o Gas L.P. vapor en alta presión no regulada. Las tuberías se deben soportar a cada 3,00 m como máximo, con soportes, grapas, o abrazaderas, que permitan el deslizamiento de las mismas y eviten su flexión por peso propio y las que por condiciones de diseño atraviesen claros o queden separadas de la construcción, se deben soportar en ambos extremos. En los sitios donde sean previsibles esfuerzos mecánicos, desalineamientos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dotar de flexibilidad a la tubería mediante rizos, curvas omegas, juntas de expansión o conexiones, no se

permite el uso de mangueras para este fin. Cuando se requiera alimentar de Gas L.P. a aparatos de consumo instalados en ambientes corrosivos, debe utilizarse tubería adecuada a dicho ambiente, protegiéndola en función del ambiente corrosivo a la que vaya a estar expuesta.

3604.8 Tuberías ocultas en ductos. Sólo se permiten en baja presión regulada. Los ductos que alojen tuberías que conduzcan gas deben estar ventilados y abiertos en ambos extremos hacia el exterior.

3604.9 Tuberías ocultas en muros o elementos de concreto. Cuando la tubería que conduzca gas se oculte dentro de un muro de mampostería o un elemento de concreto, debe estar ahogada en concreto dentro del espacio correspondiente evitando que haga contacto con el acero estructural. En estos casos no se permite el uso de uniones de rosca o brida, accesorios de tuberías semirrígidas, acoplamientos de izquierda, derecha y de compresión, casquillos reductores, acoplamientos y uniones giratorias realizadas por una combinación de accesorios, a no ser que estén certificados para localizaciones ocultas.

Excepción. Los tubos, conexiones y accesorios de cobre o bronce se pueden usar para instalaciones a la intemperie o subterráneas, pero nunca embebidos en losas y muros de concreto o en cualquier tipo de mortero para juntas o aplanados.

3604.10 Tuberías subterráneas. Las tuberías para conducir gas LP se pueden instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines a una profundidad de cuando menos 60 cm cuando sobre ellas no exista tráfico vehicular, y a cuando menos 1,00 m en los casos de existir circulación de vehículos, deben estar protegidas con un recubrimiento resistente a la humedad y a la corrosión. Las tuberías subterráneas instaladas debajo de edificaciones deben alojarse dentro de un tubo rígido de acero o de plástico diseñado para resistir las cargas verticales y la misma presión del tubo de conducción de gas; el extremo exterior de tal conducto debe extenderse, cuando menos, 1,0 m hacia el aire libre sin permitir la entrada de agua o insectos, y el extremo interior hacia los espacios habitables o auxiliares debe estar sellado para impedir la posible intrusión de cualquier fuga de gas.

3604.11 Tuberías interiores. La tubería que conduzca gas LP y que pase por el interior de espacios habitables o auxiliares puede estar alojada dentro de otro tubo cuyos extremos estén abiertos al aire exterior.

3604.12 Presión permitida. La presión permitida en las tuberías de gas debe ser la especificada en la NOM-004-SEDG-2004 de acuerdo a su tipo.

3604.13 Colocación no permitida. No se permite la instalación de tuberías que conduzcan gas LP en cubos de elevadores, tiros de chimenea, interior de cubos de escaleras, ni lugares que atraviesen cisternas, cimientos, cajas de cimentación, o registros eléctricos o electrónicos.

3604.14 Dobleces. No se permite realizar dobleces en tuberías metálicas rígidas con objeto de sustituir una conexión. Sólo se permiten dobleces suaves menores de 45 grados en las tuberías que operen a presión regulada. Las curvas deben ser realizadas con equipos dobladores específicos para tal propósito, todas las curvas deben ser lisas y libres de pandeo, rajaduras u otras evidencias de daños mecánicos. La soldadura longitudinal de la tubería debe estar cerca del eje neutro de la curva. El radio interno de la curva no debe exceder de 6 veces el diámetro externo de la tubería.

3604.15 Extremos. Los extremos terminales de las tuberías o salidas deben ser conectados a los aparatos de consumo o en caso contrario deben taponarse. Para la conexión de aparatos de consumo sujetos a vibración o móviles, se debe usar tubería flexible de cobre tipo «L», manguera tipo Buna-N a base de nitrilo, de neopreno o termoplástico; la longitud no debe exceder de 1,5 m y no debe pasar a través de muros, divisiones, puertas, ventanas o pisos ni debe quedar oculta.

3604.16 Apoyo de tuberías. Las tuberías se deben soportar a cada 3,0 m como máximo, con soportes, grapas, o abrazaderas, que permitan el deslizamiento de las mismas y eviten su flexión por peso propio y las que por condiciones de diseño atraviesen claros o queden separadas de la construcción, se deben soportar en ambos extremos. La tubería debe ser sostenida con soportes tales como ganchos, flejes metálicos, abrazaderas, ménsulas o colgadores, todos ellos fabricados ex profeso para tuberías y sus diámetros, de resistencia y calidad adecuadas y ubicados en intervalos suficientes para impedir el pandeo de la tubería o amortiguar posibles vibraciones pero que, al mismo tiempo, permitan su dilatación y contracción sin que ésta se desenganche. La tubería debe ser anclada para evitar esfuerzos en equipos conectados y no debe estar soportada por otra tubería. Los soportes de la tubería pueden estar espaciados de acuerdo con la **Tabla 3601.4.16.**

TABLA 3601.4.16. Espaciamiento de soportes de tuberías rígidas

TUBERÍA RÍGIDA (Cobre, acero o polietileno)		
Ø NOMINAL mm	**Ø NOMINAL Pulg.**	**ESPACIAMIENTO DE LOS SOPORTES m**
12,7	1/2	1,2
19,5 ó 25,0	3/4 ó 1	1,8
31,75 ó mayor	1 1/4 o mayor	2,4

SECCIÓN 3605
TIPOS DE TUBERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE GAS LP

3605.1 Tipos. Las tuberías que deben usarse para la conducción de gas LP en baja presión regulada pueden ser de polietileno y manguera para gas o cobre tipo «L» rígido y flexible, acero negro o galvanizado o lo descrito en el numeral 3604.3.

Prohibición. En toda instalación de gas se prohíbe el uso de tuberías, conexiones y accesorios de hierro fundido y cualquier otro material no especificado en la NOM-004-SEDG-2004 o lo descrito en el numeral 3604.3.

3605.2 Temple rígido. La tubería de cobre de temple rígido tipo «L» se debe emplear en instalaciones de gas de baja presión. Las conexiones deben ser de cobre o bronce, unidas mediante soldadura por capilaridad de estaño-plomo 50/50.

3605.3 Temple flexible. La tubería de cobre de temple flexible tipo «L» se puede emplear en instalaciones de gas LP de baja presión cuando se prevean movimientos de equipo, trabajos de mantenimiento constante o cambio de posición de aparatos como es el caso de pequeños cilindros para almacenamiento de gas, calentadores de agua, estufas y hornos. Las uniones en este tipo de tuberías se deben hacer con conexiones de cobre o bronce tipo asiento de compresión o abocinadas en las cuales no se permite el uso de ningún sellador.

3605.4 Tubería de acero negro o galvanizado. Las tuberías de acero negro o galvanizado deben ser de cédula 40 ó mayor, con o sin costuras aceptando conexiones de rosca, soldadas o de brida.

3605.5 Tuberías de polietileno. Es permisible el uso de tubería de polietileno de mediana o alta densidad, con o sin refuerzo metálico, fabricadas específicamente para conducir Gas L.P. de acuerdo con la Norma vigente. Sus accesorios y conexiones deben ser compatibles y unidos mediante termofusión, electrofusión o anillo de compresión. También puede utilizarse tubería multicapa de Polietileno-Aluminio-Polietileno (PE-AL-PE) conforme a lo descrito en el numeral 3604.3.

3605.6 Juntas. Las juntas de fusión por calor o de compresión en las tuberías de polietileno deben ser realizadas de acuerdo con los métodos y equipos recomendados por el fabricante.

3605.7 Resistencia. La junta debe estar diseñada e instalada de tal modo que la resistencia de adherencia longitudinal de la junta sea por lo menos igual a la resistencia a la tracción del material plástico de la tubería.

3605.8 Anillo de compresión. Cuando la junta se realice con anillo de compresión, el material de las empaquetaduras en el accesorio debe ser compatible con las tuberías de plástico y con el gas distribuido por el sistema.

3605.9 Mangueras. Las mangueras permitidas deben ser de termo-plásticos de polietileno, PVC, neopreno o Buna-N con conexiones montadas de fábrica o fijadas con abrazaderas y cuya presión mínima de diseño sea de 0,49 MPa (4,99 kgf/cm2) con conexiones premontadas o fijas con abrazaderas.

SECCIÓN 3606
CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS

3606.1 Consideraciones generales. Los sistemas de tuberías deben ser de tal dimensión y deben estar instalados de tal manera que provean un suministro de gas LP suficiente para cumplir con la máxima demanda sin pérdida indebida de presión entre el punto de entrega y el equipo de utilización de gas LP.

3606.2 Demanda máxima de gas. Elvolumende gas por suministrar, en metros cúbicos por hora, debe ser determinado directamente por las clasificaciones de consumo del fabricante de los equipos y aparatos de utilización de gas que alimentan. Cuando la clasificación de consumo no se encuentre indicada, el proveedor de gas o el fabricante del equipo debe ser contactado, o se debe utilizar la clasificación de la **Tabla 3601.6.2** para calcular el volumen de gas requerido. La carga total conectada por hora debe ser utilizada como la base para calcular las tuberías, asumiendo que todo el equipo puede ser operado en su máxima capacidad simultáneamente. Cuando puede ser establecida una diversidad de carga, se debe permitir que el cálculo de la tubería se base en tales cargas.

Tabla 3601.6.2
CONSUMOS APROXIMADOS DE GAS PARA APARATOS TÍPICOS

Aparato	Consumo típico		
	Kcal/h	BTU/h	m3 std/h(C3H8)
Calentador de agua de 100 litros	6211,15	24 647,46	0,2774
Calentador de agua de 280 litros	11 860,30	47 064,75	0,5297
Estufa con horno	4 440,05	17 619,29	0,1983
Secadora de ropa	8 819,00	35 00,00	0,3939
Parrilla	1 609,88	6 388,43	0,0719

3606.3 Cálculo de tuberías. La tubería de gas debe ser calculada de acuerdo con uno de los criterios siguientes:

A. Método de caída de presión de acuerdo con lo establecido en la **Sección 3606.6.**

B. Tablas de cálculo incluidas en las instrucciones de instalación del fabricante de un sistema de tuberías certificadas.

C. Otros métodos de ingeniería aprobados.

3606.4 Factor de seguridad. Cuando el responsable de la instalación considere necesario incorporar factores adicionales de seguridad en el caudal volumétrico que puedan aumentar el diámetro de las tuberías debe indicarlo en el informe o en la memoria de cálculo según lo señala la NOM-004 SEDG-2004.

3606.5 Consideraciones de cálculo. Para calcular las tuberías de gas se debe tomar en cuenta lo siguiente:

3606.5.1 Considerar como base el nivel del mar sin importar el nivel geográfico donde se encuentren los aparatos de consumo y sus quemadores.

3606.5.2 Considerar un flujo isotérmico a una sola base y gas propano como fluido conducido aún cuando el sistema trabaje con gas LP.

3606.5.3 Despreciar la posible influencia de los cambios de nivel en la tubería.

3606.5.4 Sumar la serie de distancias representadas por las conexiones, válvulas, reguladores u otros accesorios, según datos del fabricante, a la longitud de la tubería rectilínea del sistema de distribución y suministro.

3606.6 Método de caída de presión. El diámetro interno de la tubería propuesta se debe revisar mediante el método de caída de presión porcentual empleando la fórmula del doctor Pole y el factor Fb de acuerdo al diámetro y materiales utilizados. Esta fórmula se expresa de la manera siguiente:

$$\%Hb = Q2 * Fb * L$$

en donde:

%Hb = Caída de presión porcentual en baja presión regulada.
Q = Caudal de volumen conducido en metro cúbico estándar por hora de gas propano.
Fb = Factor de cálculo de tubería en baja presión regulada.
L = Longitud de cálculo de la tubería en metros.

DIÁMETRO NOMINAL		Factor "Fb"			
		TUBO DE ACERO CÉDULA 40		TUBO DE COBRE TIPO "L" TUBO DE COBRE FLEXIBLE	
mm	(pulg)	Sin medidor Presión de Servicio 2.737 kPa (0,02791 kgf/cm2)	Con medidor Presión de Servicio 2.86 kPa (0,0361 kgf/cm2)	Sin medidor Presión de Servicio 2.737 kPa (0,02791 kgf/cm2)	Sin medidor Presión de Servicio 2.737 kPa (0,0361 kgf/cm2)
9,5	3/8	2,5502	2,43710	5,0074	4,7846
12,7	1/2	0,79039	0,75521	1,5310	1,4629
19,1	3/4	0,04879	0,04662	0,6323	0,06041
25,4	1	0,01496	0,01430	0,01666	0,01592
32,0	1 ¼	0,00309	0,00295	0,00481	0,00460
38,1	1 1/2	0,00144	0,00138	0,00202	0,00193
50,8	2	0,00035	0,00033	0,00042	0,00041
76,2	3	0,000041	0,000039	0,000050	0,000048
101,6	4	0,000010	0,000009	0,000011	0,0000109

Tabla No 3601.6.6

(Valores tomados de la **NOM-004-SEDG-2004**)

La máxima caída porcentual permisible entre el regulador de baja presión y el aparato de consumo debe ser el 5 % de la presión requerida.

SECCIÓN 3607
VÁLVULAS DE CIERRE DE GAS

3607.1 Consideraciones generales. Los sistemas de tuberías deben ser habilitados con válvulas de cierre de acuerdo con lo establecido en esta sección.

3607.2 Materiales. Los materiales de las válvulas de cierre deben estar de acuerdo con la NOM-004-SEDG-2004.

3607.3 Localizaciones prohibidas. Se prohíbe la localización de válvulas de cierre en lugares ocultos a menos que se cuente con un dispositivo de acceso hacia ellas cómodo y seguro.

3607.4 Accesibilidad. Las válvulas de cierre deben estar ubicadas en lugares accesibles para su operación e instaladas de tal forma que se eviten daños o golpes contra ellas.

3607.5 Edificaciones individuales. En un sistema común que provea a más de una edificación, las

válvulas de cierre deben estar instaladas en el exterior de cada edificación.

3607.6 Válvulas de cierre de medidor. Cada medidor debe estar equipado con una válvula de cierre del lado del suministro del medidor.

3607.7 Válvulas de cierre de aparatos. S e debe colocar una válvula de cierre de operación manual antes de cada aparato de consumo o, cuando las condiciones de la instalación no permitan la colocación de una válvula de cierre de operación manual para cada aparato, se debe instalar una válvula que controle la totalidad de los aparatos, la cual debe quedar colocada en un lugar visible y de fácil acceso.

SECCIÓN 3608
REGULADORES DE PRESIÓN

908.1 Reguladores. Toda instalación para gas debe contar al menos con un regulador de presión. La función de los reguladores de presión es la de suministrar gas en estado de vapor a una presión menor a la que existe en los recipientes de almacenamiento y según lo requieran los aparatos de consumo. La presión de servicio, a cero caudal demandado, de los reguladores de baja presión debe ser de 3,236 kPa (0,033 kgf/cm2) como máximo. Los reguladores de baja presión deben fabricarse conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-018/4-SCFI-1993 Distribución y consumo de Gas L.P.- recipientes portátiles y sus accesorios parte 4.- reguladores de baja presión para gases licuados de petróleo o la que la sustituya .

3608.2 Reguladores por recipiente. En caso de tener dos o más recipientes de gas conectados en paralelo se debe instalar un regulador por cada recipiente o bien uno solo para el manejo del caudal de todos los recipientes.

3608.3 Válvula de exceso de flujo. Cuando se opte por tener un solo regulador que maneje el caudal de todos los recipientes conectados en paralelo debe colocarse, después de la salida de cada recipiente, una válvula de exceso de flujo seguida de una válvula de cierre de acción manual. Cuando se instalen válvulas de exceso de flujo no se permite retirar ninguna válvula de servicio que tenga integrado el indicador de máximo nivel de llenado.

3608.4 Válvula de cierre de medidor. D e b e instalarse una válvula de cierre de acción manual a no más de 25 cm antes de la entrada del regulador.

3608.5 Diafragma. El diafragma de los reguladores de presión que reciban Gas L.P. proveniente de un vaporizador debe ser adecuado para resistir la temperatura a la cual el Gas L.P. sale del vaporizador.

3608.6 Manómetro. Se debe contar con manómetro que indique la presión de salida de los reguladores que descargan en alta presión regulada, colocado en el cuerpo del regulador o en la tubería a no más de 0,10 m de éste, precedido en su instalación por una válvula de aguja..

3608.7 Ubicación. Los reguladores de primera etapa y todos aquellos que no tengan conexión roscada por venteo, se deben ubicar a la intemperie. No se permite la instalación de reguladores en cubos de escaleras o elevadores, tiros de chimenea, cisternas, cimientos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, registros eléctricos o electrónicos. Cuando el regulador se ubique en recintos cerrados, se debe instalar un tubo que conecte, mediante rosca, la ventila del regulador con el aire libre. Los reguladores de presión se deben instalar de tal forma que sean accesibles y se eviten daños y golpes contra ellos.

3608.8 Conexión de reguladores con cilindros para almacenamiento de gas LP. Cuando se empleen reguladores de una sola entrada se deben conectar directamente a las válvulas de servicio de los cilindros de gas mediante una conexión POL. Cuando se empleen reguladores con entrada doble las conexiones con las válvulas de servicio de los cilindros de gas se deben hacer mediante conexión flexible que cumpla con la Norma Oficial Mexicana **NOM-018/3-SCFI-1993** Distribución y consumo de Gas L.P.- Recipientes portátiles y sus accesorios parte 3, Cobre y sus aleaciones-conexión integral (cola de cochino) para uso en Gas L.P. o **la que la sustituya.**

SECCIÓN 3609
MEDIDORES DE GAS

3609.1 Medidores. El uso de medidores es optativo.

3609.2 Instalación. Se deben instalar en sitios de libre acceso. Se deben instalar de tal manera que las operaciones de lectura y mantenimiento se lleven a cabo en forma segura.

3609.3 Identificación. Cuando dos o más medidores se encuentren agrupados en un mismo lugar cada uno de ellos debe identificarse con el número de vivienda a la cual sirva, asimismo las tuberías deben ser marcadas para diferenciarlas de acuerdo con el patrón mencionado.

3609.4 Lectura remota. La lectura remota de consumo de gas puede hacerse en cada vivienda o bien en una unidad centralizada que registre los consumos por vivienda desde un panel ubicado convenientemente en el acceso principal; en este caso debe preverse un espacio para el panel de control de lectura remota y conductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores de acuerdo con las normas de seguridad aprobadas por la autoridad competente.

SECCIÓN 3610
INSTALACIÓN DE APARATOS GASODOMÉSTICOS

3610.1 Aparatos de consumo. Cuando se utilicen productos, de origen nacional o extranjero para los cuales existan normas oficiales mexicanas, y que formen parte de la instalación de aprovechamiento, éstos deberán cumplir con las que les correspondan. En caso de no existir norma para algún producto, se estará a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Su instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3610.2 Ventilación. Los aparatos de consumo deben instalarse en lugares que cuenten con ventilación natural permanente. Cuando los aparatos de consumo se instalen en lugares cerrados, es obligatorio instalar chimeneas con tiro directo, natural o forzado para desalojar al exterior los gases de la combustión y proveer los medios adecuados para permitir la entrada permanente de aire del exterior..

3610.3 Protección contra daños. Losconectores y tuberías deben ser instalados de manera tal que se protejan contra daños físicos.

3610.4 Conexiones de gas de Aparatos. Si los aparatos de consumo fijos, tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc., se conectan con tubo flexible, éste no debe exceder de 1,5 m. No se permite instalar calentadores para agua en el interior de cuartos de baño, recámaras o dormitorios. La localización de estos aparatos se debe efectuar a la intemperie o en sitios con ventilación permanente. Cuando no queden a la intemperie, deben de contar con chimenea que descargue los gases de combustión al exterior. Los calefactores que se usen para calentar recámaras o dormitorios, deben ser del tipo ventilado, cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión y deben quedar instalados de forma permanente, mediante un rizo de tubo de cobre flexible con longitud no mayor de 1,50 m. Los calefactores móviles se deben conectar mediante manguera con una longitud máxima de 2,50 m. Las estufas se deben conectar mediante un rizo de tubo de cobre flexible con longitud no mayor de 1,50 m. .

3610.5 Aparatos móviles. Cuando los aparatos se encuentren equipados con ruedas o estén sujetos a movimientos o reubicación periódicos por motivos de limpieza y mantenimiento de rutina, tales aparatos deben estar conectados a los sistemas de tubería de suministro por medio de un conector flexible protegidos contra daños físicos de acuerdo con lo establecido en las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 3611
INSPECCIÓN, PRUEBAS Y PURGA

3611.1 Consideraciones generales. Conexcepción de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas, la hermeticidad de toda conexión debe revisarse antes de poner la tubería en servicio. Sólo pueden ser puestas en servicio las tuberías que resulten herméticas. La hermeticidad de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas debe revisarse antes de cubrirlas. Para la revisión de la hermeticidad, las conexiones deben estar libres de recubrimiento y las tuberías deben presurizarse mediante un fluido compresible. La detección de las fugas puede hacerse mediante manómetro, aplicación de solución jabonosa, o detector de fugas.

3611.2 Inspecciones. La inspección debe consistir en un examen visual, durante o después de la manufactura, fabricación, ensamble o pruebas de presión conforme a lo establecido en la NOM-004-SEDG-2004.

3611.3 Reparaciones y ampliaciones. En el caso de la realización de reparaciones o ampliaciones luego de la prueba de presión, la tubería afectada debe ser probada con un fluido no corrosivo para detectar fugas u otros métodos equivalentes.

3611.4 Nuevos ramales. Donde se instalen nuevos ramales desde el punto de entrega hasta nuevos aparatos, únicamente los ramales instalados recientemente requieren ser probados a presión. Las conexiones entre las nuevas tuberías y las tuberías existentes deben ser probadas con un fluido de detección de fugas no corrosivo u otros métodos aprobados para la detección de fugas.

3611.5 Pruebas de sección. Se permite que un sistema de tuberías sea probado como una unidad completa o en secciones. Bajo ninguna circunstancia una válvula en una línea debe ser utilizada como una mampara entre el gas en una sección del sistema de tubería y el medio de prueba en una sección

adyacente, a menos que se instalen dos válvulas en serie con un dispositivo de aviso con válvula ubicado entre esas válvulas. Una válvula no debe sujetarse a prueba de presión a menos que pueda determinarse que la válvula, incluyendo su mecanismo de cierre de válvula, están diseñados para soportar la prueba de presión de manera segura.

3611.6 Medios de prueba. Los fluidos para prueba pueden ser aire, nitrógeno, dióxido de carbono o gas inerte. No se permite el uso de oxígeno ni de gases carburantes. La constatación de la hermeticidad debe realizarse conforme a lo establecido en la NOM-004-SEDG-2004.

3611.7 Precauciones durante las pruebas. Todas las pruebas del sistema de tuberías deben ser realizadas con la debida consideración hacia la seguridad de los empleados y el público durante la prueba. Previo a las pruebas el interior de la tubería debe estar libre de cualquier tipo de material extraño.

3611.8 Medición de la presión de prueba de hermeticidad. La presión de la prueba de hermeticidad debe ser medida con un manómetro o con un dispositivo de medición de presión diseñado y calibrado para leer, registrar o indicar pérdida de presión causada por fugas durante el período de prueba de presión. La fuente de presión debe estar aislada antes que comiencen las pruebas de presión. El rango o capacidad de medición de los aparatos utilizados para medir las presiones de hermeticidad no debe ser mayor a cinco veces la presión de prueba.

3611.8.1 Presión de prueba de hermeticidad. Para las líneas de baja presión regulada, la presión manométrica para la prueba de hermeticidad debe ser entre 3,43 kPa (0,035 kgf/cm2) y 3,92 kPa (0,040 kgf/cm2).

3611.8.2 Duración de la prueba de hermeticidad. La duración de la prueba de hermeticidad debe ser de 30 minutos por cada 14 m3 de volumen geométrico que represente el sistema de tuberías en revisión.

3611.9 Unidad de verificación. Solamente en el caso de las nuevas instalaciones tipo A1 la prueba de presión y el examen del sistema de tuberías se deben llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada por las autoridades competentes, la que debe incluir en su dictamen el resultado de la prueba. La hermeticidad de la tubería se debe dar por aceptada si durante el tiempo de revisión no se registra una disminución de la presión de revisión o no se detecta fuga.

3611.10 Detección de fugas y defectos. El sistema de tuberías debe soportar la presión de prueba de hermeticidad especificada sin mostrar evidencia de fugas u otros defectos. Cualquier reducción de presiones de ensayo indicada por los manómetros de calibración de presión, debe considerarse como un indicativo de la presencia de una fuga a menos que tal reducción pueda ser atribuida a otra causa.

3611.11 Métodos de detección. La fuga debe ser localizada por medio de un detector de gas, un fluido de detección de fugas no corrosivo u otros métodos de detección de fugas. No se deben utilizar cerillos, velas, llamas abiertas u otros medios que puedan proveer una fuente de ignición.

3611.12 Correcciones. Cuando sean localizados fugas o defectos, la porción afectada del sistema de tuberías debe ser reparada o reemplazada y sometida a prueba nuevamente.

3611.13 Antes de encender el gas. Antes de que se introduzca el gas combustible en un sistema de tuberías de gas nuevo, el sistema completo debe inspeccionarse para determinar que no existan accesorios olvidados o terminaciones abiertas y que todas las válvulas en las tomas de salida en desuso estén cerradas o tapadas.

3611.14 Prueba contra fugas. Inmediatamente después de que el gas es encendido en un nuevo sistema o en un sistema que ha sido inicialmente restaurado después de una interrupción del servicio, el sistema de tuberías debe ser probado contra fugas. Cuando se detecte una fuga, el suministro debe ser cerrado hasta que se hayan realizado las reparaciones necesarias.

3611.15 Colocación de equipos en operación. Se debe permitir poner en operación equipos de utilización de gas después de que el sistema de tuberías haya sido probado y se haya determinado que está libre de fugas.

3611.16 Retirado de servicio. Cuando la tubería de gas deba abrirse para que se le realice un servicio, ampliación o modificación, la sección en la cual se realice el trabajo debe estar cerrada al suministro de gas en el punto más próximo conveniente y la línea de presión debe ser ventilada hacia el exterior, o hacia áreas ventiladas de tamaño suficiente como para impedir la acumulación de mezclas inflamables.

3611.17 Puesta en operación. Cuando la tubería llena de aire sea puesta en operación, el aire en la tubería debe ser desplazado con gas combustible. El aire puede ser desplazado de manera segura con gas combustible siempre que un flujo de gas combustible moderadamente rápido y continuo sea introducido al final de una línea y el aire sea evacuado a través de la otra punta. El gas combustible debe ser continuo sin interrupciones hasta que el gas evacuado esté libre de aire.

3611.18 Colocación de un equipo en operación.
Después de que la tubería haya sido puesta en operación, todos los equipos deben ser purgados y luego puestos en operación, si es necesario.

INSTALACIONES MECÁNICAS

CAPÍTULO 37 - GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)

SECCIÓN 3701
CONSIDERACIONES GENERALES

3701.1 Clasificación de las instalaciones de aprovechamiento. Las instalaciones de aprovechamiento para gas natural se clasifican en:

A. Residenciales. Las que suministran gas natural a los aparatos de consumo en instalaciones que dan servicio a casas habitación.

B. Industriales. No son objeto del presente CEV.

3701.2 Resistencia al viento. Las tuberías para la conducción de gas natural, aparatos y soportes, deben estar diseñados e instalados para resistir las presiones del viento.

3701.3 Peligro de inundación. Para las estructuras ubicadas en áreas con peligro de inundación, las instalaciones que utilizan gas natural, aparatos, equipos y sistemas deben ser ubicadas a nivel o por encima del nivel de inundación de diseño o NID y deben cumplir con los requisitos de construcción resistente a la inundación de la **Sección 824.**

Excepción: Se permite ubicar las instalaciones de gas, aparatos, equipos y sistemas regidos por este Código por debajo del NID siempre que los mismos sean diseñados e instalados para evitar la entrada o acumulación de agua dentro de sus partes y para resistir las cargas y esfuerzos hidrostáticos e hidrodinámicos, incluyendo los efectos de flotación durante la ocurrencia de una inundación y deben cumplir con los requisitos de construcción resistente a la inundación de este CEV.

3701.4 Resistencia sísmica. Instalaciones de gas natural, aparatos, equipos y sistemas regidos por este capítulo deben ser diseñados e instalados para resistir las fuerzas sísmicas determinadas de acuerdo con el **Capítulo 15.**

3701.5 Reglamentación. Además de lo indicado en este capítulo, las instalaciones de gas natural se deben regir por el Reglamento de Gas Natural y las **NOM-002-SECRE-2003** y **NOM-003-SECRE-2003** en lo referente a:

A. Tuberías,
B. Válvulas,
C. Reguladores y
D. Medidores.

SECCIÓN 3702
TUBERÍAS PARA GAS NATURAL

3702.1 Características y materiales. Las características y materiales utilizados para los sistemas de tuberías deben cumplir con los requisitos de esta sección y deben ser aprobados por la autoridad competente.

3702.2 Materiales usados. Las tuberías rígidas, flexibles, conexiones, accesorios y otros materiales no deben ser utilizados nuevamente. En el caso de cobre como excepción se pueden reutilizar siempre y cuando: a) cumpla lo establecido en este Código, y b) se realicen las pruebas de hermeticidad.

3702.3 Otros materiales. Los materiales que no se encuentren cubiertos por las especificaciones de las normas listadas en este capítulo deben ser investigados y probados para determinar que son seguros y apropiados para el servicio pretendido, además deben ser recomendados para dicho servicio por el fabricante y contar con algún certificado de entidad reconocida.

3702.4 Defectos. Las tuberías de cobre rígidas y flexibles, conexiones y accesorios deben estar limpios y libres de protuberancias filosas y defectos en su composición o en las roscas, y deben estar cepillados a fondo, emparejados y sopleteados para eliminar cualquier esquirla o viruta antes de unirse entre sí, asimismo los defectos de fabricación o los que se produzcan durante su manejo no deben ser reparados. Las tuberías rígidas y flexibles, conexiones, roscas y accesorios defectuosos deben ser reemplazados sin excepción.

3702.5 Seguridad estructural. Las edificaciones no deben ser debilitadas por ninguna tubería que conduzca gas. En el proceso de instalación o reparación de cualquier tubería para gas, los pisos, muros, plafones, cubiertas o cualquier otra parte de la edificación o del espacio que requiera ser afectada debe ser modificada, reemplazada o terminada cumpliendo con las condiciones estructurales establecidas en este Código.

3702.6 Riesgos eléctrico y químico. Las tuberías que conducen gas no deben ser utilizadas, por quienes realicen las instalaciones eléctricas, como conductores de puesta a tierra y deben colocarse a una distancia mínima de 2 cm de

otra tubería de gas; de 3 cm de conductores eléctricos con aislamiento y de 5 cm de tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura.

3702.7 Tuberías a la intemperie. Las tuberías que conduzcan gas natural a la intemperie deben ser aceptadas solamente cuando sean metálicas. Las tuberías no deben estar a una altura inferior 1,8 m con respecto del piso y deben estar pintadas con esmalte color amarillo para su identificación de acuerdo con la norma **NOM-026-STPS-2008**. Está prohibido que este tipo de tuberías queden sometidas al tránsito de personas o a la colocación eventual o temporal de objetos encima de ellas.

3702.2.7.1 En los sitios donde por causas diversas sean previsibles esfuerzos mecánicos, desalineaciones o vibraciones de la tubería, se deben colocar uniones flexibles tales como rizos, curvas tipo omega, juntas de expansión o conexiones.

3702.8 Tuberías sobre techumbres. Las tuberías a la intemperie sobre techumbres deben estar elevadas a no menos de 15 cm sobre la superficie de la techumbre y deben cumplir con las disposiciones de la **Sección 3701.**

3702.9 Tuberías ocultas en ductos. Los ductos que alojen tuberías que conduzcan gas deben estar ventilados y abiertos en ambos extremos hacia el exterior.

3702.10 Tuberías ocultas en muros o elementos de concreto. Las tuberías pueden instalarse ocultas en los muros de una edificación en cualquier dirección en las ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique grueso sin ranurar, pero ahogadas en concreto. En casas particulares, cuando los equipos de consumo se encuentren alojados en los muros, se permite la instalación en losas si el piso de la planta baja es firme sin celdas, cajas de cimentación o sótanos; se debe elaborar un plano detallado para identificar la ubicación de la instalación de las tuberías.

Cuando en un muro la trayectoria de una tubería sea horizontal, la ranura en el muro se debe hacer como mínimo a 10 cm sobre el piso terminado.

3702.11 Tuberías subterráneas. Las tuberías para conducir gas natural se pueden instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines a una profundidad de cuando menos 45 cm y deben estar protegidas con un recubrimiento resistente a la humedad y a la corrosión. Las tuberías subterráneas instaladas debajo de edificaciones deben alojarse dentro de un tubo rígido de acero o de plástico diseñado para resistir las cargas verticales y la misma presión del tubo de conducción de gas; el extremo exterior de tal conducto debe extenderse, cuando menos, 1,0 m hacia el aire libre sin permitir la entrada de agua o insectos y el extremo interior hacia los espacios habitables o auxiliares debe estar sellado para impedir la posible intrusión de cualquier fuga de gas.

3702.12 Tuberías interiores. Se permite la instalación de tuberías para uso residencial en el interior de recintos, cuando estén destinadas a abastecer equipos de consumo. En caso contrario, deben estar encamisadas y ventiladas al exterior.

3702.13 Presión máxima de operación.
La máxima presión de operación de tuberías en el interior de edificios para uso residencial no debe exceder 34,5 kPa (0,351 kgf/cm2) a menos que se cumpla una o más de las condiciones siguientes:

A. La tubería sea de acero con conexiones saldadas de conformidad con un procedimiento de soldadura que cumpla con la normatividad y/o práctica internacionalmente reconocida aplicable.

B. La tubería esté dentro de un ducto ventilado u otro mecanismo que prevenga la acumulación accidental de gas.

C. La tubería esté localizada dentro de un edificio o área de edificios que se usen exclusivamente para lo siguiente: procesos industriales o de calentamiento; desarrollo e investigación, almacenamiento y cuartos de caldera o de equipo mecánico.

3702.14 Colocación no permitida. No se permite la instalación de tuberías que conduzcan gas natural en cubos de elevadores, tiros de chimenea, interior de cubos de escaleras, ni lugares que atraviesen cisternas, cimientos, cajas de cimentación, registros eléctricos o electrónicos o detrás de zoclos, lambrines y de recubrimientos decorativos aparentes.

3702.15 Dobleces en tuberías de cobre. No se permite realizar dobleces en tuberías metálicas rígidas con objeto de sustituir una conexión. Sólo se permiten dobleces suaves menores de 45 grados en las tuberías que operen a presión regulada. Las curvas deben ser realizadas con equipos dobladores específicos para tal propósito, todas las curvas deben ser lisas y libres de pandeo, rajaduras u otras evidencias de daños mecánicos. La soldadura longitudinal de la tubería debe estar cerca del eje neutro de la curva. El radio interno de la curva no debe exceder de 6 veces el diámetro externo de la tubería.

3702.16 Extremos. Los extremos terminales de las tuberías o salidas deben ser conectados a los aparatos de consumo o en caso contrario deben taponarse. Para la conexión de aparatos de consumo sujetos a vibración o móviles, se debe usar tubería flexible de cobre y la longitud no debe exceder de 1,5 m y no debe pasar a través de muros, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedar ocultas.

3702.17 Apoyo de tuberías. La tubería debe ser sostenida con soportes tales como ganchos, flejes metálicos, abrazaderas, ménsulas o colgadores,

todos ellos fabricados ex profeso para tuberías y sus diámetros, de resistencia y calidad adecuadas y ubicados en intervalos suficientes para impedir el pandeo de la tubería o amortiguar posibles vibraciones pero que, al mismo tiempo, permitan su dilatación y contracción sin que ésta se desenganche. La tubería debe ser anclada para evitar esfuerzos en equipos conectados y no debe ser soportada por otra tubería. Los soportes de la tubería deben estar espaciados de acuerdo con la **Tabla 3702.2.17.**

Tabla 3702.2.17
Espaciamiento de soportes de tuberías

Tubería rígida (Cobre, acero o polietileno)		
Ø nominal Mm	**Ø nominal Pulg.**	**Espaciamiento De los Soportes M**
12,7	1/2	1,2
19,5 ó 25,0	3/4 ó 1	1,8
31,75 ó mayor	1 1/4 ó mayor	2,4

SECCIÓN 3703
TIPO DE TUBERÍAS PARA GAS NATURAL

3703.1 Tipos. Las tuberías que deben usarse para la conducción de gas natural pueden ser de cobre, acero, polietileno o acero inoxidable corrugado (CSST) de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas. En ausencia de éstas, deben cumplir con normas mexicanas, normas, códigos y estándares internacionales, y a falta de éstos con las prácticas internacionalmente reconocidas aplicables según corresponda.

3703.2 Tubería de cobre. Puede ser:

3703.2.1 Temple rígido. La tubería de cobre de temple rígido tipo «L» debe estar de acuerdo con la **NMX-W-018-2006 -** o debe ser de calidad superior, con conexiones forjadas soldables de cobre o latón de acuerdo con las **NMX-W-101/1-2004 - y NMX-W-101/2-** respectivamente o calidad superior.

3703.2.2 Temple flexible. La tubería de cobre de temple flexible tipo «L» debe estar de acuerdo con la norma **NMX-W-018-2006** o debe ser de calidad superior, con conexiones tipo asiento de compresión abocinado de acuerdo con la **NMX-X-002-1-** o de calidad superior.

3703.2.3 Uniones. Las uniones en cobre rígido deben ser soldadas por capilaridad con soldadura de fusión no menor a 513 ºK (240 ºC).

3703.2.4 Personal calificado. El personal que realice uniones en tuberías y conexiones de cobre debe tener conocimiento y experiencia en los procedimientos de soldadura de conformidad con la normatividad y/o la práctica internacionalmente reconocida aplicable.

3703.3 Tubería de acero al carbón. Las tuberías deben ser de acero al carbón con o sin costura y conexiones forjadas para soportar presiones de 101,33 kPa (1,033 kgf/cm2). De acuerdo a la **NMX-8-177-** con uniones roscadas, esta tubería debe protegerse contra la corrosión.

3703.3.1 Uniones. Deben ser soldables con arco eléctrico o con autógena. La soldadura autógena se usa sólo para unir tuberías hasta 50 mm de diámetro.

3703.3.2 Selladores. En uniones roscadas se deben utilizar productos selladores resistentes a la acción del gas. No se permite el uso de uniones roscadas ocultas o enterradas en instalaciones con presión de operación mayor de 35,4 kPa (0,351kgf/cm2)

3703.3.3 Permisos. Se permite el uso de bridas roscadas o soldadas pero no enterradas.

3703.3.4 Personal calificado. El personal que realice uniones en tuberías y conexiones de acero al carbón debe tener conocimiento y experiencia en los procedimientos de soldadura de conformidad con la normatividad y/o la práctica internacionalmente reconocida aplicable.

3703.3.5 Tuberías de acero inoxidable corrugado (CSST). Se utilizan solamente en instalaciones residenciales o comerciales y deben cumplir con lo siguiente:

3703.3.5.1 Material. El acero inoxidable debe ser de aleación acero inoxidable serie 370 y se deben utilizar las conexiones y accesorios adecuados para su operación segura a las condiciones de flujo requeridas por la instalación de aprovechamiento.

3703.3.5.2 Usos. La tubería se puede utilizar para las conexiones exteriores con los medidores de gas o equipos de consumo que se encuentren cercanos a la estructura de la construcción.

3703.3.5.3 Combinaciones. La tubería se puede utilizar en combinación con otros materiales como: acero, cobre y polietileno, de acuerdo con la normatividad aplicable.

3703.3.5.4 Límite de presión. La presión normal de operación normal de la tubería no debe superar los 34,5 kPa (0,351 kgf/cm2) y no se puede superar en ningún caso los 44,5 kPa (0,456 kgf/cm2).

3703.3.5.5 Diámetro interior. El diámetro interior de la tubería no debe exceder de 50,8 mm (2 pulgadas).

3703.3.5.6 Material nuevo. La tubería y los accesorios a instalar en las instalaciones de aprovechamiento deben ser nuevos. Se prohíbe el reuso de este material.

3703.3.5.7 Certificado. La tubería y sus accesorios deben contar con certificado de calidad expedido por el fabricante, de acuerdo con la normatividad y/o práctica internacionalmente reconocida aplicable.

3703.3.5.8 Tuberías enterradas. El CSST se puede enterrar siempre que se ponga dentro de un ducto hermético que no sea metálico y cuyo diámetro interior sea por lo menos superior a 12,7 mm (media pulgada) al diámetro exterior de CSST. El CSST debe ser de una sola pieza sin ninguna conexión. La profundidad mínima para enterrar esta tubería debe ser de 45 cm, cuando se encuentre en áreas no pavimentadas.

El ducto hermético se debe extender fuera de la tierra y proteger la tubería de CSST de los daños mecánicos. Se debe sellar el espacio anular entre los dos ductos para evitar la entrada de agua.

3703.3.5.9 Normatividad. La tubería debe cumplir con las normas oficiales mexicanas y en ausencia de estas con la normatividad y/o prácticas internacionalmente reconocidas aplicables.

3703.3.5.10 Certificación. Para tuberías de CSST, el certificado de calidad debe indicar que los materiales fueron evaluados y que tienen resistencia a la humedad, corrosión, efectos de agentes químicos y gases combustibles, incluyendo compuestos de azufre y resistentes a efectos de ozono.

3703.3.5.11 Personal calificado. El personal que realice uniones en tuberías y conexiones de CSST debe tener conocimiento y experiencia en los procedimientos de soldadura en conformidad con la normatividad y/o la práctica internacionalmente reconocida aplicable.

3703.3.6 Tuberías de polietileno. El uso de tuberías de polietileno de mediana o alta densidad, con o sin refuerzo metálico, fabricadas específicamente para conducir gas natural debe estar de acuerdo con la **NMX-E-043-SCFI-2002.**

3703.3.6.1 Uniones. Las juntas de fusión por calor o de compresión en las tuberías de polietileno deben ser realizadas de acuerdo con los métodos y equipos recomendados por el fabricante.

3703.3.6.1.2 Uniones mecánicas. Cada unión mecánica de tipo compresión en tuberías de polietileno debe cumplir con lo siguiente: **A.** El material de la junta en el acoplamiento debe ser compatible con el polietileno. **B.** Se debe utilizar un refuerzo tubular interno rígido en conjunto con el acoplamiento.

3703.3.6.1.3 Refuerzo tubular. Un refuerzo tubular rígido debe ser utilizado junto con el accesorio. El refuerzo tubular debe ser emparejado con el final de la tubería y debe extenderse por lo menos al final de la tubería y hasta el final de la boca de salida del accesorio de compresión cuando es instalado. El refuerzo tubular debe estar libre de asperezas o bordes cortantes y no debe ser encajado forzadamente en el plástico. Los refuerzos tubulares rígidos con rajaduras o despostillados no deben ser utilizados.

3703.3.6.1.4 Ubicación. En las instalaciones la tubería de polietileno debe estar enterrada a una profundidad mínima de 45 centímetros con respecto al nivel de piso terminado.

3703.3.6.1.5 Personal calificado. El personal que realice uniones en tuberías y conexiones de polietileno debe tener conocimiento y experiencia en los procedimientos de soldadura en conformidad con la normatividad y/o la práctica internacionalmente reconocida aplicable.

SECCIÓN 3704
CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS

3704.1 Consideraciones Generales.

3704.1.1 Presión máxima de operación. Las tuberías, conexiones y válvulas que constituyen una instalación de aprovechamiento de gas natural deben operar a presiones iguales o menores que 648,47 kPa (66,125 kgf/cm2). En caso de que la instalación se diseñe para operar a presiones mayores que 689,48 kPa (70,30 kgf/cm2), se debe utilizar tubería de acero y dichas instalaciones deben cumplir en lo conducente con los requisitos establecidos en la **NOM-003-SECRE** y lo no previsto en ésta, con las prácticas internacionalmente reconocidas.

3704.1.2 Demanda máxima de gas. Las instalaciones de aprovechamiento se deben diseñar para satisfacer los requisitos de flujo y presión de gas para que los equipos de consumo existentes operen correctamente y en forma segura a su capacidad máxima al mismo tiempo. Bajo estas condiciones, la caída de presión en cualquier punto de la instalación, no debe ser mayor que la caída de presión máxima permisible.

3704.1.3 Caída de presión. La caída de presión máxima permisible es la pérdida de presión máxima de diseño que se puede permitir en una tubería desde la salida de estación de regulación y medición

del distribuidor, hasta la de cualquier equipo de consumo, bajo condiciones de flujo máximo, para que la presión a la entrada de cualquier equipo de consumo sea constante entre la presión máxima y la presión mínima especificada por el fabricante para la operación correcta de dicho equipo.

SECCIÓN 3705
VÁLVULAS DE CIERRE DE GAS

3705.1 Consideraciones generales.

3705.1.1 Utilización. Para el seccionamiento o corte de flujo de gas natural en una instalación, se deben utilizar válvulas para gas de cierre rápido de un cuarto de vuelta, que soporten la presión de diseño, de acuerdo a la normatividad aplicable.

3705.1.2 Aprobación de válvulas. Las válvulas deben cumplir con los requisitos mínimos de seguridad establecidos en esta Norma, y en lo no previsto por ésta, deben cumplir con las prácticas internacionalmente reconocidas. No se deben utilizar válvulas bajo condiciones de operación que superen los regímenes de presión y temperatura establecidas en las especificaciones aplicables.

3705.1.3 Accesibilidad. Las válvulas para gas natural se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan la operación en casos de emergencia.

3705.1.4 Las válvulas se deben probar de acuerdo con el desarrollo del sistema y antes del inicio de operaciones de una instalación, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

3705.2 Válvulas en líneas de acero al carbón.

3705.2.1 Prueba de válvulas. Las válvulas se deben probar conforme con lo siguiente:

A. Cuerpo de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente abierta", se debe probar a una presión mínima de 1,5 veces la máxima presión de operación del sistema. Durante la prueba la válvula debe cumplir con las especificaciones del fabricante;

B. Asiento de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente cerrada" se debe probar a una presión mínima de 1,5 veces la MPOP del sistema. Durante la prueba la válvula debe cumplir con las especificaciones del fabricante, y

C. Operación de la válvula. Después de completar la última prueba de presión, la válvula se debe operar para comprobar su buen funcionamiento.

3705.3 Válvulas en líneas de polietileno. Las válvulas deben ser de cierre rápido, herméticas y con extremos soldables por termofusión o electrofusión y deben cumplir con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, y en lo no previsto por éstas, con prácticas internacionalmente reconocidas aplicables.

3702.4 En líneas de cobre. Las válvulas que se utilicen en tuberías de cobre deben cumplir con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, y en lo no previsto por éstas, con prácticas internacionalmente reconocidas aplicables.

3702.5 Manómetros. Cuando se instalen manómetros estos deben ir precedidos de una válvula de bloqueo.

SECCIÓN 3706
REGULADORES DE PRESIÓN EN INSTALACIONES

3706.1 Reguladores. Toda instalación para gas natural debe contar con un regulador de presión. La función de los reguladores de presión es la de suministrar gas en estado de vapor a una presión menor a la que es alimentado.

3706.2 Válvula de corte. Los reguladores de presión deben instalarse precedidos de una válvula de corte de operación manual.

3706.3 Ventilación. Los reguladores instalados en recintos cerrados que operen a una presión mayor de 34 kPa (3,465 kgf/cm2), la ventanilla de estos debe dirigirse al exterior.

3706.4 Programa de inspección. Se debe llevar a cabo un programa continuo de inspección y reparación de reguladores para garantizar una operación segura y eficiente de estos equipos. La capacidad y el tamaño del regulador son los parámetros que se deben considerar en la frecuencia de las inspecciones y el grado de mantenimiento requerido. La revisión de estos reguladores consiste en verificar si existe alguna fuga en su diafragma y observar si hay escape de gas a través de la ventanilla.

SECCIÓN 3707
MEDIDORES DE GAS

3707.1 Medidores. Los medidores que se utilicen para el suministro de gas a los usuarios deben cumplir con lo estipulado por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

3707.1.1 Cumplimiento. Los medidores que el distribuidor instale en el domicilio de los usuarios de servicio residencial para suministrar gas deben cumplir con la **NOM-014-SCFI-1997.**

3707.1.2 Certificado. Los medidores de gas deben contar con un certificado de calidad emitido por el fabricante.

3707.1.3 Presión máxima de operación. Los medidores deben operarse de acuerdo con las condiciones indicadas del fabricante. No se debe exceder la presión de operación máxima indicada por el fabricante.

3707.1.4 Instalación. Los medidores deben colocarse en lugares con ventilación adecuada para evitar que se acumule gas en caso de fuga y de fácil acceso para atención de emergencia, revisión, lectura, reemplazo y mantenimiento.

3707.1.5 Protección. Se debe instalar una válvula de corte de servicio en la entrada de gas de cada medidor.

3707.1.6 Pruebas. Se deben realizar pruebas de hermeticidad de las tuberías antes de instalar los medidores.

3707.1.7 Soportes. Los medidores deben contar con un soporte que evite deformaciones en la tubería de entrada y/o de salida, en caso necesario.

3707.1.8 Identificación. Cuando existan varios medidores en un espacio reducido cada uno se debe identificar con el usuario correspondiente.

3707.1.9 Calibración. Se debe programar y llevar a cabo la calibración de los medidores utilizados en el sistema de distribución, de acuerdo con lo establecido en la LFSMN.

SECCIÓN 3708
INSTALACIÓN DE APARATOS DE CONSUMO

3708.1 Consideraciones generales.

3708.1.1 Consumo. El consumo de gas del equipo correspondiente se determina directamente de las especificaciones del fabricante.

3708.1.2 Instrucciones. La instalación de los equipos de consumo se debe efectuar conforme a las instrucciones del fabricante.

3708.1.3 Válvula de corte. Se debe instalar una válvula de corte antes de cada equipo de consumo (fijo o móvil); en caso de no colocar dichas válvula, se debe instalar una válvula que controle a todos los aparatos de la instalación.

3708.2 Aparatos de consumo. Los aparatos de consumo deben estar certificados. Su instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3708.3 Aparatos para uso en el exterior. Los equipos instalados en el exterior del edificio deben estar certificados para ser usados al aire libre y contar con protecciones contra los factores ambientales exteriores que puedan afectar la operatividad, durabilidad y seguridad del equipo.

3708.4 Ventilación. En la instalación de aparatos de consumo se debe prever que el espacio donde se ubiquen cuente con ventilación natural permanente. De ser necesario se deben instalar conductos de ventilación o rejillas de ventilación que permitan la entrada de aire del exterior del edificio.

3708.5 Conexión de aparatos. Los aparatos deben estar conectados al sistema de conexión de tuberías a través de una de las siguientes disposiciones:

A. Tubería metálica rígida y accesorios.

B. Tubería metálica flexible y accesorios.

C. Conectores de aparatos certificados y sellados, instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante y ubicados en conjunto en el mismo espacio del aparato.

D. Dispositivos de desconexión rápida certificados y sellados utilizados en conjunto con conectores de aparatos certificados y sellados.

E. Bocas de salida de uso general certificadas y selladas utilizadas en conjunto con conectores de aparatos certificados y sellados.

3708.5.1 Accesibilidad. Todo equipo de consumo de gas se debe localizar en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus válvulas o llaves de control.

3708.5.2 Ventilación. Los equipos instalados dentro de construcciones cerradas se deben ubicar en sitios que ofrezcan condiciones óptimas de ventilación en las partes inferiores y superior de la construcción, para evitar que el ambiente se contamine con los gases producto de la combustión y evitar que corrientes de aire apaguen los pilotos o quemadores.

3708.5.3 Calefactores del tipo ventilado. La localización de calefactores instalados en recámaras o dormitorios deben ser del tipo "ventilado" cuyo diseño permite desalojar al exterior los gases que son producto de la combustión.

3708.6 Protección contra daños. Los conectores y tuberías deben ser instalados de manera tal que se protejan contra daños físicos.

3708.8 Aparatos móviles. Cuando los aparatos se encuentren equipados con ruedas o estén sujetos a movimientos o reubicación periódicos por motivos de limpieza y mantenimiento de rutina, tales aparatos

deben estar conectados a los sistemas de tuberías de suministro por medio de un conector flexible aprobado, diseñado y sellado para ese uso. Tales conectores flexibles deben estar instalados y protegidos contra daños físicos de acuerdo con lo establecido en las instrucciones de instalación del fabricante.

3708.10 Calefactores móviles. Los calefactores móviles se deben conectar mediante una manguera tramada con conexiones roscadas para uso de gas natural con una longitud no mayor de 1,50 m.

3708.11 Prohibición. Se prohíbe instalar calentadores de agua dentro de cuartos de baño, closets, recámaras y dormitorios, cuartos sin ventilación permanente.

SECCIÓN 3709
INSPECCIÓN, PRUEBAS Y PURGA

3709.1 Consideraciones generales.

3709.1.1 Inspecciones. Previo a la aceptación y operación inicial, todas las instalaciones de tubería deben inspeccionarse y someterse a pruebas de hermeticidad con presión para determinar que los materiales, diseño, fabricación y procedimientos de instalación cumplen con los requisitos de este Código.

3709.1.2 Inspección visual. La inspección debe consistir en un examen visual, durante o después de la manufactura, fabricación, ensamble o pruebas de presión tal como sea apropiado.

3709.2 Pruebas de hermeticidad

3709.2.1 Medios de prueba. Los fluidos para prueba pueden ser agua, aire o gas inerte. No se debe usar oxígeno como fluido de prueba. Solo el distribuidor de gas natural puede realizar esta prueba con gas natural.

3709.2.2 Desconexión de equipos. Cuando el sistema de tuberías se encuentre conectado a un equipo o componentes diseñados para presiones operativas menores a la presión de prueba, tal equipo o componentes del equipo se deben aislar del sistema de tuberías, desconectándolos y colocándoles un tapón hembra en la o las bocas de salida.

3709.2.3 Reparaciones y ampliaciones. En el caso de la realización de reparaciones o ampliaciones luego de la prueba de presión, la tubería afectada debe ser probada. No se requiere que las reparaciones o ampliaciones menores sean aprobadas a presión siempre que el trabajo sea inspeccionado y las conexiones sean probadas con un fluido no corrosivo para detectar fugas u otros métodos aprobados para la detección de fugas.

3709.3 Prueba de hermeticidad en instalación.

3709.3.1 Prueba de instalación. Las líneas deben soportar una presión de uno coma cinco (1,5) veces la presión de trabajo registrada por manómetros con precisión de más o menos 10% del valor de la presión de prueba.

3709.3.2 Duración de la prueba de tuberías. Una vez que el manómetro registre la presión requerida, la fuente de presión se debe desconectar del sistema, verificando que no haya pérdida de presión durante un periodo de 10 (diez) minutos.

3709.3.3 Purgado. Las tuberías se deben purgar ante de ponerlas en servicio para expulsar el fluido utilizado en la prueba.

3709.3.4 Precauciones durante las pruebas. Todas las pruebas del sistema de tuberías deben ser realizadas con la debida consideración hacia la seguridad de los empleados y el público durante la prueba. Previo a las pruebas el interior de la tubería debe estar libre de cualquier tipo de material extraño.

3709.4 Prueba de hermeticidad por el distribuidor.

3709.4.1 Instalaciones residenciales. Las instalaciones residenciales deben ser objeto de una prueba de hermeticidad por parte del distribuidor del gas natural antes de ser puestas en servicio. La verificación de esta prueba se debe hacer por muestreo, de acuerdo con la norma mexicana **NMX-Z-012-1987.**

3709.4.2 Instalaciones comerciales. Las instalaciones comerciales e industriales sin excepción, deben ser objeto de una prueba de hermeticidad antes de ser puestas en servicio por parte del distribuidor de gas natural, dicha prueba debe ser realizada por personal capacitado con la presencia de una UV.

3709.4.3 Medición de la presión de hermeticidad. La presión de la prueba de hermeticidad debe ser medida con un manómetro o con un dispositivo de medición de presión diseñado y calibrado para leer, registrar o indicar pérdida de presión causada por fugas durante el período de prueba de presión. La fuente de presión debe estar aislada antes que comiencen las pruebas de presión. El rango o capacidad de medición de los aparatos utilizados para medir las presiones de hermeticidad no debe ser mayor a cinco veces la presión de prueba.

3709.4.4 Preparación de pruebas. Las juntas de tuberías rígidas y flexibles, incluyendo soldaduras, deben dejarse expuestas para su examen durante las pruebas.

3709.4.5 La prueba de hermeticidad con gas natural se debe efectuar a la presión de trabajo de los equipos de consumo, conectados y con sus válvulas de control y pilotos cerrados para

comprobar que no existen fugas en la instalación y en los aparatos de consumo. El usuario o responsable de la instalación debe desconectar de la instalación, los aparatos de consumo que presenten fugas en dichas pruebas.

3709.4.6 Responsabilidad. El distribuidor es responsable de mantener un registro de las inspecciones y resultados de pruebas realizadas a las instalaciones de aprovechamiento que debe contener:

A. Informe descriptivo de las instalaciones, incluyendo diagrama isométrico y procedimientos de cálculo de la caída de presión máxima en las tuberías.

B. Materiales instalados.

C. Reporte del resultado de las inspecciones, especificando la responsabilidad de los usuarios.

3709.5 Fugas.

3709.5.1 Detección de fugas y defectos. El sistema de tuberías debe soportar la presión de prueba de hermeticidad especificada sin mostrar evidencia de fugas u otros defectos. Cualquier reducción de presiones de prueba indicada por el calibrador de presión, debe considerarse como una indicación de la presencia de una fuga a menos que tal reducción pueda ser atribuida a otra causa.

3709.5.2 Métodos de detección. La fuga debe ser localizada por medio de un detector de gas aprobado, un fluido de detección de fugas no corrosivo u otros métodos de detección de fugas aprobados. No se deben utilizar cerillos, velas, llamas abiertas u otros medios que puedan proveer una fuente de ignición.

3709.5.3 Correcciones. Cuando sean localizados fugas o defectos, la porción afectada del sistema de tuberías debe ser reparada o reemplazada y sometida a prueba nuevamente.

3709.5.4 Pruebas de fugas de sistemas y equipos. Las pruebas de fuga de los sistemas y equipos deben estar de acuerdo con lo establecido en las **Secciones 3709.5.5 hasta 3709.5.6.4.**

3709.5.5 Prueba contra fugas. Inmediatamente después de que el gas es encendido en un nuevo sistema o en un sistema que ha sido inicialmente restaurado después de una interrupción del servicio, el sistema de tuberías debe ser probado contra fugas. Cuando se registre una fuga, el suministro debe ser cerrado hasta que las reparaciones necesarias se hayan realizado.

3709.5.6 Antes de encender el gas. Antes de que se introduzca el gas combustible en un sistema de tuberías de gas nuevo, el sistema completo debe inspeccionarse para determinar que no existan accesorios olvidados o terminaciones abiertas y que todas las válvulas en las tomas de salida en desuso estén cerradas o tapadas.

3709.5.6.1 Colocación de equipos en operación. Se debe permitir poner en operación equipos de utilización de gas después de que el sistema de tuberías haya sido probado y se haya determinado que está libre de fugas y haya sido purgado.

3709.5.6.2 Puesta en operación. Cuando la tubería llena de aire sea puesta en operación, el aire en la tubería debe ser desplazado con gas combustible. El aire puede ser desplazado de manera segura con gas combustible siempre que un flujo de gas combustible moderadamente rápido y continuo sea introducido al final de una línea y el aire sea evacuado a través de la otra punta. El gas combustible debe ser continuo sin interrupciones hasta que el gas evacuado esté libre de aire. El punto de descarga no debe dejarse sin vigilancia durante la purga. Inmediatamente después de haber realizado la purga del sistema de tubería, la punta de salida debe estar perfectamente cerrada.

3709.5.6.3 Descarga de gases purgados. El extremo abierto de los sistemas de tuberías que estén siendo purgados no debe descargar dentro de espacios confinados o áreas donde haya fuentes de ignición a menos que se tomen las precauciones necesarias para realizar esta operación de manera segura a través de ventilación del espacio, control del índice de purga y eliminación de condiciones peligrosas.

3709.5.6.4 Colocación de un equipo en operación. Después de que la tubería haya sido puesta en operación, todos los equipos deben ser purgados y luego puestos en operación, si es necesario.

PARTE 8
INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

8

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 38 - ADMISTRACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

SECCIÓN 3801
CONSIDERACIONES GENERALES

3801.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo deben establecer los requisitos administrativos generales aplicables a los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias y a los requisitos de inspección del CEV.

3801.2 Aplicación. Además de los requisitos generales de administración incluidos en el **Capítulo 1**, las disposiciones administrativas de este Código también deben aplicarse a los requisitos para los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias de los **Capítulos 38** hasta el **43.**

Cualquier requisito necesario para que las instalaciones hidráulicas o sanitarias funcionen correctamente debe ser presentado oportunamente a la autoridad competente; deben tomarse en cuenta los aspectos de resistencia, estabilidad, condiciones apropiadas para la salud, seguridad o bienestar públicos.

3801.3 Instalaciones inseguras. Cualquier instalación hidráulica y sanitaria regulada por este código que sea insegura, constituya un peligro de incendio, salubridad o de alguna manera ponga en riesgo la vida humana debe ser declarada peligrosa y no debe ser ocupada o continuar siendo ocupada sin las apropiadas medidas remediales aplicables en cada caso hasta que la autoridad competente lo autorice.

3801.4 Documentación. Los documentos autorizados para la construcción no pueden ser modificados sin el consentimiento de las partes interesadas y de la autoridad competente. A la terminación de la obra un tanto conteniendo al menos la misma cantidad de información inicial y la relativa a los muebles sanitarios y sus accesorios debe ser preparado y entregado a las partes interesadas reflejando fielmente el estado de la obra tal como se construyó.

SECCIÓN 3802
SISTEMAS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EXISTENTES

3802.1 Ramales y desagües de edificaciones existentes. Los ramales y desagües de edificaciones existentes deben conectarse con los sistemas nuevos cuando los ensayos e inspecciones demuestren que los mismos satisfacen los requisitos prescritos por el CEV.

3802.2 Ampliaciones o modificaciones. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones en cualquier sistema de instalaciones hidráulicas y sanitarias deben cumplir los mismos requisitos establecidos para un sistema nuevo, aunque el sistema existente no cumpla con todos los requisitos de este Código. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones no deben provocar que el sistema existente se vuelva inseguro, insalubre o insuficiente.

Deben permitirse ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones menores en los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias del mismo modo y con las mismas disposiciones que para los sistemas ya existentes, siempre que dichas reparaciones o reemplazos no sean peligrosos y estén aprobados, por la autoridad competente y no contravengan las disposiciones de este CEV.

SECCIÓN 3803
INSPECCIÓN Y ENSAYOS

3803.1 Inspección requerida. Los trabajos nuevos de instalaciones hidráulicas y sanitarias y las partes de los sistemas existentes afectadas por nuevos trabajos o modificaciones deben ser inspeccionados por el DRO y el FRAE para asegurar el cumplimiento de los requisitos de este Código.

3803.2 Ocultamiento. Los sistemas de instalaciónes hidráulicas y sanitarias en cualquiera de sus partes, no deben cubrirse, ocultarse, o ser puestos en funcionamiento hasta no haber sido ensayados, inspeccionados y aprobados por el FRAE.

3803.3 Materiales y métodos alternativos. Las disposiciones aquí contenidas no llevan la intención de impedir la utilización de cualquier material ni de prohibir métodos que no sean explícitamente prescritos en este Código, siempre que dicha alternativa no viole alguna ley o Norma Oficial Mexicana, que no se disminuyan los requisitos de salud, vida y protección contra incendio, que los materiales y métodos de trabajo sean por lo menos equivalentes

a los prescritos en este Código, asegurando el correcto funcionamiento de las instalaciones, que se aporten las evidencias de ensayos certificados y haya sido aprobada por la autoridad competente.

3803.4 Responsabilidad del propietario o DRO. El equipo, los materiales y el trabajo para los ensayos deben ser proporcionados por el propietario o DRO de la obra. También son ellos responsables de mantener bajo custodia y poner a disposición de la autoridad competente cuando lo solicite, todos los registros de las inspecciones y pruebas realizadas.

Cuando la evidencia del cumplimiento con las disposiciones de este código sea insuficiente o haya evidencia de que un material o método no cumple con los requisitos de este código o para justificar peticiones para el uso de material o método alternativo, el DRO debe exigir los resultados de los ensayos como evidencia de conformidad y someter dichos resultados posteriormente al FRAE.

Dichos ensayos deben ser tal como se especifica en este código o por otras normas de ensayo y laboratorios reconocidos. Los ensayos deben realizarse por una entidad aprobada para tal fin.

Los reportes deben ser entregados y preservados por el FRAE, el DRO y el propietario.

3803.5 Ensayo de los ramales. Los ramales de las edificaciones deben ser sometidos a ensayos insertando un tapón provisional en el punto de conexión con la red pública y llenando el ramal de la edificación con agua, realizando el ensayo con una presión de agua no inferior a 3.0 metros de columna de agua por encima de la conexión del accesorio más alto de esa sección, o del punto más alto en el sistema completo, que debe mantenerse sin fluctuar durante 15 minutos. El ensayo debe comprobarse por medio de una inspección visual.

3803.6 Instalaciones hidráulicas y sanitarias terminadas. Después de que los muebles sanitarios hayan sido ajustados y sus sifones hidráulicos llenados con agua, sus conexiones deben ser sometidas a ensayos para comprobar que las mismas sean herméticas al agua. Cada mueble sanitarios debe ser llenado y luego descargado. Debe comprobarse que los sifones hidráulicos y las conexiones de los muebles sanitarios sean herméticos al agua por medio de una inspección visual.

3803.7 Ensayo del sistema de suministro de agua. Cuando se termine el abastecimiento de agua o una sección del mismo, el sistema, o porción completada, deben ser sometidos a ensayo para comprobar la hermeticidad bajo una presión de agua no inferior a la presión de funcionamiento del sistema o, para aquellos sistemas de tubería que no sean de plástico, por medio de un ensayo de aire de no menos de 344 kPa (50 psi). Esta presión debe ser mantenida por un mínimo de 15 minutos. El agua utilizada para los ensayos debe ser obtenida de una fuente de agua potable.

3803.8 Inspección y ensayo de dispositivos de prevención de contraflujo. La inspección y ensayo de dispositivos de prevención de contraflujo deben cumplir con las especificaciones de las **Secciones 3803.8.1 y 3803.8.2.**

3803.8.1 Inspecciones. Las inspecciones deben hacerse en todos los sistemas de prevención de contraflujo para determinar si los mismos son operables.

3803.8.2 Ensayos. Las válvulas de contraflujo por principio de presión reducida, los sistemas de válvulas de doble retención, los sistemas de válvulas de retención de doble detector, y los sistemas de interruptores de vacío de presión, deben ser sometidos a ensayos en el momento de su instalación, inmediatamente después de una reparación o reubicación, y por lo menos una vez al año.

3803.9 Manómetros de Ensayo. Los manómetros utilizados para ensayo deben tener las siguientes características:

1. Los ensayos que requieren una presión de 69 kPa (10 psi) o menos, deben utilizar un manómetro de ensayo que tenga incrementos de 0.69 kPa (0.10 psi) o menos.

2. Los ensayos que requieren una presión de más de 69 kPa (10 psi) pero menor o igual a 690 kPa (100 psi), deben utilizar un manómetro de ensayo que tenga incrementos de 6.9 kPa (1.0 psi) o menos.

3. Los ensayos que requieren una presión de más de 690 kPa (100 psi), deben utilizar un manómetro de ensayo que tenga incrementos de 13.8 kPa (2 psi) o menos.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 39 - REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

SECCIÓN 3901
CONSIDERACIONES GENERALES

3901.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo deben regular las instalaciones hidráulicas y sanitarias que no hayan sido específicamente cubiertas por otros capítulos aplicables a los sistemas hidráulicos y sanitarios.

3901.2 Conexión. Los muebles sanitarios y coladeras utilizados para recibir o descargar desperdicios líquidos o aguas servidas residuales deben estar conectados al sistema de drenaje sanitario de la edificación o del espacio que se trate, de acuerdo con los requisitos de este Código. La presente sección no debe interpretarse como una condición para evitar los sistemas de desperdicios indirectos.

3901.3 Zonas con peligro de inundación. En las zonas propensas a inundaciones, los muebles sanitarios, coladeras y registros deben estar ubicados y ser instalados de acuerdo con la **Sección 3902.2**

SECCIÓN 3902
SUMINISTRO DE AGUA INDIVIDUAL Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

3902.1 Consideraciones generales. El sistema de distribución de agua y el sistema de desalojo de aguas residuales de cualquier edificación en donde se instalen muebles sanitarios, deben estar conectados a un sistema de abastecimiento de agua o a un sistema de drenaje público respectivamente, cuando éstos estén disponibles. Cuando no se pueda contar con un sistema de abastecimiento de agua o con un sistema de drenaje público, o con ninguno de los dos, o cuando la conexión a los mismos no fuera posible, debe proveerse de un sistema de distribución de agua individual, o de un sistema individual de eliminación de aguas residuales, o de ambos.

3902.2 Instalaciones resistentes a las inundaciones. En zonas con peligro de inundaciones se debe aplicar lo siguiente:

1. Los sistemas de suministro de agua potable, pluvial o de riego, deben ser diseñados para evitar la infiltración de agua que proviene de las inundaciones.

2. Las tuberías para los sistemas de eliminación de aguas residuales deben ser diseñadas y construidas tanto para impedir la infiltración de agua proveniente de las inundaciones hacia los sistemas como la infiltración de las aguas residuales desde los sistemas hacia las aguas de inundación.

3. Se permite colocar los siguientes sistemas debajo del nivel de inundación de diseño, siempre que cumplan con los Puntos 1 y 2 de esta sección y que además sean construidos para resistir las cargas y esfuerzos hidrostáticos e hidrodinámicos incluyendo los efectos de flotabilidad durante la ocurrencia de una inundación.

a. Todas las tuberías de servicio de agua.

b. Los sellos de bombas en sistemas individuales de abastecimiento de agua cuando la bomba esté ubicada por debajo del nivel de inundación de diseño.

c. Toda la tubería de drenaje sanitario.

d. Toda la tubería de drenaje pluvial.

e. Las tapas de los registros de acceso deben estar selladas excepto donde estén elevadas al nivel o por encima del nivel de inundación de diseño.

f. Todos los otros muebles, llave, accesorios de muebles, sistemas de tubería y equipo

g. Calentadores de agua, que cuenten con dispositivos de cierre automático de la fuente de abastecimiento de gas por falla de flama.

h. Respiraderos y sistemas de ventilación.

4. Donde el nivel de inundación de diseño de los muebles sanitarios está por debajo del nivel del siguiente pozo de visita aguas arriba del alcantarillado público, los muebles deben ser protegidos por una válvula de contraflujo instalada en la descarga de la edificación. Todas la partes que conforman las válvulas deben estar construidas de tal manera que puedan proveer un sello mecánico para prevenir el contraflujo y cuando estén completamente abiertas deben tener

una capacidad no menor que la de las tuberías en las que están instaladas. Su ubicación debe permitir el acceso a los mecanismos para su servicio y reparación.

5. Los sistemas de tuberías no deben ser montados sobre muros intencionalmente proyectados para romperse bajo cargas de inundación ni deben penetrar a través de ellos.

SECCIÓN 3903
PROTECCIÓN DEL EDIFICIO Y DE LAS TUBERÍAS

3903.1 Consideraciones generales. Durante el proceso de instalación o reparación de alguna parte de una instalación hidráulica o sanitaria, los elementos constructivos como pisos, muros, losas, trabes, cerramientos u otra parte de la edificación deben conservar, cuando menos, las propiedades de diseño estructural con el cual fueron aprobados y construidos, de acuerdo con los requisitos de seguridad estructural establecidos en este Código.

3903.2 Corrosión. Las tuberías metálicas que pasen a través de elementos de concreto, pisos, losas o muros de mampostería, deben estar protegidas contra la corrosión por un revestimiento protector, o cualquier otro medio resistente a las reacciones causadas por la cal y el concreto. El revestimiento o cubierta debe permitir la expansión y contracción de la tubería para impedir cualquier tipo de fricción y su espesor mínimo debe ser de 0.5 mm.

3903.3 Tuberías debajo de zapatas o trabes de cimentación. Las tuberías que pasen debajo de una zapata o trabe de cimentación deben ser provistas de un arco de alivio o de una camisa cuyo diámetro debe ser dos veces el diámetro del tubo. No se permite el paso a través de zapatas o trabes de cimentación a menos que se cumpla con las disposiciones de la **Sección 3903.1**.

3903.4 Tuberías a través o por debajo de muros. Las tuberías que pasen a través de muros o por debajo de ellos deben estar protegidas contra fracturas mediante huecos o camisas que permitan la libre expansión y contracción de las tuberías.

3903.5 Clima. Las tuberías instaladas en el exterior del edificio deben aislarse contra la humedad, el calor y el frío extremos con materiales aprobados para este fin. Las aberturas realizadas para el paso de tuberías en los muros exteriores o cubiertas deben ser selladas e impermeabilizadas.

3903.6 Rellenado de camisas. El espacio libre entre una camisa y la tubería que protege debe ser rellenado o calafateado herméticamente, de un modo aprobado por el FRAE.

SECCIÓN 3904
EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y RELLENO

3904.1 Zanjas y lecho. Las tuberías enterradas deben ser colocadas en zanjas de manera que el ramal completo se apoye en un lecho continuo y macizo de tepetate o arena compactada en capas de 15 cm cada una hasta alcanzar los niveles de pendiente preestablecidos para dicha tubería. Las tuberías no deben estar apoyadas sobre rocas, concreto o piezas de mampostería en ningún punto del ramal que forman.

3904.2 Relleno. La tierra de relleno para cubrir la tubería colocada en la zanja debe estar libre de rocas, madera, desechos de construcción y escombros hasta cubrir 30 cm arriba del lomo de la tubería. La tierra de relleno debe ser colocada simétricamente alrededor y sobre ambos lados de la tubería para que el ramal permanezca alineado. La colocación, el apisonado y la compactación del relleno se deben hacer en capas de 15 cm de espesor sin golpear ni dañar la tubería.

3904.3 Instalación de las tuberías con respecto a la cimentación. Las tuberías enterradas paralelamente a las zapatas o trabes de cimentación deben instalarse por encima de la línea de reposo, la cual debe ser trazada desde los bordes de desplante de la zapata o trabe en un ángulo de 45º hacia el subsuelo y hacia ambos lados (Ver Figura 3904.3).

SECCIÓN 3905
SOPORTE DE TUBERÍAS

3905.1 Características. El soporte de las tuberías hidráulicas y sanitarias debe ser habilitado de acuerdo a lo siguiente:

1. Los soportes de la tubería deben asegurar la alineación del ramal y la estabilidad de todas la piezas de unión y accesorias además de permitir los movimientos de expansión y contracción de la tubería sin afectar su buen estado y funcionamiento.

2. Los soportes colgantes y anclajes deben tener suficiente resistencia para soportar su parte proporcional del peso de la tubería y de los contenidos y de ancho suficiente para evitar la distorsión en la tubería. Los ganchos, flejes y abrazaderas deben ser de materiales certificados a prueba de oxidación y efecto galvánico. Debe proveerse un sistema de apoyo rígido contra el desplazamiento en los cambios de dirección que sean mayores a 45º para las tuberías de 102 mm (4 pulgadas) o mayores.

3. Los soportes de la tubería deben ser capaces de resistir los efectos sísmicos de tal forma que el ramal soportado por ellos no sufra deformaciones, fracturas, desprendimientos ni daños físicos ni funcionales.

4. Las tuberías deben ser soportadas a distancias que no excedan las indicadas en la **Tabla 3905.1**.

SECCIÓN 3906
IMPERMEABILIZACIÓN DE ABERTURAS

3906.1 Aberturas a prueba de agua. Se deberán impermeabilizar los muros y cubiertas exteriores que sean atravesados por tuberías, en los tramos por donde ésta pase. Las juntas en las cubiertas de madera, alrededor de las tuberías de ventilación o desagües de cualquier tipo, deben hacerse a prueba de agua mediante el uso de hojas de plomo, cobre o acero galvanizado o de un material elastomérico aprobado. El sello impermeable debe efectuarse con un material aprobado y compatible con los materiales en los que se aplique.

SECCIÓN 3907
MANO DE OBRA

3907.1 Instalación. Las válvulas, uniones, tuberías y accesorios sanitarios deben ser instalados en correcta relación respecto a la dirección de flujo. Los extremos con rebabas deben ser pulidos hasta el perímetro interior total de la tubería.

Figura 3904.3 Instalación de las tuberías con Respecto a la cimentación

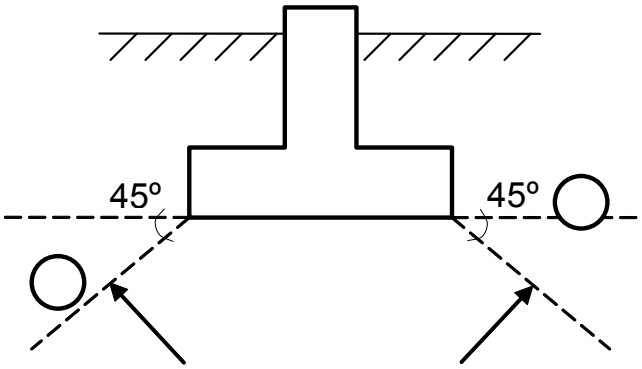


Tabla 3905.1 Separación entre soportes de la tubería

Tipo de tubería	Separación horizontal máxima (m)	Separación vertical máxima (m)
Tubería rígida ABS	1.2	3.0b
Tubería semirrígida de aluminio	3.0	4.5
Tubería rígida de bronce	3.0	3.0
Tubería rígida de hierro fundido	1.5a	4.5
Tubería rígida de cobre o de aleación de cobre	3.6	3.0
Tubería semirrígida de cobre o de aleación de cobre (1 ¼ " de diámetro y más pequeña)	1.8	3.0
Tubería semirrígida de cobre o de aleación de cobre (1 ½ " de diámetro y más grande)	3.0	3.0
Tubería rígida de polietileno de enlace cruzado (PEX)	0.8	3.0b
Tubería rígida de polietileno de enlace cruzado/ aluminio/polietileno de enlace cruzado (PEX-AL-PEX)	0.8	1.2b
Tubería rígida o semirrígida de CPVC (1 pulgada de diámetro y más pequeña)	0.9	3.0b
Tubería rígida o semirrígida de CPVC (1 ¼ de pulgada de diámetro y más grande)	1.2	3.0b
Tubería rígida de plomo	Continua	1.2
Tubería rígida o semirrígida de PB	0.8	1.2

Tubería rígida de polietileno/alumi-nio/ polietileno (PE-AL-PE)	0.8	1.2b
Tubería rígida de PVC	1.2	3.0b
Desagüe sanitario de acero inoxidable	3.0	3.0b
Tubería de acero	3.6	4.5

a. La separación horizontal máxima de los soportes de las tuberías de hierro fundido debe ser aumentada a 3.0 m en los casos en donde se instalen longitudes de tubería de 3.0 m.

b. Guía de medio piso para dimensiones de 127 mm (2 pulgadas) y más pequeñas.

SECCIÓN 3908
IDENTIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

3908.1 Identificación. Cada tramo de tubería y cada accesorio, trampa hidráulica, mueble sanitario, material y dispositivo utilizado en un sistema de instalaciones hidráulicas y sanitarias debe exhibir la identificación de su fabricante.

3908.2 Certificación. Todos los materiales empleados deben ser instalados en estricta conformidad con las normas bajo las cuales dichos materiales han sido aceptados y aprobados. En ausencia de dichos procedimientos de instalación, deben seguirse las instrucciones de instalación del fabricante. En aquellos casos en que los requisitos de las normas citadas o las instrucciones de la instalación del fabricante no cumplieran las disposiciones mínimas del CEV, deben aplicarse las disposiciones de este Código.

3908.3 Norma oficial. Todas las instalaciones de las tuberías hidráulicas y sanitarias, conexiones, accesorios, muebles sanitarios, válvulas de control, llaves y cualquier otro accesorio utilizados en ambos tipos de instalaciones deben cumplir con las disposiciones de las NOM indicadas en este Código o las vigentes al momento de su instalación.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 40 - MUEBLES SANITARIOS E INSTALACIONES FIJAS

SECCIÓN 4001
MUEBLES, LLAVES Y ACCESORIOS DE MUEBLES

4001.1 Calidad. Los muebles sanitarios, llaves y accesorios de muebles deben construirse con materiales aprobados, deben tener superficies lisas e impermeables, deben estar libres de defectos y de superficies sucias visibles u ocultas, y deben satisfacer las normas citadas en este Código. Los muebles sanitarios deben estar provistos con un adecuado suministro de agua potable para la descarga de limpieza y el mantenimiento de las condiciones de higiene sanitaria de los muebles sin que haya peligro de contraflujo o de conexión cruzada.

SECCIÓN 4002
SALIDAS DE CONEXIÓN

4002.1 Dimensiones mínimas. Los diámetros mínimos de las salidas de conexión y las descargas de aguas servidas de los muebles sanitarios deben ser de acuerdo con las especificaciones de la **Tabla 4002**.

Tabla 4002. Diámetros mínimos de salidas de conexión para muebles sanitarios

Mueble	Diámetro mínimo (Mm)	Diámetro mínimo (Pulgadas)
Regadera	50	2
Lavabo	50	2
Inodoro	100	4
Tina	38	1 ½
Fregadero	50	2
Trituradores	50	2
Lavadero	38	1 ½
Tarja	50	2
Lavavajillas	50	2
Lavadora	38	1 ½
Bidét	38	1 ½

SECCIÓN 4003
INSTALACIÓN

4003.1 Consideraciones generales. La instalación de muebles debe cumplir lo siguiente:

1. Los muebles con salida al piso o montados en el piso, cuando hayan sido así diseñados, deben asegurarse a la salida de conexión y al piso por medio de tornillos, pernos, arandelas, tuercas y anclajes similares de cobre, bronce o de otros materiales resistentes a la corrosión.

2. Los muebles colgados de muros deben estar rígidamente soportados de modo tal que el esfuerzo no sea transmitido al sistema de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3. En los casos en que los muebles estén en contacto con los muros y con los pisos, el área de contacto debe ser impermeable al agua.

4. Los muebles sanitarios y sus accesorios deben ser operativamente accesibles.

5. El eje medio de inodoros o de bidets no debe estar a menos de 38 cm de los muros adyacentes, ni debe haber menos de 38 cm desde el eje medio de un bidé al borde exterior más próximo de un inodoro contiguo. Debe haber un espacio libre de al menos 50 cm frente al inodoro, bidet o lavabo respecto de cualquier muro, cancel, artefacto o puerta.

6. Los inodoros y bidets deben estar separados un mínimo de 10 cm de los lavamanos, borde exterior de regaderas y borde exterior de bañeras o tinas empotradas.

7. Los lavabos deben estar separados un mínimo de 10 cm de los muros adyacentes y del borde más inmediato de cualquier artefacto sanitario.

8. La ubicación de tuberías, muebles o equipos no debe interferir con la operación y funcionamiento de ventanas o puertas.

9. En las zonas con peligro de inundaciones los muebles sanitarios deben estar ubicados o instalados de acuerdo a las especificaciones de la **de la Sección 3902.2.**

SECCIÓN 4004
REGADERAS, CHAROLAS RECEPTORAS Y ACCESORIOS

4004.1 Dimensión. El espacio y características del área de regadera deben estar de acuerdo con las **Secciones 814.3 y 905.4.7.1.**

4004.2 Charolas receptoras. La charolas receptoras de las regaderas deben contar con un rebosadero o sardinel de una altura uniforme y nivelada no mayor de 20 cm ni menor de 5 cm contados a partir del nivel superior de la coladera. El sardinel debe tener un ancho mínimo de 7 cm. El piso terminado debe tener una inclinación uniforme hacia la coladera con una pendiente no menor del 2 % ni mayor del 3 %. El piso de las charolas receptoras debe estar terminado con un material impermeable al agua y textura antiderrapante.

4004.3 Coladeras. Las charolas receptoras de las regaderas deben contar con una coladera a prueba de olores, de bote de cierre hidráulico o de sifón de cierre hidráulico. El centro de la salida de conexión para la coladera debe ubicarse sobre el eje medio del área útil de la charola y a 40 cm separado del muro desde el cual es lanzada el agua de la regadera o en el cual se ubican las llaves mezcladoras. Toda la superficie externa de la rejilla de la coladera debe quedar a ras del piso terminado.

4004.4 Llaves mezcladoras. Las regaderas deben contar con llaves mezcladoras para proveer agua fría y agua caliente y deben instalarse a una altura no mayor de 1.20 m ni menor de 1.0 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora.

4004.5 Regaderas. La regadera, accesorio cuya función es lanzar el chorro de agua en forma de haz uniforme, debe cumplir con la **NOM-008-CONAGUA-1998,** *Regaderas Empleadas en el Aseo Corporal-Especificaciones y Métodos de Prueba*. El brazo de la regadera debe colocarse a una altura no mayor de 2.0 m ni menor de 1.9 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora. Para el caso de accesorios de regadera suspendidos del cielorraso, la parte inferior de dicho accesorio debe colocarse a una altura no mayor de 2.0 m ni menor de 1.9 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora.

SECCIÓN 4005
LAVABOS

4005.1 Características. Los lavabos deben ser de material liso repelente al agua y a la suciedad. Los lavabos se deben colocar a una altura no mayor de 90 cm ni menor de 80 cm medida desde el nivel superior del piso terminado al nivel superior del borde frontal del lavabo. Los lavabos no prefabricados o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

SECCIÓN 4006
INODOROS

4006.1 Características. Los inodoros deben cumplir con la **NOM 009-CONAGUA-2001** *Inodoros para Uso Sanitario- Especificaciones y Métodos de Prueba*. Los inodoros no deben consumir más de 6 litros de agua por cada descarga. Se deben prohibir los inodoros que no tengan sello de fabricación, que tengan paredes que no sean lavadas completamente en cada descarga o que permitan el contraflujo de los contenidos de la taza dentro del tanque de llenado.

4006.2 Dispositivos de llenado y descarga. Debe proveerse una adecuada cantidad de agua para llenar el tanque, desalojar los contenidos en la taza, limpiar el inodoro y rellenar el sifón hidráulico del inodoro. El llenado del tanque y descarga del inodoro debe ser controlado por una válvula de llenado de apertura y cierre automáticos, una válvula de descarga y una palanca o botón para accionar manualmente la tapa de la válvula de acuerdo con la **NOM-002-EDIF-1994** *Válvulas de Admisión y Válvulas de Descarga de Tanques de Inodoro - Métodos de Investigación y Prueba.*

4006.3 Instalación de sistemas eficientes. Se debe instalar inodoros con consumo máximo de 5 litros por descarga que cumpla con la **NOM-009-CNA-2001 –** *Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba,* de acuerdo con la modificación en el diario oficial de la Federación con Fecha 03 de julio del 2009, así mismo se debe observar lo establecido en la **NOM-010-CONAGUA-2000 –** *Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro – especificaciones y métodos de prueba*, y **NOM-005-CONAGUA-1996 –** *Fluxómetros – Especificaciones y métodos de prueba***.**

4006.4 Acceso. Todas las partes de un tanque de llenado deben ser accesibles para su reparación y reemplazo.

4006.5 Asientos de los inodoros. Los inodoros deben estar equipados con asientos de material liso, no absorbente y deben tener un tamaño adecuado al tipo de taza del inodoro.

SECCIÓN 4007
TINAS

4007.1 Características. Las tinas deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Las tinas no prefabricadas o forjadas artesanalmente deben ser aprobadas por la autoridad competente.

4007.2 Accesorios. Las tinas deben ser equipadas con coladera, grifo y con llaves mezcladoras para proveer agua fría y agua caliente. La coladera debe estar equipada con un tapón hermético aprobado y un sifón de cierre hidráulico.
4007.3 Tinas con regadera. Las tinas instaladas en bañeras deben cumplir con la **Sección 4004.5** de este Código.

SECCIÓN 4008
FREGADEROS

4008.1 Características. Los fregaderos deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Los fregaderos se deben colocar a una altura no mayor de 95 cm ni menor de 90 cm medida desde el nivel superior del piso terminado al nivel superior del borde frontal del fregadero. Los fregaderos no prefabricados o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

4008.2 Accesorios. Los fregaderos deben ser provistos de un grifo con llaves mezcladoras para proveer agua fría y agua caliente y una o más coladeras con canastillas de cierre hermético para evitar el paso de residuos a la tubería, además de un sifón de cierre hidráulico.

SECCIÓN 4009
TRITURADORES DE RESIDUOS DE COMIDA

4009.1 Características. Los trituradores de residuos de comida, también conocidos como pulverizadores, deben ser suministrados con una toma eléctrica próxima a ellos, ubicada debajo del gabinete del fregadero, y de un interruptor de apagado y encendido. La toma eléctrica y las conexiones eléctricas del triturador deben ser a prueba de agua. El interruptor debe ubicarse en un lugar visible por encima del gabinete del fregadero.

4009.2 Suministro de agua requerido. Los trituradores de residuos de comida deben tener un adecuado suministro de agua para asegurar su funcionamiento correcto.

4009.3 Instalación del triturador. El triturador de residuos de comida debe instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4010
LAVADEROS

4010.1 Características. Los lavaderos deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Deben contar con una charola estriada para el lavado de ropa y un cuenco de almacenamiento de agua o de enjuague de ropa independientes uno del otro. Los lavaderos no prefabricados o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

4010.2 Colocación. Los lavaderos se deben colocar a una altura no mayor de 90 cm ni menor de 80 cm medida desde el nivel superior del piso terminado al nivel superior del lavadero.

4010.3 Accesorios. Los lavaderos deben ser provistos de una o más coladeras equipadas con tapones de cierre hermético y sifón de cierre hidráulico y un par de grifos o grifo con llaves mezcladoras para proveer agua fría y agua caliente.

Excepción. Se permite que el lavadero sea provisto solamente con agua fría cuando en el área de lavado se provea con salidas hidráulicas y sanitarias para la instalación de la máquina lavadora de ropa.

SECCIÓN 4011
TARJAS

4011.1 Características. Las tarjas deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Las tarjas no prefabricadas o forjadas artesanalmente deben ser aprobadas por la autoridad competente.

4011.2 Colocación. Las tarjas se deben colocar a una altura no mayor de 90 cm ni menor de 80 cm medida desde el nivel superior del piso terminado al nivel superior de la tarja.

Excepción. Se permiten tarjas de menor altura o a nivel de piso para el lavado de trapeadores y vertido de aguas residuales por baldeo producidas por las labores de aseo.

4011.3 Accesorios. Las tarjas deben ser provistas de un grifo con llave para proveer agua fría o grifo con llaves mezcladoras o par de grifos para proveer agua fría y agua caliente y una coladera con tapón de cierre hermético equipada con sifón de cierre hidráulico.

SECCIÓN 4012
MÁQUINAS LAVAVAJILLAS

4012.1 Protección del suministro de agua. El suministro de agua para el lavavajillas debe estar protegido por un espacio de aire o una válvula de contraflujo integral.

4012.2 Fregadero y lavavajillas. Se permite que un fregadero y un lavavajillas descarguen a través de un único sifón hidráulico de 50 mm (2 pulgadas). La tubería de descarga desde el lavavajillas debe conectarse por medio de un accesorio en Y a la salida del fregadero antes de la trampa. La tubería de descarga del lavavajillas debe fijarse en forma segura a la pared o parte inferior del mueble de cocina antes de conectarse a la salida del fregadero.

4012.3 Fregadero, lavavajillas y triturador. Se permite que un fregadero, un lavavajillas y un triturador descarguen a través de un único sifón

hidráulico de 50 mm (2 pulgadas). La tubería de descarga desde el lavavajillas debe conectarse por medio de un accesorio en Y entre la salida del fregadero y el triturador antes del sifón. La tubería de descarga del lavavajillas debe fijarse en forma segura a la pared o parte inferior del mueble de cocina antes de conectarse a la salida del fregadero.

4012.4 Instalación del lavavajillas. La máquina lavavajillas debe ser provista de agua fría y agua caliente. El lavavajillas debe instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4013
MÁQUINAS LAVADORAS DE ROPA

4013.1 Protección ante contraflujo. La descarga de aguas servidas desde una máquina lavadora de ropa debe ser a través de un interruptor de aire.

4013.2 Instalación de la lavadora. La lavadora debe ser provista de agua fría y agua caliente. La lavadora debe instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4014
COLADERAS DE PISO

4014.1 Coladeras de piso interiores. Las coladeras de piso alojadas en el interior de la edificación deben ser a prueba de olores, de bote de cierre hidráulico o de sifón de cierre hidráulico. Las coladeras de piso interiores deben tener una salida de conexión de 50 mm (2 pulgadas) de diámetro como mínimo.

4014.2 Coladeras de piso exteriores. Las coladeras de piso ubicadas en el exterior de la edificación, incluyendo cocheras, deben ser a prueba de olores de cierre hidráulico o de sifón con cierre hidráulico y equipadas con rejilla abatible o rejilla desmontable. Las coladeras de piso exteriores deben tener una salida de conexión de 50 mm (2 pulgadas) de diámetro como mínimo, pero dicho diámetro debe incrementarse cuando el cálculo del volumen de diseño del desagüe, para una determinada área de piso, determine un diámetro mayor.

SECCIÓN 4015
TINAS DE HIDROMASAJE

4015.1 Registro de acceso. Las tinas de hidromasaje deben contar con un registro o puerta de acceso para revisar, reparar o reemplazar la bomba de circulación sin dificultad.
4015.2 Desagües de tubería. La bomba de circulación debe estar ubicada por encima del vertedero de corona del sifón hidráulico para facilitar su acceso. La línea de desagüe de la bomba debe ser graduada apropiadamente para asegurar el mínimo de retención de agua en la voluta después del uso del artefacto. La tubería de circulación debe ser instalada de manera tal que se drene por sí misma.

4015.3 Prueba de fugas. Las pruebas de fugas y el funcionamiento de la bomba deben realizarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4015.4 Instalación. Las tinas de hidromasaje y sus accesorios deben instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4015.5 Suministro de agua. Las tinas de hidromasaje deben suministrarse con agua fría y agua caliente.

SECCIÓN 4016
BIDETS

4016.1 Características. Los bidets deben tener sello de fabricación. Los bidets deben instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4016.2 Suministro de agua. Los bidets deben estar equipados con un accesorio de suministro de agua de tipo espacio de aire o interruptor de vacío. Los bidets deben suministrarse con agua fría y agua caliente.

SECCIÓN 4017
ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE LOS MUEBLES SANITARIOS

4017.1 Consideraciones generales. Las válvulas y llaves de suministro de agua de los muebles sanitarios deben contar con la marca del fabricante. Los conectores de agua flexibles deben cumplir con la normatividad aplicable y las disposiciones de este Código.

4017.2 Agua caliente. Los accesorios de muebles, llaves y desviadores deben ser instalados y ajustados de manera que el flujo de agua caliente desde los accesorios corresponda al lado de la mano izquierda.

4017.3 Llaves mezcladoras de regadera. Las llaves mezcladoras de regadera se deben colocar a una altura no mayor de 1.0 m ni menor de 0.9 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora.

4017.4 Calidad de los materiales. Todos lo accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios deben ser de material inoxidable y a prueba de agua. Las rejillas de las coladeras, los tornillos y los elementos de fijación deben ser inoxidables.
4017.5 Instalación. Todos los accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios deben ser instalados de acuerdo

con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4018
CANCELES DE REGADERAS

4018.1 Consideraciones generales. Los canceles de regaderas deben ser translúcidos de material de plástico o de vidrio. La estructura portante de los canceles y los accesorios de fijación y montaje de los canceles deben estar construidos de material anticorrosivo o deben estar revestidos con material anticorrosivo. Los canceles de vidrio deben cumplir con la **NOM-146-SCFI-2001**, *Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba.*

SECCIÓN 4019
CALENTADORES DE AGUA

4019.1 Características. Cada vivienda debe contar con un calentador de agua automático aprobado, o con otro tipo de sistema para el calentamiento de agua, que sea suficiente para suministrar agua caliente a los muebles y muebles sanitarios destinados para los diferentes usos domésticos.

4019.2 Certificación y tipos de calentadores. Los calentadores de agua deben cumplir con la **NOM-020-SEDG-2003**, Calentadores para agua que utilizan como combustible Gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial. Requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado; la cual aplica para los calentadores descritos en la **Tabla 4019.2.**

Tabla 4019.2 Tipos de calentadores de agua

Tipo de calentador	Características	
Con tanque de almacenamiento.	Encendido automático. Encendido semiautomático.	Con aislamiento térmico y depósito galvanizado. Con aislamiento térmico y depósito porcelanizado. Sin aislamiento térmico y depósito galvanizado. Sin aislamiento térmico y depósito porcelanizado.
De paso de rápida recuperación.	Con aislamiento térmico y depósito galvanizado. Con aislamiento térmico y depósito porcelanizado. Sin aislamiento térmico y depósito galvanizado. Sin aislamiento térmico y depósito porcelanizado.	
De paso instantáneo.	Flujo de agua fijo y flujo de agua variable. Flujo automático de agua y flujo automático de gas.	Presión de apertura (Kpa) Clase A: P <= 9.8 Clase B: 9.8 <= P <= 19 Clase C: 19 <= P <= 98 Clase D: P > 98

4019.3 Carga térmica máxima. Los calentadores de agua deben funcionar con una carga térmica máxima de 35 kw. Los calentadores de agua sin tanque de almacenamiento deben funcionar con una temperatura de agua máxima de 60º centígrados.

4019.4 Instalación. Los calentadores de agua deben ser instalados de acuerdo con la **Sección 4113** así como con las instrucciones de instalación del fabricante.

4019.4.1 Ubicación. Los calentadores deben estar ubicados y conectados de modo tal que se provea acceso para su supervisión, mantenimiento, servicio y posible reemplazo.

4019.4.2 Prueba contra fugas. Los calentadores y los accesorios para su funcionamiento y conexión no deben tener fugas de gas o de agua estén apagados o encendidos.

4019.4.3 Ahorro de energía y de agua. Para propiciar el ahorro de energía, los calentadores se deben situar lo más cerca posible de los puntos de mayor consumo de agua caliente a fin de evitar pérdidas excesivas de calor por las tuberías. En las zonas frías se debe recubrir la tubería expuesta a la intemperie. Los calentadores deben disponer de una válvula de compuerta antes de la tuerca- unión en el punto de admisión de agua fría, lo cual evita el desperdicio de agua y pérdida de presión al efectuar desconexiones por mantenimiento o reemplazo.

4019.4.4 Altura de los calentadores con tanque de almacenamiento. La altura a la que se colocan los calentadores con tanque de almacenamiento, medidas desde su base al piso terminado no debe ser menor de 0.3 m ni mayor de 1.2 m.

4019.4.5 Distancia de los calentadores de paso. Para obtener un nivel óptimo de servicio los calentadores de paso deben ser localizados a una distancia vertical máxima de 4.0 m con respecto a la parte baja del tinaco y a una mínima de 2.5 m y de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4019.4.6 Válvula de desagüe. Los calentadores con tanque de almacenamiento deben estar provistos con una válvula de desagüe en la parte inferior.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 41 - ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

SECCIÓN 4101
CONSIDERACIONES GENERALES

4101.1 Consideraciones generales. Este apartado contiene los requisitos mínimos para el diseño de instalaciones de distribución de agua potable para vivienda unifamiliar y plurifamiliar, y está basado en las Normas Técnicas Complementarias de Edificación para el Distrito Federal y en la Comisión Nacional del Agua CNA.

4101.2 Requerimientos de agua potable. Las unidades de vivienda deben estar provistas de un suministro de agua potable en las cantidades y presiones especificadas en este capítulo. En una edificación en donde se instale un sistema de distribución de agua potable y de agua no potable, cada sistema debe estar identificado con una marca de color, un rótulo de metal o cualquier otro método apropiado. Debe ser indicada cualquier boca de salida de agua no potable que pudiera ser utilizada inadvertidamente para beber o para propósitos domésticos.

4101.3 Evitar contaminación. El abastecimiento de agua potable debe ser diseñado y debe estar instalado de manera de evitar la contaminación de líquidos, sólidos y gases no potables que puedan introducirse dentro del abastecimiento de agua potable. No deben hacerse conexiones a un abastecimiento de agua potable que pudieran contaminar el agua, ni una conexión cruzada entre el abastecimiento y las fuentes de contaminación, a menos que se instale un dispositivo de contraflujo y una apertura atmosférica.

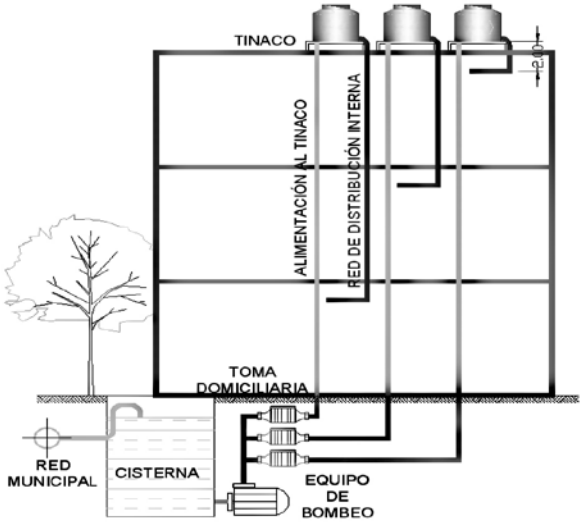
SECCIÓN 4102
EXIGENCIAS DE DOTACIÓN DE SERVICIOS

4102.1 Dotación de agua potable. Se debe asegurar que el agua destinada para los sistemas de distribución en las viviendas cumpla con la Norma Oficial Mexicana **NOM-0127-SSA1-1994. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.** Cuando la red municipal está a cargo del organismo operador este debe proporcionar los datos de caudal y presión que deben servir de base para el dimensionado de la red en la vivienda.

4102.1.1 Sistema de abastecimiento. El sistema de abastecimiento de agua es el que conduce el agua de la toma domiciliaria a los muebles de la vivienda o tinacos, y debe disponer de la cantidad necesaria de agua, con la presión adecuada y la temperatura conveniente, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución. No se permite la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación. Los sistemas de abastecimiento de agua fría, están divididos según su origen: directo, por gravedad, combinado y por presión.

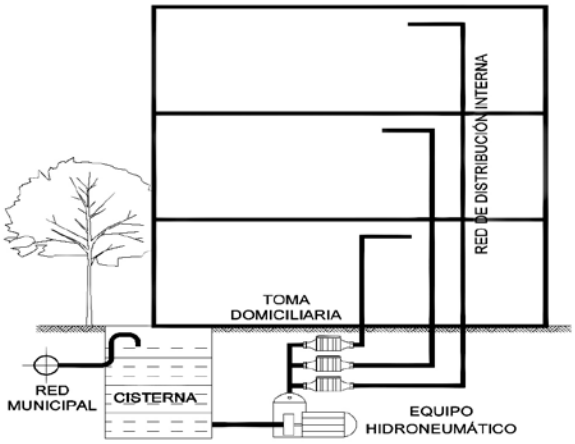
4102.1.2 Sistema de abastecimiento directo. La alimentación de agua fría a los muebles sanitarios de la vivienda se realiza en forma directa desde la red municipal de agua potable, sin necesidad de instalar tinacos de almacenamiento. Para efectuar el abastecimiento de agua fría en forma directa la presión mínima necesaria para que los muebles sanitarios trabajen eficientemente es de 0.2 kilogramos sobre centímetro cuadrado. El desrrollo habitacional debe contar con una estructura de almacenamiento de agua o tanque elevado, para que funcione el sistema y estén garantizados el caudal y la presión.

4102.1.3 Sistema de abastecimiento por gravedad. En este sistema, la distribución del agua fría se realiza a partir de tinacos localizados en las azoteas en la vivienda. Cuando la distribución del agua fría es por gravedad es necesario que el fondo del tinaco esté como mínimo a 2.00 m. sobre la salida del mueble sanitario más alto, ya que la presión que se genera de 0.2 kilogramos sobre centímetro cuadrado es la mínima requerida para un funcionamiento eficiente de los muebles domésticos de la última planta. En el caso de calentadores de paso, será necesaria mayor presión y debe verificarse con las características del calentador. Este sistema tiene la ventaja de que la bomba trabaja pocas veces al día, lo que garantiza su durabilidad.



Sistema de abastecimiento por gravedad

4102.1.4 Sistema de abastecimiento por presión. Este tipo de sistema es más complejo ya que el equipo que se utiliza para bombear el agua depende de las características de la edificación, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, número de niveles, y características de los muebles. Es una variante de las propuestas anteriores y con este sistema los tinacos dejan de tener utilidad. Actualmente es de uso generalizado, incluso en vivienda unifamiliar, por su garantía de presión y caudal, su inconveniente estriba en que la bomba arranca muchas veces en las horas de máxima demanda, lo que limita la durabilidad del equipo.



Sistema De Abastecimiento Por Presión

4102.1.5 Toma domiciliaria. La instalación de suministro de agua en la vivienda incluye una toma domiciliaria y, si la contabilización de la medición es múltiple o única, cuenta también con derivaciones particulares o colectivas.

4102.1.6 Red con medidor único. Se aplica cuando la instalación general contiene una toma domiciliaria con un solo medidor, tubería de alimentación principal y las derivaciones colectivas. Este tipo de sistemas generalmente es para edificios plurifamiliares o para viviendas ubicadas en circuitos cerrados.

4102.1.7 Red con medidores individuales. La instalación general contiene medidores individuales para cada usuario, además de las requeridas para las derivaciones de uso colectivo.

4102.1.8 Banco de medidores. Los medidores de agua en viviendas plurifamiliares deben ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se derivan las tuberías de alimentación para cada vivienda. Los medidores deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario, de fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura. Se puede considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso debe preverse un espacio para el panel de control de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.

4102.1.9. Dotación y consumo humano. La dotación es la cantidad de agua que consume en promedio una persona durante el día. En caso de viviendas unifamiliares y plurifamiliares el consumo se considera tomando en cuenta el número de habitantes por vivienda que marque el INEGI. La dotación mínima la designa el organismo operador. En caso de no contar con esta información se debe consultar el Manual de Diseño de Agua Potable de la CNA el cual proporciona los valores en la **Tabla 4103.A Dotación diaria por persona para consumo doméstico, por tipo de vivienda y clima.** El clima se selecciona en función de la temperatura media anual considerando la **Tabla 4103.B Clasificación de climas por temperatura**.

Tabla 4103. A Dotación diaria por persona para consumo doméstico, por tipo de vivienda y clima

Clima	Dotación en l/pp/día por tipo de vivienda		
	V3 más de 150 m2	V2 100 – 149 m2	V1 Hasta 99 m2
Cálido	400	230	185

Semicálido	300	205	150
Templado	250	195	150
Frío y Semifrío	250	195	150

Tabla 4103. B clasificación de climas por temperatura

Temperatura media anual en ºC	Tipo de clima
Mayor de 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor que 5	Frío

SECCIÓN 4103
DOTACIÓN MÍNIMA

4103.1 Dotación mínima. La dotación mínima de agua potable para vivienda habitacional de hasta 99 metros cuadrados construidos es de 150 litros por habitante por día y para vivienda mayor de 100 metros cuadrados construidos es de 195 litros por habitante por día.

4103.2 Demanda. La tubería de distribución de agua en la vivienda debe ser diseñada y dimensionada bajo las condiciones de demanda pico. Las capacidades de suministro de los muebles a la salida de la tubería no deben ser menores que aquellas mostradas en la **Tabla 4103.2 Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios.**

4103.3 Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios. La presión mínima y el consumo a considerar a los muebles no listados en esta tabla deben estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4103.4 Velocidad y consumo por mueble. Las máximas velocidades y consumo de agua para los muebles y accesorios deben cumplir con la **Tabla 4103.3 Consumo máximo para muebles y accesorios.**

Tabla 4103.2 Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios

Boca de suministros al mueble o accesorio servido	Velocidad del flujo en litros por minuto	Presión en kilogramos sobre centímetro cuadrado
Inodoro, tanque, una pieza	22.71	1.41
Inodoro, tanque, cierre acoplado	11.36	0.56
Lavabo	9.46	0.56
Llave de nariz	18.93	0.56
Regadera	11.36	0.56
Lavavajillas	10.41	0.56

Tabla 4103.3 Consumo máximo para muebles y accesorios

Mueble o accesorio	Consumo en litros por minuto	Presión en kilogramos sobre centímetro cuadrado
Cabezal de regadera	9.46	5.62
Lavavajillas	8.33	4.22
Inodoro	6.00	1.5

Tabla 4104.1 Presión de agua requerida en la regadera.

Tipo de regadera	Límite inferior		Límite superior	
	Presión kPa (kgf/cm²)	Gasto mínimo en litros por minuto	Presión kPa (kgf/cm²)	Gasto máximo en litros por minuto
Baja presión	20 (0.20)	4.0	98 (1.0)	10.0
Media presión	98 (1.0)		294 (3.0)	
Alta presión	294 (3.0)		588 (6.0)	

kPa= kilo Pascal, kgf= kilogramo fuerza

SECCIÓN 4104
MUEBLES, ACCESORIOS Y APARATOS

4104.1 Inodoros. Los inodoros requieren de un flujo bajo y constante y no deben tener un gasto superior a los 6 litros por descarga, además deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-009-CONAGUA-Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba.**

4104.1.1 Regaderas. Las regaderas deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-008-CONAGUA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal-Especificaciones y métodos de prueba.** La presión requerida, dependiendo del tipo de regadera instalada, se muestra en la **Tabla 4104.1 Presión de agua requerida en la regadera.** Las regaderas de tipo manual deben proporcionar un gasto de 2 a 10 litros por minuto.

4104.2 Muebles. Todos los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y lavavajillas deben tener llaves que no consuman más de 10 litros por minuto y deben satisfacer la Norma Oficial Mexicana **NMX-C-415-ONNCCE-1999-Válvulas para agua de uso doméstico-Especificaciones y métodos de prueba.** Todos los muebles requieren de un flujo determinado alimentado por una llave de nariz. Se deben usar sistemas ahorradores de agua en toda la instalación de muebles y accesorios.

Tabla 4104.1 Presión de agua requerida en la regadera

Tipo de regadera	Límite inferior		Límite superior	
	Presión kPa (kgf/cm²)	Gasto mínimo en litros por minuto	Presión kPa (kgf/cm²)	Gasto máximo en litros por minuto
Baja presión	20 (0.20)	4.0	98 (1.0)	10.0
Media presión	98 (1.0)		294 (3.0)	
Alta presión	294 (3.0)		588 (6.0)	

kPa= kilo Pascal, kgf= kilogramo fuerza

SECCIÓN 4105
ALIMENTACIONES

4105.1 Dimensión del alimentador. La dimensión mínima de la tubería de alimentación para muebles y accesorios debe estar de acuerdo a la Tabla 4105.1 Dimensiones mínimas de tubería para la alimentación de muebles. La salida de la tubería de alimentación no debe terminar a más de 0.60 m. desde el punto de conexión con el mueble.

Tabla 4105.1 Dimensiones mínimas de tubería para alimentación de muebles.

	Dimensión mínima de la tubería
Lavavajillas	13 mm (½ pulgada)
Llave de nariz	13 mm (½ pulgada)
Lavadero	13 mm (½ pulgada)
Lavabo	10 mm (3/8 de pulgada)
Regadera	13 mm (½ pulgada)
Inodoro	13 mm (½ pulgada)

4105.2 Presión fluctuante. En caso de que la presión de la tubería maestra de abastecimiento de agua sea fluctuante, el sistema de distribución hidráulica de la edificación debe ser diseñado con la presión más baja disponible y el consumo nominal. Dondequiera que la presión de agua de la tubería maestra u otras fuentes de suministro de agua sea insuficiente para proveer la presión y flujo a la salida del mueble como se requiere en la **Tabla 4103.2 Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios,** se debe instalar un sistema de regulación de la presión y caudal de agua como tinacos o tanques hidroneumáticos.

4105.3 Presión elevada. En caso de que la presión estática dentro de la edificación exceda del límite admisible, debe instalarse una válvula para reducir dicha presión a, cuando menos, 5.6 kilogramos sobre centímetro cuadrado, excepto en las líneas principales de suministro verticales y de alimentación a las llaves de nariz. La válvula reductora de presión debe ser de tipo abierto con filtro de malla para permitir el flujo permanente de agua en caso de falla de la válvula. Todas las válvulas reductoras de presión, reguladores y filtros deben ser instalados para facilitar posibles reparaciones sin necesidad de retirar las piezas en buen estado ni romper la tubería.

4105.4 Golpe de ariete. La velocidad del agua en el sistema de distribución debe ser controlada para reducir el efecto del golpe de ariete. Un reductor de golpe de ariete debe instalarse donde se vayan a colocar válvulas de cierre rápido.

4105.5 Distribuidores de agua. Los distribuidores para agua caliente y agua fría instalados en línea paralela a cada mueble o accesorio deben ser dimensionados de acuerdo a la Tabla 4105.5 Dimensiones del

distribuidor. El total de litros por minuto debe ser la demanda de todas las bocas alimentadas. Las válvulas de cierre, instaladas en los distribuidores, deben estar identificadas con respecto al mueble o accesorio que cada una de ellas controle.

4105.6 Red interna. Las instalaciones de agua potable dentro de la vivienda están agrupadas en las siguientes redes de tuberías:

- Tubería que va del medidor al tinaco o a los muebles.

- Tubería del tinaco a los muebles (Tubería de servicio).

Todas ellas conducen agua a los aparatos sanitarios instalados, que para un correcto funcionamiento requieren de depósitos, válvulas y accesorios.

4105.7 Cálculo de la red. Los diámetros de las tuberías de distribución se calculan por el método que el proyectista considere adecuado, siempre y cuando sea debidamente fundamentado y presente en la memoria de cálculo. La velocidad mínima debe ser de 0.60 m/s y la máxima de 1.90, 2.20, 2.48, 2.85, 3.00 m/s para diámetros de 13 mm., 19 mm., 25 mm., 32 mm., y mayores respectivamente (½", ¾" 1", 1¼", y mayores de 1¼" respectivamente.)

4105.8 Antirretornos. Se debe disponer de sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los siguientes puntos: después del medidor y en la base de las subidas, principalmente en los edificios plurifamiliares. Las instalaciones de suministro de agua no deben conectarse directamente a instalaciones de drenaje sanitario, ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red municipal. En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se debe realizar de tal modo que no se produzcan retornos.

Tabla 4105.5 Dimensiones del distribuidor

Dimensión nominal, diámetro interno	Máxima demanda en litros por segundo	
	Velocidad 1.22 metros por segundo	Velocidad 2.44 metros por segundo
13 mm (½ pulgada)	7.6	18.9
19 mm (¾ de pulgada)	22.7	41.6
25 mm (1 pulgada)	37.9	75.7
32 mm (1 ¼ de pulgadas)	56.8	117.3
38 mm (1 ½ pulgadas)	83.3	166.6

4105.9 Presión requerida. La presión mínima en la instalación de la vivienda debe ser de 0.2 kg/cm² en la salida de la regadera de la última planta, para esto se debe ubicar la salida de los tinacos a una altura de por lo menos 2 m por arriba de la salida. La presión en cualquier punto de consumo no debe exceder de 5 kg/cm².

SECCIÓN 4106
TUBERÍAS OCULTAS

4106.1 Tuberías enterradas. La instalación de una tubería hidráulica de servicio o de distribución está prohibida en suelos y aguas freáticas contaminadas con solventes, combustibles, compuestos orgánicos u otros materiales perjudiciales que puedan causar filtración, corrosión degradación o falla estructural del material de la tubería. Donde se sospeche de la existencia de suelos perjudiciales, debe ser requerido un análisis químico de las condiciones de los suelos y de las aguas freáticas para asegurar la aceptabilidad del servicio de agua o del material de la tubería de distribución de agua para esta instalación específica. Cuando existan condiciones perjudiciales, deben ser requeridos materiales alternativos aprobados o un cambio de recorrido aprobado. La tubería y los accesorios de las tuberías, incluyendo válvulas y llaves utilizadas en el sistema de abastecimiento de agua deben tener un contenido de plomo máximo del 8 por ciento. Toda tubería hidráulica instalada bajo tierra y afuera de la estructura debe tener una clasificación de presión mínima de 10 kg/cm2, donde la presión exceda los 10 kg/cm2, el material de la tubería debe tener una presión mínima de trabajo igual a la presión disponible más alta.

4106.2 Válvulas de interrupción. El sistema de alimentación y distribución de agua de una vivienda debe estar dotado de válvulas de interrupción como mínimo en los siguientes puntos: en la toma domiciliaria, en cada piso en caso de tratarse de vivienda plurifamiliar y en cada servicio sanitario con más de tres muebles. No deben instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

4106.3 Acceso a válvulas. Se debe proveer acceso a todas las válvulas. Las válvulas de servicio para

llaves de manguera deben ser identificadas. Todas las demás válvulas instaladas en ubicaciones que no sean adyacentes al mueble deben ser identificadas indicando el mueble.

4106.4 Válvulas de apertura. Las válvulas de apertura total deben ser instaladas en la siguiente ubicación: en la tubería hidráulica de servicio de la edificación desde la tubería de abastecimiento público, en la tubería hidráulica de distribución de la entrada a la estructura, en el lado de la descarga del medidor, en la base de cada tubería hidráulica vertical en destinos que nos sean viviendas para familias múltiples, que sean de dos pisos o menos de altura y para destino de vivienda de una y dos familias, en la boca de entrada de cada tubería hidráulica de abastecimiento a una unidad habitacional, excepto cuando ésta abastece un solo mueble que tiene llave individual de cierre, en la tubería de abastecimiento a un tanque de agua por gravedad o presión, en la tubería de abastecimiento a cada calentador de agua.

4106.5 Válvulas de cierre. Las válvulas de cierre deben ser instaladas en las siguientes ubicaciones: en la boca de suministro de cada mueble sanitario excepto en regaderas que estén en destinos de viviendas de una o dos familias, en la tubería hidráulica de abastecimiento para cada llave de manguera, en la tubería hidráulica de abastecimiento de cada mueble o equipo mecánico.

SECCIÓN 4107
REFORZAMIENTO EN TUBERÍA

4107.1 Sistema reforzador de la presión de agua. Cuando la presión de agua en el tubo de abastecimiento municipal no es suficiente para suministrar la presión y cantidad mínima especificada por este Código, el suministro debe complementarse con un tanque de agua elevado, un sistema de refuerzo de presión hidroneumático o una bomba de refuerzo de presión de agua.

4107.2 Tanque elevado. Todos los tanques para el suministro de agua deben estar tapados para impedir el acceso a personas no autorizadas, basura y alimañas. La tapa del tanque de agua por gravedad debe ser ventilada con un respiradero con codo de 180° que tenga un diámetro no menor al diámetro de la tubería vertical de suministro, y el tubo de ventilación debe estar cubierto con una malla de material resistente a la corrosión de no menos de 630 por 787 mallas por metro. Cada tanque de agua por gravedad o succión debe ser provisto de una tubería de demasías con un diámetro no menor al indicado en la **Tabla 4107.2 Dimensiones para tuberías de demasías de tanques de suministro de agua.**

Tabla 4107.2 Dimensiones para tuberías de demasías de tanques de suministro de agua

Capacidad máxima de la tubería de suministros al tanque de agua (L/s)		Diámetro de demasías (pulgadas)
0	3.15	2
3.15	9.46	2 ½
9.46	12.61	3
12.61	25.23	4
25.23	63.09	6
Mas de	63.09	8

SECCIÓN 4108
DIMENSIÓN DE TUBERÍAS

4108.1 Instalación. La tubería de salida de demasías debe descargar a no menos de 150 mm. por encima de un techo o desagÿe de techo, la tubería debe estar rematada con una malla de material resistente a la corrosión de no menos de 630 por 787 mallas por metro. Debe ser instalado un cierre, en la admisión de baja presión en los sistemas de bombas de refuerzo, para impedir la creación de un vacío o presión negativa en el lado de la succión de la bomba cuando una presión de 0.70 kg/cm2 o menos, ocurre en el lado de la succión de la bomba. La entrada de agua potable a los tanques de almacenamiento debe ser controlada por una válvula de flotador, o bien, otra válvula automática, para impedir que el tanque rebase. La tubería de entrada debe ser terminada de tal manera que provea un espacio de aire no menor a 100 mm sobre el nivel mázimo del líquido. En el punto más bajo del tanque se debe instalar una tubería con válvula, para permitir el vaciado del mismo, el diámetro no debe ser menor del especificado en la **Tabla 4108.1 Dimensión de tubería de drenaje para tanques de suministro de agua.**

Tabla 4108.1 Dimensión de tubería de drenaje para tanques de suministro de agua

Capacidad del tanque (litros)		Diámetro de drenaje mm (pulg)
0	2839	25 mm (1″)
2839	5775	38 mm (1 ½″)
5775	11355	50 mm (2″)
11355	18925	63 mm (2 ½″)
18925	28387.5	75 mm (3″)
Más de	28387.5	100 mm (4″)

Los tanques de almacenamiento de agua potable por gravedad o tuberías de inspección de tanques bajo presión no deben ser ubicados directamente debajo de ninguna tubería sanitaria o de evacuación o de alguna otra fuente de contaminación.

4108.2 Bombeo hidroneumático. Todo tanque de agua potable a presión debe ser provisto con una válvula de alivio de vacío en la parte superior del tanque que pueda operar hasta una presión de agua máxima de 200 psi y hasta una temperatura máxima de 93°C. La dimensión mínima de dicha válvula de alivio de vacío debe ser de 13 mm. Esto no se debe considerar para tanques de presión de diafragma (membrana o vejiga) de aire confinado.

4108.3 Instalación. En un sistema reforzado, cada tanque hidroneumático debe ser protegido por una válvula de alivio de presión. La válvula de alivio de presión debe ser calibrada a una presión máxima igual a la clasificación del tanque. La válvula de alivio debe ser instalada en el lado de la tubería de suministros al tanque o sobre el tanque. La válvula de alivio debe descargar por gravedad a un lugar seguro para la eliminación de la presión. Al terminar una sección o la totalidad del sistema de abastecimiento de agua, se debe realizar una prueba hidrostática al sistema o a la porción completada.

4108.3.1 Precauciones

A) Red de agua fría.

B) Toma domiciliaria. La toma domiciliaria debe cumplir con la Norma Mexicana **NOM-002-CONAGUA-1995- Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba** y basarse en sus especificaciones de proyecto e instalación.

C) Tubo de alimentación. Para varias viviendas con medidor común, se debe instalar en zonas de uso común y diseñar de preferencia con circuitos cerrados para que en caso de mantenimiento el suministro interior pueda quedar garantizado mediante válvulas de corte.

D) Distribuidor principal. Para varias viviendas con medidor común, debe instalarse en zonas de uso común, ramificado o por circuitos y considerar válvulas de corte en las derivaciones.

E) Subidas. Se debe instalar una válvula de retención (válvula check).

F) Instalaciones particulares. Son las ubicadas en la propiedad particular, después de la válvula general de paso. Es la instalación para suministrar agua a los muebles sanitarios, los cuales deben tener una válvula de corte individual.

SECCIÓN 4109
RED DE AGUA CALIENTE

4109.1 Uso. El agua caliente debe ser suministrada a todos los muebles sanitarios y equipamientos utilizados para bañarse, lavarse, propósitos culinarios, limpieza, lavandería. El agua templada debe ser entregada desde instalaciones accesibles para el lavado de manos.

4109.2 Necesidades de consumo. Las instalaciones de agua caliente de una vivienda deben satisfacer las necesidades de consumo y seguridad contra accidentes. Se debe considerar un espacio independiente y seguro para los calentadores. En el caso de instalaciones con tinacos, los calentadores, deben ser ubicados directamente debajo de los jarros de aire, los que a su vez, deben instalarse en los puntos en donde descienden las tuberías de agua fría, provenientes del tinaco, este arreglo facilita el flujo de agua caliente a los muebles sanitarios.

4109.3 Válvulas de seccionamiento. El sistema de alimentación y distribución de agua caliente debe estar dotado de válvulas de seccionamiento como mínimo en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después del calentador, en el ingreso de agua fría y salida de agua caliente.
- En cada servicio sanitario

Tabla 4109.4 Dotación de agua caliente

Número de dormitorios por vivienda	Dotación diaria (litros)
1	120
2	250
3	390
4	410
5	450

4109.4 Sistema de retorno. La distribución de agua caliente desde el calentador a los aparatos sanitarios se puede hacer con retorno o sin retorno, el sistema sin retorno se permite solamente en instalaciones con calentador individual, el sistema con retorno se debe utilizar en equipos centrales de producción de agua caliente o cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 30 m. Las bombas del sistema de recirculación de agua caliente deben estar dispuestas para ser convenientemente apagadas, automática o manualmente, cuando el sistema de agua caliente no esté en funcionamiento.

Cuando exista una válvula termostática mezcladora en un sistema con bomba de recirculación de agua caliente, la línea de retorno del agua caliente o templada debe ser conducida, junto con la alimentación de agua fría a la válvula mezcladora termostática y de ahí a la tubería de entrada del agua al calentador.

Los sistemas de tuberías de circulación de agua caliente expuestas y en climas fríos deben estar aislados. Se debe evitar el contacto entre las tuberías de agua caliente y las de agua fría para evitar pérdidas de energía y efectos galvánicos.

4109.5 Control de presión. En donde sea requerido, debe proveerse un método para controlar el aumento de presión causado por la expansión térmica considerando lo siguiente:

a. Se debe instalar un dispositivo para controlar la presión para sistemas hidráulicos cuando, debido a la expansión térmica, la presión en el lado de la columna de una válvula reductora de presión exceda su ajuste;

b. Se debe instalar un dispositivo para controlar la presión en un sistema donde se utiliza equipo de calentamiento de agua con tanque de almacenamiento, en el que se colocan válvulas de contraflujo o retención.

c. En las tuberías de distribución principales, los anclajes deben instalarse de modo que dilaten libremente, para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efecto térmico que sufra la tubería.

SECCIÓN 4110
MATERIALES, JUNTAS Y CONEXIONES

4110.1 Materiales. Las tuberías y conexiones que formen la red de agua potable en las viviendas deben ser de los siguientes materiales: cobre, fierro galvanizado, PVC, polietileno y otros tipos de materiales, siempre y cuando lo aprueben las autoridades competentes para el uso al que se les destina.

4110.1.1 Cobre. La tubería de cobre debe cumplir con la norma **NOM-W-17-1981**. Para la unión de los tramos de esta tubería se debe utilizar soldadura de estaño y plomo, de hilo y pasta fundente conforme lo siguiente:

- Soldadura de estaño No. 50 cuando se trate de agua fría y columnas de doble ventilación.
- Soldadura de estaño No. 90 cuando se trate de conducción de agua caliente.

4110.1.2 Fierro galvanizado. Cuando el material de conducción sea de fierro galvanizado, en la parte del macho se debe aplicar un compuesto especial o cinta de teflón, la cual debe aplicarse siempre que se conecte la tubería de fierro galvanizado con piezas especiales, válvulas de cobre, bronce o cualquier otro material. La conexión debe ser compatible con la rosca tipo cónica para tubo RCT (NPT).

Todas las tuberías metálicas enterradas antes de su colocación deben ser pintadas con pintura anticorrosiva y deben ir a 30 cm bajo el nivel del jardín a menos que se especifique una mayor profundidad en el proyecto.

En el caso de emplear otro tipo de material especificado en el proyecto, éste debe estar protegido contra la corrosión, impactos mecánicos y en su caso, del fenómeno de la electrólisis; estos materiales deben tener la aprobación de las normas ecológicas vigentes para tener la seguridad de que no contaminen el agua que conducen ni el estrato que las contiene.

Con la finalidad de tener el control de eficiencia de la tubería que se ha instalado en los edificios, se deben realizar pruebas que determinen que el coeficiente de rugosidad "n" del material no ha cambiado.

4110.1.3. Plásticos. Se permite la utilización de materiales plásticos como el PVC, CPVC, ABS, polietileno, polipropileno, coextruído, fibrocemento, etc. siempre que hayan sido aprobados para ese uso específico.

4110.1.4 Uniones. En las uniones tubo-accesorio se deben observar las indicaciones del fabricante y lo siguiente:

a. Restricciones. Los siguientes tipos de conexiones y juntas están prohibidas: juntas de cemento o de concreto, juntas hechas con accesorios que no están aprobados para esa instalación específica, juntas unidas con adhesivo solvente entre diferentes tipos de plástico y accesorios tipo abrazadera.

b. Limpieza. Cuando se utilice adhesivo o solvente en la unión de juntas, estas deben estar limpias y libres de humedad y deben permitirse por encima o debajo de la tierra. Las juntas mecánicas de tubería plástica sólo deben ser instaladas en sistemas bajo tierra excepto que sean aprobadas de otra forma. Las juntas deben ser instaladas de acuerdo al fabricante y deben ser hechas con un sello elastomérico conforme a la norma **ASTM D 3139.**

Las juntas roscadas con tubería plástica clase 80 o más pesada deben estar permitidas para ser roscadas con un cojinete de roscar específicamente

diseñado para tubería plástica y la clasificación de presión de la tubería debe ser reducida en un 50 por ciento. Debe aplicarse un lubricante o cinta aprobados sólo en la rosca macho.

c. Juntas entre diferentes materiales. Las juntas entre tubería y accesorios de fibrocemento deben estar hechas con la camisa de acoplamiento de la misma composición que la tubería, y selladas con un anillo elastomérico de acuerdo con la norma **ASTM D 1869.**

Las juntas entre tuberías de bronce o accesorios deben cumplir lo siguiente: todas las superficies de las juntas deben ser limpiadas, y se debe aplicar un fundente aprobado cuando sea requerido. Las juntas abocinadas para tuberías hidráulicas deben ser hechas con una herramienta diseñada para esta operación. Las juntas mecánicas deben ser instaladas de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Todos los extremos de las tuberías cortadas deben ser escariados en todo el diámetro interior del final del tubo.

Las juntas soldadas deben hacerse de acuerdo a la norma NOM-W-17-1981 con soldadura y un equipo soldador, un fundente sin plomo debe ser aplicado. "Sin plomo" significa una composición química con un contenido igual o menor que 0.2 por ciento de plomo.

4110.5 Juntas en materiales de plástico CPVC. Las juntas entre tuberías y accesorios de plástico CPVC, deben cumplir con lo siguiente: las juntas mecánicas deben ser instaladas de acuerdo a las instrucciones del fabricante, las superficies de la junta deben estar limpias y libres de humedad, y debe aplicarse una imprimación aprobada. Un adhesivo o solvente de color amarillo debe aplicarse a todas las superficies de la junta, solo para unir accesorios y tuberías de CPVC de 13 mm. a 50 mm. diámetro (½ pulgada a 2 pulgadas). La junta debe ser hecha mientras el adhesivo está fresco. Las uniones con adhesivo solvente deben ser permitidas sobre o debajo de la tierra.

Para tuberías roscadas, se permite que la tubería Clase 80 o más pesada sea roscada con un cojinete de roscar específicamente diseñado para tubería plástica, pero la clasificación de presión debe ser reducida en un 50 por ciento. Están permitidos los accesorios moldeados de enchufes roscados. Debe aplicarse un lubricante o cinta aprobados sólo en la rosca macho.

Las juntas entre tuberías y accesorios de plástico polietileno deben cumplir con lo siguiente:

a. Las juntas abocinadas están permitidas donde sea indicado por el fabricante de la tubería y realizadas con herramienta diseñada para esa operación. Las juntas fundidas por calor, deben estar limpias y libres de humedad, todas las juntas deben calentarse a punto de fusión y deben unirse, la junta debe permanecer inmóvil hasta que se haya enfriado y las juntas mecánicas deben instalarse de acuerdo al fabricante.

b. La instalación de la tubería plástica de polietileno debe ser cortada en escuadra con una herramienta de corte diseñada para tubería plástica. Excepto donde las juntas sean fundidas por calor, los extremos de la tubería deben ser biselados para quitar bordes filosos.

Las tuberías torcidas no deben ser instaladas. El radio mínimo de curvatura de la tubería debe ser no menor de 30 diámetros de la tubería, o del radio mínimo del rollo, el que sea mayor de los dos.

La tubería no debe doblarse más allá del enderezamiento de la curvatura del rollo. No se permiten curvas en los 10 diámetros de la tubería próximos a un accesorio o válvula. Los insertos rigidizadores instalados con acoplamientos o accesorios de compresión no deben ser extendidos más allá de la abrazadera o tuerca del acoplamiento o accesorios.

c. Las juntas entre diferentes materiales de tubería deben hacerse con juntas mecánicas de compresión o con juntas tipo sellos mecánicos, las juntas deben ser instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las juntas entre tuberías de cobre o aleación de cobre y tuberías de acero galvanizado deben ser hechas con un accesorio de bronce o con un accesorio dieléctrico. La tubería de cobre debe ser soldada al accesorio de manera aprobada y el accesorio debe ser atornillado a la tubería roscada. La unión de tubería plástica con otro tipo de material, debe ser hecha con un accesorio adaptador.

SECCIÓN 4111
ACCESORIOS

4111.1 Restricciones. Los accesorios no deben tener escalones, resaltos o reducciones capaces de retardar u obstruir el flujo en la tubería. Todas las válvulas deben ser de tipos aprobados y compatibles con el tipo de material de la tubería instalada en el sistema.

4111.2 Grapas y abrazaderas. La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se debe hacer de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos o vibraciones a la vivienda. El tipo de grapa o abrazadera debe ser siempre de fácil montaje y desmontaje, si la velocidad del agua en el tramo es superior a 2 m/s, se debe interponer un elemento elástico semirrigido entre

la abrazadera y el tubo, así como en los soportes.

4111.3 Soportes. Se deben disponer soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. Los soportes no deben anclarse en ningún elemento estructural.

4111.4 Tinacos.

4111.4.1 Condiciones de uso. Toda vivienda que esté ubicada en sectores en los cuales el sistema de abastecimiento de agua no es continuo, o bien, opere con presiones bajas, debe tener dentro de su instalación un depósito de almacenamiento de agua, el cual puede ser una cisterna o un tinaco ubicado en la azotea de la vivienda.

4111.4.2 Características. Los tinacos para almacenamiento y distribución de agua por gravedad deben cumplir con la norma mexicana **NMX-C-374-2000 ONNCCE-TINACOS REFABRICADOS - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA** y deben ser del volumen requerido por la vivienda. La determinación de la capacidad necesaria de un tinaco, depende del número de personas que se consideren en la vivienda. La determinación de la capacidad necesaria del tinaco, depende del número de personas que se consideren en la vivienda y de la dotación como se especifica en la sección 4103 de éste CEV.

4111.4.3 Instalación. Todos los tinacos antes del codo de bajada deben tener un dispositivo para el desalojo del agua para el lavado y mantenimiento del mismo con válvula de control. Al iniciar la bajada se debe localizar el jarro de aire el cual debe tener una altura mayor que el máximo nivel de agua en el tinaco.

Los tinacos deben colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deben ser de materiales inocuos y tener registros con cierre hermético. El control de llenado del tinaco, cuando sea alimentado directamente de la red municipal, debe ser mediante una válvula de flotador o un controlador de nivel automático.

SECCIÓN 4112
CISTERNA

4112.1 Consideraciones de uso. Cuando la instalación de una cisterna se considere dentro del proyecto de viviendas, se deben tener las siguientes consideraciones.

4112.2 Características. Las cisternas deben ser construidas de concreto reforzado al que se adiciona un aditivo impermeabilizante integral y utilizando concreto tipo V. Deben ser completamente impermeables y tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a 3 metros, cuando menos, de cualquier tubería de aguas negras.

Los muros y losa de desplante de la cisterna deben tener un espesor mínimo de 20 cm, garantizando la estanqueidad por ambos lados de la cisterna. La distancia al lindero más próximo debe ser 1.00 m. En caso de no cumplir con la distancia mínima se debe diseñar un sistema de protección que evite la posible contaminación de la cisterna.

4112.3 Instalación. El control de los niveles de agua en la cisterna se debe hacer por medio de interruptores automáticos que permitan:

- Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tinaco descienda hasta la mitad de la altura útil.

- Parar la bomba cuando el nivel de agua en el tinaco ascienda a su nivel máximo.

- Parar la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda a una altura de 5 cm por encima de la canastilla de succión.

SECCIÓN 4113
CALENTADORES DE AGUA

4113.1 Consideraciones generales. Cada vivienda debe contar con al menos un calentador de agua doméstico aprobado o con otro tipo de sistema para el calentamiento de agua, que sea suficiente para suministrar agua caliente a los muebles y aparatos sanitarios destinados a los diferentes usos domésticos.

4113.2 Calentador de agua. El calentador de tipo doméstico es el aparato que proporciona agua caliente a la vivienda, y debe tener una carga térmica máxima de 35 Kw. La temperatura del agua de calentadores sin tanque debe ser como máximo de 60° Centígrados para uso doméstico.

4113.3 Tipos de calentador de agua. Existen varios tipos de calentadores de agua. Todos deben cumplir con la norma oficial mexicana **NOM-020-SEDG-2003- Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial-Requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado** la cual indica la siguiente clasificación de calentadores domiciliarios y comerciales:

4113.4 Ubicación. Todo calentador de agua debe estar ubicado y conectado de modo que se provea acceso para observación, mantenimiento, servicios y reemplazo. Se debe instalar en una zona debidamente ventilada.

Los calentadores de paso se deben colocar a una distancia vertical mínima de 2.50 m. y hasta 4.00 m.

con respecto a la parte baja del tinaco para obtener un nivel óptimo de servicio, o bien, consultar al fabricante.

La altura de montaje de los calentadores con tanque de almacenamiento con respecto a su base y el nivel de piso terminado, no debe ser menor de 0.30 m ni mayor de 1.20 m.

Para facilitar el mantenimiento o el cambio es necesario colocarlos cuando menos a 15 cm arriba de cualquier superficie de trabajo.

4113.5 Instalación. Los calentadores de agua deben ser instalados de acuerdo con las indicaciones de este CEV, así como con las instrucciones de instalación del fabricante.

El calentador debe tener dos conexiones hidráulicas, una para la entrada de alimentación de agua fría y otra para la salida de agua que conecte a la red de agua caliente de alimentación a los muebles.

El calentador instalado en la vivienda no debe mostrar fugas de gas o de agua durante su funcionamiento, se deben situar lo más cerca posible de los puntos de mayor consumo de agua caliente.

Independientemente del tipo de combustible de los calentadores se recomienda disponer de una válvula de compuerta antes de la tuerca unión en la entrada de agua fría para que, cuando haya necesidad de dar mantenimiento al calentador o cambiarlo, con cerrar la válvula de compuerta se evite el desperdicio de agua y desbalance del sistema.

Todos los calentadores de agua instalados que funcionen con gas natural o LP deben tener chimenea propia, la cual debe descargar a un espacio abierto.

La conexión de gas al calentador se debe realizar mediante tubería flexible y rígida de cobre y válvula de paso.

En ningún caso se permite la colocación del calentador que funcione con gas natural o LP, en locales cerrados.

Los calentadores con tanque de almacenamiento deben contar con una válvula de desagüe en la parte inferior para su drenado y limpieza.

4113.6 Jarros de aire, características e instalación. Los jarros de aire sirven principalmente para eliminar las burbujas de aire de las tuberías del agua fría y los instalados en la línea de agua caliente sirven para eliminar el vapor de los calentadores, cuando la temperatura en el interior es muy elevada. Deben tener una altura mayor a la parte superior del tinaco. En edificios de departamentos y condominios plurifamiliares se recomienda instalar una válvula de alivio, en la tubería de agua caliente, en lugar de los jarros de aire.

SECCIÓN 4114
PREVENCIÓN DE RIESGOS

4114.1 Colocación de tuberías. Todas las tuberías deben ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la vivienda, se debe evitar cualquier daño o disminución de los elementos estructurales. Las tuberías verticales deben colocarse en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento. La tubería hidráulica de servicio de agua potable no debe ser instalada en, debajo o encima de sumideros, tanques sépticos, área de percolación séptica o pozos absorbentes.

4114.2 Agua fría y agua caliente. Las tuberías de agua fría y agua caliente se pueden instalar en el mismo ducto siempre y cuando existe una separación de 0.15 m. Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, con una distancia de separación de por lo menos 0.30 m.

Todas las tuberías de distribución deben alejarse lo más posible de instalaciones sanitarias, como mínimo 0.50 m. Cuando las tuberías de agua crucen las tuberías de drenaje, se deben instalar siempre por encima de éstas con una distancia vertical mínima de 0.15 m. La tubería de servicio de agua y la descarga de drenaje sanitario deben estar separadas por 1.50 m de tierra compactada. Si la distancia vertical entre ambas tuberías es mayor que 0.30 m puede disminuir esta separación.

4114.3 Protección de tuberías. Las tuberías de cobre no se deben colocar antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar fenómenos de corrosión debidos a pares galvánicos y arrastres de iones de Cu+ hacia las conducciones de acero galvanizado que acelere el proceso de perforación. Se autoriza el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención.

Las tuberías metálicas se deben proteger contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su exterior superior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador en toda su longitud. Los revestimientos adecuados, cuando los tubos están enterrados o empotrados según el material de los mismos deben ser: para tubos de acero con revestimiento de polietileno, resina epóxica o alquitrán de poliuretano; para tubos de cobre, revestimientos de plástico.

4114.4 Identificación de redes. En todas las edificaciones donde dos o más sistemas de distribución de agua, uno de agua potable y el otro de no potable, estén instalados, cada sistema debe estar identificado ya sea por una marca de color o por etiquetas de metal. La identificación de las tuberías debe incluir

los contenidos del sistema de tubería y una flecha indicando la dirección del flujo. Los sistemas de tuberías peligrosas también deben contener información acerca de la naturaleza del peligro. La identificación de la tubería debe repetirse a intervalos máximos de 7.62 m y en cada punto donde la tubería pase a través de una pared, piso o techo. Las letras deben ser fácilmente observables dentro de la habitación o espacio donde la tubería este ubicada. El color debe ser visible y consistente a lo largo de toda la edificación.

4114.5 Contraflujos. Los medios de protección de contraflujo deben ser provistos de acuerdo con lo siguiente:

- La dimensión mínima del espacio de aire debe ser establecida midiendo verticalmente desde el punto inferior de la tubería de salida del agua potable al nivel de inundación del mueble dentro del cual la tubería de salida descarga. La instalación de estos dispositivos debe ser permitida donde estén sujetos a condiciones de presión continua. La apertura de alivio debe descargar mediante un espacio de aire y se debe evitar que esté sumergida.

- Los interruptores de vacío tipo presión están diseñados para instalación bajo condiciones de presión continua cuando el nivel crítico es instalado a la altura requerida. Los interruptores de vacío tipo presión no deben ser instalados donde sus derrames puedan causar daño a la estructura.

- Los interruptores de vacío tipo atmosféricos aplicados a la tubería deben operar bajo presión atmosférica normal cuando el nivel crítico está instalado a la altura requerida.

- Los interruptores de vacío a prueba de derrames deben ser diseñados para instalarse bajo condiciones de presión continua, donde el nivel crítico está instalado a la altura requerida.

4114.6 Contaminación. Un sistema de abastecimiento de agua debe ser diseñado, instalado y mantenido de tal manera que se impida la contaminación de líquidos no potables, sólidos o gases, por la introducción al sistema de agua potable a través de conexiones cruzadas o cualquier otra tubería de conexión al sistema. La tubería de suministro a los muebles sanitarios debe ser instalada de manera que se impida el contraflujo. Las conexiones cruzadas deben ser prohibidas.

La tubería que ha sido utilizada para otro propósito que el de transportar agua potable no debe ser utilizada para transportar agua potable. La superficie interior de un tanque de agua potable no debe estar forrada, pintada o reparada con cualquier material que cambie el sabor, olor, color o potabilidad del abastecimiento de agua cuando el tanque es puesto en servicio o cuando retorna a él. Las bombas, coladeras, ablandadores, tanques y otros dispositivos que manipulan o tratan agua potable deben ser protegidos contra la contaminación.

4114.7 Prueba hidrostática. El sistema de distribución debe ser aprobado una vez que cumpla con la prueba hidrostática que se describe a continuación: al completar una sección o el sistema completo de abastecimiento de agua, deben ser sometidos a ensayo y debe ser comprobada su hermeticidad bajo una presión de agua no menor a la presión de trabajo del sistema, el agua utilizada para la prueba debe ser obtenida de una fuente de abastecimiento potable.

Para sistemas de tuberías que no sean de plástico se puede realizar una prueba de aire no menor a 3.51 kg/cm2. La inspección bajo tierra debe llevarse a cabo después de que las zanjas estén excavadas y acolchonadas, la tubería instalada, y antes de que el relleno comience a ser colocado. La inspección de obra negra debe llevarse a cabo después de que el techo, entramado, bloqueo antifuego y sellado contra incendio, contratiro y arriostramiento estén en su lugar y toda la tubería sanitaria, de desagüe pluvial y de distribución de agua esté conectada en obra negra y antes de que se instalen las membranas de techos y paredes. La inspección final debe llevarse a cabo cuando todos los muebles sanitarios estén instalados correctamente y la estructura esté lista para su ocupación.

4114.8 Limpieza final. Las instalaciones de agua potable, nuevas o reparadas, deben ser purgadas de materias perjudiciales y desinfectadas antes de usarse y cuidar que por ellas fluya el agua cuando menos a la velocidad mínima para evitar azolve que con el tiempo degeneren en escamas permanentes que contaminen dicho flujo. El sistema de tubería debe ser limpiado con agua limpia hasta que el agua sucia desaparezca de las tuberías de salida, se debe llenar con una solución de agua/cloro que contenga 50 ml de cloro por litro de agua y el sistema o parte del mismo, debe ser sellado y debe permanecer durante 24 horas; o se puede incrementar la dosificación a 200 ml de cloro por litro de agua y la permanencia es de 3 horas. El sistema debe ser limpiado con agua limpia hasta que la presencia del cloro desaparezca.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 42 - DRENAJE SANITARIO

SECCIÓN 4201
DRENAJE SANITARIO

4201.1 Consideraciones generales. Este documento contiene los requisitos mínimos para el diseño de instalaciones sanitarias para vivienda unifamiliar y plurifamiliar. Está basado en el reglamento de ingeniería sanitaria relativo a edificios. El sistema de drenaje sanitario se instala para retirar de la vivienda de forma segura las aguas de desperdicio y aguas jabonosas de los accesorios de la instalación de agua. Este sistema debe descargar al sistema de alcantarillado municipal o a un sistema aprobado por las autoridades competentes.

4201.2 Separación de aguas drenadas. En las viviendas ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües de las viviendas deben ser separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales, se permite que las tuberías principales de descarga sanitaria pluvial vayan adyacentes ambas en una misma zanja, garantizando la impermeabilidad de un sistema a otro.

4201.3 Ventilación. El sistema de ventilación del sistema de drenaje sanitario es un medio de circulación de aire dentro de las tuberías de drenaje. Es necesario considerar el uso de trampas hidráulicas y obturadores para evitar la contaminación en la vivienda por malos olores.

SECCIÓN 4202
CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

4202.1 Precauciones. Las instalaciones sanitarias deben ser colocadas con la debida atención para preservar la resistencia de los componentes estructurales y la prevención de los daños a los muros y otras superficies debido a la colocación de equipos y muebles sanitarios. Debe evitarse que posibles movimientos de la estructura dañen la tubería. La tubería principal de drenaje sanitario debe de estar por lo menos a 3 metros de la tubería de alimentación de agua potable, excepto en las que conectan a los muebles sanitarios.

Las tuberías que pasen a través de un muro de concreto o bloque de cemento, pisos u otros materiales corrosivos deben estar protegidas contra la corrosión externa por un revestimiento que resista la reacción de la cal y el ácido del concreto. El revestimiento debe permitir la expansión y contracción de la tubería para impedir la fricción, el espesor mínimo debe ser de 0.50 mm.

Todas las coladeras en las bocas de evacuación deben ser diseñadas e instaladas para que las aberturas no sean mayores a 13 mm.

4202.2 Restricciones. Las tuberías de desagüe deben tener un diámetro no menor de 32 mm (1½ pulgadas), el cual no debe ser inferior al de la boca de desagüe de cada mueble; se debe instalar con una pendiente mínima del 2 %. Las tuberías de desagüe deben estar provistas en su origen de un tubo ventilador de 50 mm. (2 pulgadas) de diámetro mínimo que se debe prolongar cuando menos 1.50 m arriba del nivel de la azotea de la construcción. La conexión de tuberías de muebles sanitarios y coladeras a la instalación sanitaria debe proveer obturadores hidráulicos. Las conexiones de tubos de descarga de los excusados con el albañal se deben hacer mediante piezas especiales. Los excusados deben ser de modelos aprobados por las normas mexicanas y al instalarse deben quedar provistos de tubo ventilador.

4202.3 Zanja, excavación y relleno. Una tubería enterrada debe estar apoyada en todo su largo. Las zanjas deben ser excavadas de forma que el fondo forme el lecho para la tubería y un apoyo de carga sólido y continuo deber ser provisto entre las juntas. Se deben considerar las instrucciones del fabricante en casos estrictos. Donde las zanjas estén excavadas por debajo del nivel de instalación de la tubería de tal modo que el fondo de la zanja no forma el lecho para la tubería, la zanja debe rellenarse hasta el nivel de instalación de la parte inferior de la tubería, con arena o grava fina colocada en capas de 15 cm. y dicho relleno debe compactarse después de cada colocación.

4202.4 Remoción de rocas. Cuando se encuentre roca en el fondo de la excavación, la roca debe ser removida a un mínimo de 75 mm por debajo del nivel de instalación de la tubería, la zanja debe ser rellenada hasta el nivel de instalación de la tubería con arena compacta, la tubería y las juntas no deben apoyar en roca en ningún punto.

4202.5 Rellenos. Si se encuentran materiales blandos en el fondo de la zanja, se debe lograr la estabilización

excavando dos diámetros de tubo como mínimo y rellenando hasta el nivel de instalación de la parte inferior de la tubería con arena, grava fina, o piedra molida. Si se considera la estabilización por medio de concreto simple, se debe colocar una cama de arena para proveer un colchón de carga uniforme como soporte para la tubería entre juntas.

El material de relleno debe estar libre de desechos de construcción y escombros. La tierra suelta debe ser colocada en la zanja en capas de 15 cm y compactada en sitio hasta que cubra 30 cm arriba del lomo del tubo. El relleno debajo y alrededor del tubo debe ser compactado. El relleno debe ser colocado en forma simétrica en ambos lados del tubo para que permanezca alineado.

4202.6 Conexiones entre tubería de drenaje y muebles sanitarios. Las conexiones entre la tubería y los muebles sanitarios deben cumplir con las siguientes exigencias:

4202.6.1 Muebles sanitarios. El número mínimo de accesorios sanitarios requeridos para unidades de vivienda es de: inodoro, lavabo, regadera, fregadero de cocina, lavadero y conexión para lavadora automática. Cada departamento o vivienda debe contar con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, patios de servicio o pozos de luz. Los accesorios sanitarios deben ser colocados en nivel y con la correcta alineación con referencia a los muros adyacentes.

4202.6.2 Inodoro. Las conexiones entre el drenaje sanitario y la boca de salida de piso de los muebles sanitarios deben ser hechas con bridas de piso. La conexión entre el drenaje y el sanitario montado en el muro debe hacerse con un niple de extensión o un adaptador aprobado. El inodoro debe estar anclado al colgadero con pernos o tornillos resistentes a la corrosión. Las juntas deben estar selladas con un empaque elastomérico aprobado o una conexión.

El espesor para las bridas de piso debe ser máximo de 3.2 mm. para bronce, 6.4 mm. para plástico, hierro fundido o hierro maleable, la profundidad de calafateo es de 51 mm. Los tornillos y pernos para fijar inodoros deben ser de bronce. Las bridas se aseguran a la estructura de la edificación con tornillos o pernos resistentes a la corrosión.

Los inodoros montados en el muro deben ser sostenidos por un soporte metálico escondido, que esté fijo a un miembro estructural de la edificación para que el esfuerzo no sea transmitido al conector del inodoro ni a ninguna otra parte de la instalación. Las juntas que se forman donde el mueble sanitario hace contacto con el piso deben ser selladas herméticamente.

4202.6.3 Lavadora. El desagüe de la lavadora automática debe ser por medio de una apertura atmosférica y descargar a una tubería vertical o a un fregadero de lavandería, el diámetro mínimo debe ser de 76 mm (3 pulgadas).

4202.6.4 Coladeras. Las coladeras de piso deben tener trampa hidráulica y tapa removible. La coladera debe tener un área de pasaje de agua no menor que el fondo de la coladera, el diámetro mínimo de los drenajes de piso es de 50 mm (2 pulgadas).

4202.6.5 Lavabos. Los lavabos deben tener una boca de salida de no menos de 32 mm. (1¼ pulgadas) de diámetro, Se debe proveer de una coladera, tapón removible barra cruzada u otro dispositivo para restringir la abertura de la boca de salida.

4202.6.6 Regaderas. La boca de salida del drenaje que sirve a la regadera debe ser de al menos 38 mm. (1½ pulgadas) de diámetro, las bocas de salida deben estar sujetas a la tubería de evacuación de manera aprobada. El piso de la regadera debe ser revestido e impermeabilizado con una pendiente del 2 % hacia la boca de salida, haciendo una junta impermeable entre el revestimiento y la boca de salida.

4202.6.7 Fregaderos. Los fregaderos deben ser conectados a una boca de drenaje de diámetro mínimo 38 mm. (1 ½ pulgadas) y se debe colocar una barra cruzada para restringir la abertura libre de la salida.

4202.6.8 Obturador. El desagüe de tinas, regaderas y lavadoras de ropa debe contar con un obturador hidráulico tipo bote. Los lavabos y lavaderos deben estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además de sus tubos de descarga deben tener ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación al menos por núcleo de sanitario. Los fregaderos deben desaguar por medio de sifón con obturación hidráulica conectado al mueble, con registro de limpieza de diámetro no menor a 38 mm. (1 ½ pulgadas).

4202.6.9 Rompedor de presión. En caso de edificios plurifamiliares las bajadas de aguas deben descargar a un registro rompedor de presión; y tendrá siempre debe tener un tirante como mínimo de 30 cm. como mínimo para amortiguar la fuerza de llegada.

4202.6.10 Espacios libres. En baños y sanitarios de uso doméstico los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos pueden ser comunes a dos o más muebles. Ver Tabla 4202.6.10.

Tabla 4202.6.10 Dimensiones mínimas de espacios para muebles sanitarios.

Uso doméstico	Frente m	Fondo m
Inodoro	0.70	1.05
Lavabo	0.70	0.70
Regadera	0.70	0.70

4202.6.11 Pisos. Los locales para baños deben tener pisos impermeables antiderrapantes, los muros de las regaderas deben tener materiales impermeables hasta una altura de 1.80 m y del inodoro hasta 1.50 m. En los baños en que solamente exista regadera, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera, debe estar provista de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

4202.6.12 Ventilación. En los casos en que un cuarto para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación debe contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

4202.6.13 Colocación de muebles sanitarios. Todos los muebles sanitarios deben ser nuevos, los lavabos y fregaderos deben ser de porcelana vidriada o de hierro esmaltado o porcelanizado. Se deben sujetar firmemente y a nivel de la posición indicada por el proyecto, con el sistema adecuado al modelo del mueble: con taquetes y pijas, con ménsulas, apoyados en un mueble metálico o de madera, o en su propia base.

No deben usarse las tuberías de desagüe o de alimentación como auxiliares para la fijación. Los accesorios sanitarios deben ser aprobados para su instalación de acuerdo al material de la tubería instalada y deben ser conforme a las normas que rigen para la tubería.

Los inodoros deben llevar el sifón construido internamente. Se deben colocar haciendo coincidir la boca de la descarga con la tubería de drenaje, poniendo una junta proel (cuello de cera) para sellar y evitar malos olores. Se deben fijar mediante pijas introducidas en taladros hechos en el piso y recibidos con taquete de plástico.

4202.6.14 Lavaderos. Los lavaderos deben ser de cemento y estar compuestos por pileta y superficie de tallado de al menos 0.70 m x 0.70 m. Se deben sujetar dependiendo de su peso y localización, con bases de tabique y empotrados en el muro. Queda absolutamente prohibido hacer conexiones taladrando los tubos, en cada caso deben emplearse las piezas especiales.

4202.6.15 Sello. Todo tubo de descarga debe comunicar con el albañal por medio de un sifón hidráulico. Se permite que un mismo sifón sirva para dos tubos de descarga a la vez cuando la distancia entre estos dos tubos y el sifón no exceda de sesenta centímetros.

4202.7 Unidades de descarga. Los valores unitarios de la descarga o desagüe al drenaje de muebles (udm) dados en la **Tabla 4202.7A** designan la carga relativa de diferentes tipos de muebles, la cual debe ser considerada en la carga total que lleva la tubería sanitaria o de evacuación. Las unidades de descarga deben ser utilizadas para obtener las dimensiones mostradas en la Tabla 4202.7B aplicables a la tubería sanitaria de evacuación y de ventilación para las cuales la carga permitida está dada en unidades de descarga de mueble sanitario.

Tabla 4202.7 A. Unidad de descarga por tipo de mueble.

Tipo de mueble o accesorio	Valor unitario de drenaje del mueble como factor de carga udm	Dimensión mínima de la trampa (mm)
Máquina automática de lavar ropa (doméstica)	2	38
Drenaje de piso	2	50
Fregadero de cocina (doméstico)	2	38
Fregadero de cocina con triturador de desperdicios o lavavajillas.	2	38
Lavadero de ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	38
Regadera	2	38
Inodoro	3	Igual a la boca de salida del mueble
Lavabo	1	32

Si el mueble no está considerado en la Tabla **4202.7 A** se debe aplicar la **Tabla 4202.7 C** de acuerdo al diámetro de la boca de salida del mueble. La dimensión mínima para la trampa de artefactos no incluidos debe ser la dimensión nominal de la boca de descarga pero nunca menos de 32 mm. (1.25 pulgadas). Los valores unitarios de desagüe de artefactos para flujo continuo y semicontinuo a un sistema de drenaje debe ser calculado con base en que 0.06 L/seg. de flujo es equivalente a dos unidades de mueble.
Los valores unitarios de desagüe de artefactos

para flujo continuo y semicontinuo a un sistema de drenaje debe ser calculado con base en que 0.06 L/s de flujo es equivalente a dos unidades de mueble.

Tabla 4202.7 B. Máximo número de unidades de descarga conectados a cualquier porción del desagüe.

Diámetro de la tubería (mm)	Número máximo de unidades de desagüe de muebles conectados a cualquier porción del desagüe de la edificación, incluyendo sus ramales			
Pendiente %	0.5	1	2	4
32	-	-	1	1
38	-	-	3	3
50	-	-	21	26
63	-	-	24	31
75	-	36	42	50
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1,400	1600	1920	2300

Tabla 4202.7C Unidades de descarga de muebles o trampas

Drenaje de mueble o trampa (mm)	Valor unitario en unidades de descarga del mueble udm
32	1
38	2
50	3
63	4
75	5
100	6

4202.8 Condiciones de Instalación.
a) Pendiente mínima. La tubería de drenaje sanitario debe ser instalada con un alineamiento y pendiente uniforme. La pendiente mínima de la tubería de drenaje horizontal debe estar de acuerdo a la Tabla 4202.8 A.

Tabla 4202.8 A Pendiente de la tubería de drenaje horizontal

Diámetro		Pendiente mínima (%)
pulgadas	mm	
Hasta 3	Hasta 63	2
3 a 6	76 a 150	1
8 ó mayor	200 ó mayor	0.5

b) Reducciones. El diámetro de la tubería no debe ser reducido en dirección al flujo. Una conexión de inodoro de 100 mm. a 75 mm. (4″ a 3″) no se considera una reducción de diámetro.

c) Ramales. Los ramales horizontales se deben conectar a las bases de las bajadas en un punto ubicado a no menos de 10 diámetros del tubo de descarga de la bajada; los ramales horizontales se deben conectar desplazados de las tuberías de bajadas horizontales en un punto ubicado a no menos de 10 diámetros del tubo de descarga.

Un desplazamiento debe ser ventilado si un ramal horizontal se conecta a la bajada dentro de 610 mm encima o debajo de un desplazamiento de la misma o si el desplazamiento está ubicado a más de cuatro intervalos de ramales por debajo de la parte superior de la bajada.

Las salidas de ventilación para los desplazamientos verticales no son requeridas cuando la bajante y su desplazamiento son dimensionados como un desagüe de la edificación.

SECCIÓN 4203
CÁLCULO DEL SISTEMA DE DRENAJE.

4203.1 Unidades de descarga y cálculo de ramales. El número máximo de unidades de drenaje de muebles conectados a un drenaje sanitario, descarga, ramal horizontal o desvío horizontal, debe determinarse usando la Tabla 4203.1. El número máximo de unidades de drenaje de muebles conectados a un ramal horizontal o bajada vertical, debe determinarse usando la tabla de tramos verticales de las bajadas.

Cuando se prevean muebles futuros, la instalación debe ser diseñada de acuerdo a los requerimientos de esos muebles, la construcción debe ser terminada con un tapón o conexión aprobada.

4203.2 Juntas. Las juntas entre tubería plástica o accesorios deben cumplir con lo siguiente:

a) Las juntas mecánicas solo deben ser instaladas cuando sea un sistema subterráneo, a no ser que sean aprobadas, su instalación debe ser de acuerdo al fabricante.

En la unión de juntas de PVC y ABS se debe aplicar solvente a las superficies limpias y libres de humedad y aplicar adhesivo a toda la superficie de la unión, la junta se debe hacer cuando el adhesivo está fresco.

b) Las juntas roscadas deben hacerse a tubería clase 80 ó mayor y deben ser autorizadas para roscarla con un cojinete de roscar específicamente diseñado para tubería plástica, se debe aplicar un lubricante de rosca o cinta aprobada sólo a la rosca macho.

c) Las juntas entre tubos de asbesto cemento deben estar hechas con una manga de acoplamiento de la misma composición que la del tubo, sellada con un anillo elastomérico o bien con piezas especiales de fundición aprobadas para ese uso.

d) En las juntas entre tuberías o accesorios de bronce se debe asegurar que toda la superficie de unión esté limpia. La junta se debe soldar con un metal de relleno. Las juntas mecánicas se deben realizar de acuerdo a la especificación del fabricante. En las juntas roscadas, en la rosca se debe aplicar un lubricante de rosca y cinta aprobada sólo a la rosca macho.

Tabla 4203.1 Ramales horizontales y bajadas para muebles

Diámetro De la tubería (mm)	Máximo número de unidades de drenaje de muebles udm.			
	Total para un ramal horizontal	Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
38	3	2	4	8
50	6	6	10	24
63	12	9	20	42
75	20	20	48	72
100	160	90	240	500
150	620	350	960	1900
200	1400	600	2200	3600

e) Las juntas entre tuberías y accesorios de hierro. Las juntas entre tuberías y accesorios de hierro deben cumplir lo siguiente: las juntas para tubería con campana y espiga deben estar firmemente rellenas con estopa o empaquetadura de cáñamo. El plomo derretido debe ser vaciado en una sola operación a una profundidad no menor a 25 mm (1″). El plomo no debe retroceder más de 3 mm. por debajo del borde de la campana y debe ser calafateada firmemente. Hasta que la junta sea aprobada se puede cubrir de recubrimiento anticorrosivo.

Las arandelas de compresión para tubería y accesorios de campana y espiga deben cumplir con la ASTM C 564. Las arandelas deben estar comprimidas cuando la tubería es insertada completamente.

f) Las uniones entre tubos de concreto o accesorios deben hacerse con un sello elastomérico conforme a la norma mexicana NMX-C-401-ONNCCE-2004-Tubos de concreto simple con Junta Hermética-Especificaciones y Métodos de Prueba y NMX-C-402-ONNCCE-2004-Tubos de concreto Reforzado con Junta hermética-Especificaciones y Métodos de Prueba.

g) Las uniones entre tuberías de cobre o aleación de cobre y accesorios deben cumplir con lo siguiente de acuerdo a la norma mexicana: todas las superficies de la unión deben estar limpias, debe aplicarse un fundente aprobado donde se requiera. La junta debe ser soldada con un metal de relleno conforme a la norma mexicana.

Las juntas mecánicas deben ser instaladas de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las uniones soldadas deben hacerse de acuerdo a los métodos de la ASTM B 828. Todas las puntas de la tubería cortada deben ser escariadas en todo el diámetro interior de la tubería. En las juntas roscadas se debe aplicar un compuesto de enchufe o cinta a la rosca macho únicamente.

h) Las juntas de acero galvanizado deben cumplir con lo siguiente de acuerdo a la norma mexicana: en la rosca se debe aplicar un compuesto de enchufe o cinta únicamente a la rosca macho. Las juntas mecánicas deben hacerse con un sello

elastomérico aprobado y deben ser aprobadas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

4203.3 Tuberías y piezas especiales.

4203.3.1 Especificaciones. Las tuberías pueden instalarse ocultas bajo el piso de los edificios, siempre y cuando se garantice su impermeabilidad, cuando sean visibles deben estar apoyadas sobre el piso o suspendidas de los elementos estructurales del edificio.

Cada tramo de tubería y accesorio utilizado en la instalación sanitaria debe llevar la identificación del fabricante y debe ser instalado en estricto acuerdo con las normas bajo las cuales los materiales son aceptados y aprobados.

En los conductos para desagüe se deben usar tubos de fierro fundido revestidos interiormente con substancias protectoras contra la corrosión, tubos de fierro galvanizado, tubos de cobre, tubos de plástico rígido y de cualquier otro material que aprueben las autoridades sanitarias. Los tubos para conductos de desagüe deben tener un diámetro mínimo no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se deben colocar con una pendiente mínima de 2 % para diámetros hasta de 75 mm. (3 pulgadas) y para diámetros mayores, la pendiente mínima debe ser de 1.5 %. Todos los tubos usados en desagüe deben ser lisos en su interior.

4203.4 Cobre. Cuando se especifique tubería de cobre en desagües únicamente debe usarse tubería rígida del tipo M la que debe cumplir con la norma NMX-B-061-1990-Tubos de Acero de Bajo Carbono, Soldados Eléctricamente, para la Industria Química. Se deben usar codos, T, Y, tapones, coples, reducciones, etc., de los diámetros adecuados a los tramos para unir y pueden ser de cobre o de bronce.

Para tubería oculta debe evitarse dejar clavos o alambre en contacto directo con el cobre, debido a que la reacción electrolítica entre ambos materiales provoca con el tiempo una perforación en el tubo, se debe resanar toda ranura en el muro con mortero. La tubería aparente en muros y losas con diámetro hasta de 50 mm (2 pulgadas) se debe fijar mediante abrazaderas de uña de fierro galvanizado atornilladas, con la separación que se indica. La tubería con diámetro de 65 mm. a 100 mm. (2½ a 4 pulgadas) se debe fijar mediante abrazaderas tipo omega de 3 mm. x 12 mm. de fierro galvanizado y 2 taquetes y tornillos a la separación indicada en la Tabla 4203.4.

Debe evitarse que el peso de la tubería actúe directamente en las conexiones de muebles.

Tabla 4203.4 Distancia para fijar abrazaderas.

Deflexión mm	Diámetro interior de tuberías mm												
	19	25	38	51	63	76	89	102	127	152	203	254	305
	Distancia m												
1.50		1.50	2.75	3.96	4.25	4.55	4.90	5.20	5.50	6.10	7.00	7.60	8.25
3.20	1.80	2.30	3.65	4.25	4.90	5.20	5.50	6.10	6.70	7.00	7.90	8.85	9.75
4.80	2.45	3.05	4.25	4.90	5.50	6.10	6.40	6.70	7.60	8.25	9.15	10.00	10.65
6.40	2.90	3.35	4.90	5.20	5.80	6.40	7.00	7.30	7.90	8.50	8.15	10.65	11.60

El tendido de la tubería debe ser basado en tramos rectos. No se aceptan dobleces en la tubería para librar obstáculos o alcanzar conexiones próximas.

4203.5 Fierro galvanizado. Cuando se use fierro galvanizado (NMX-B-010-1986 tipo A) cédula 40 se deben usar codos, T, Y, tapones, coples, y reducciones, del mismo material, de diámetros adecuados en los tramos por unir. (NMX-B-044-1951). Puede usarse en doble ventilación y desagües. Las uniones deben ser roscadas. Para el tarrajado se debe usar la herramienta apropiada en buen estado. Las uniones deben hacerse limpiando las cuerdas del tubo y de las conexiones, eliminando rebabas y se deben proteger con sellador (garlock, chalac o teflón). El ajuste debe hacerse sin marcar o dañar la tubería con la herramienta o soportes utilizados.

La instalación de tuberías aparentes se debe fijar mediante abrazaderas de solera de fierro, taquetes y tornillos. Para tubería hasta de 50 mm. (2 pulgadas) de diámetro se deben usar abrazaderas de solera de fierro de 19 mm. x 3 mm. ancladas al muro o losa y localizadas a cada 3 m. máximo. Para tubería de 50 mm. a 100 mm. (2 a 4 pulgadas) de diámetro se

deben usar abrazaderas de solera de 25 mm. x 3 mm. ancladas al muro o losa y localizadas a una separación máxima de 6 m. Debe evitarse que el peso de la tubería actúe directamente sobre muebles o uniones. Las tuberías de desagüe se deben instalar con una conexión de 45 grados al incidir a una tubería troncal.

4203.6 PVC sanitario. El PVC (cloruro de polivinilo) es un material de origen petroquímico altamente resistente a ácidos, álcalis y corrosión. La tubería y conexiones de PVC deben cumplir con la norma NMX-E-012-SCFI-1999-Tubos y conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para instalaciones eléctricas - Especificaciones.

Cuando se use en desagües de lavabos, regaderas, y principalmente de fregaderos, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar que la temperatura del agua servida al entrar en contacto con la tubería sea mayor de 40ºC. Esto último puede lograrse con un tramo de tubería metálica entre la coladera del mueble y el 1er tramo de tubo de PVC de la longitud y con la ventilación adecuadas, para que parte del calor del agua se disipe a la atmósfera y tenga la temperatura máxima de 25ºC al llegar al primer tramo de PVC. Se deben usar codos, T, Y, reducciones, etc., de diámetros adecuados a los tramos por unir, así como piezas especiales para la conexión de válvulas, llaves, cambios de material, etc.

Las uniones en la tubería pueden ser de 2 tipos: cementadas y por insertos patentados. Se debe utilizar exclusivamente en tuberías de desagües. La prueba de una tubería puede hacerse hasta dos días después de haberse terminado la instalación. Una vez aceptada la prueba de una tubería debe protegerse contra golpes o deformaciones que puedan afectar su buen funcionamiento. La tubería de PVC debe estar oculta de los rayos UV.

4203.7 Descargas al exterior.

a) Dimensión. Las tuberías que conducen aguas residuales de una edificación hacia fuera de los límites de su predio deben ser de 15 cm. (6 pulgadas) de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima del 2 % en el sentido del flujo y cumplir con las Normas mexicanas aplicables. Los albañales se deben construir bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios, antes de proceder a la colocación de los tubos se debe consolidar el fondo de la excavación para evitar asentamientos del terreno. Los albañales se deben colocar cuando menos a un metro de distancia de los muros.

b) Los cambios de dirección de los albañales y las conexiones de ramales, se deben hacer con deflexión de 45° como máximo. Las piezas T para conexión de ramales de bajadas con albañales, sólo se permiten cuando el cambio de dirección es vertical a horizontal. Los albañales se deben construir con una pendiente no menor a 1.5 por ciento.

4203.8 Registros. Los albañales deben tener registros colocados a distancia no mayores de 10 m. entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deben tener las siguientes dimensiones mínimas según su profundidad: de 0.40 m. x 0.60 m. para una profundidad de hasta 1.00 m; de 0.50 m x 0.70 m para profundidades de 1.00 m a 2.00 m y de 0.60 m a 0.80 m para profundidades mayores a 2.00 m. Los registros deben tener tapas con cierre hermético a prueba de roedores, que se puedan mover con facilidad no menores a 0.40 m x 0.60 m Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables deben tener doble tapa con cierre hermético. Se debe proveer acceso a todos los registros. Los registros deben ser instalados en cada cambio de dirección del drenaje sanitario de la edificación, cuando el cambio de dirección sea mayor a 45°.

En el lugar inmediato y anterior al cruzamiento del albañal con el límite del predio y la vía pública debe haber un registro y debe ser construido hasta la altura del nivel de piso terminado o sótano; éste no es requerido en caso de tener un registro de bajada sanitaria de 75 mm. (3 pulgadas) o mayor, instalado en una longitud desarrollada de 3 m de la conexión del drenaje de la edificación y la descarga. Está permitido usar un registro de doble entrada aprobada para servir como registro requerido tanto para el drenaje sanitario como para la descarga de la edificación.

La abertura del registro no debe ser utilizada para la instalación de un mueble sanitario o un desagüe de piso, excepto donde se apruebe y donde sea provisto otro registro con acceso y de la misma capacidad.

SECCIÓN 4204
DRENAJES PLUVIALES

4204.1 Alcance. Todos las aguas pluviales recibidas en los predios deben ser consideradas para los fines del presente capítulo.

Se debe considerar la aportación de todos los techos, áreas pavimentadas, garajes, jardines, patios y terrazas mismos que deben drenar a un sistema separado y distinto de los de recolección de aguas servidas negras o grises y hasta el límite del predio.

Cuando haya sido aprobado por la autoridad competente y no se contraponga con ninguna ley o normatividad vigente, se permite que las aguas pluviales descarguen sobre áreas planas tales como vialidades, banquetas, jardines de vialidades y siempre que el agua no fluya hacia ninguna de las edificaciones.

Esta sección cubre las instalaciones necesarias dentro de los predios y las intradomiciliarias, diferenciándose claramente de las de ingeniería urbana ya referidas

en el Capítulo 6. Especial cuidado se debe tener para cumplir el ordenamiento de la autoridad competente relativo a las áreas libres y permeables.

Cuando se haya diseñado y autorizado un sistema de drenaje combinado se deben observar las indicaciones de la autoridad competente y las de este CEV.

4204.2 Diseño.

4204.2.1 Generalidades. Es objetivo primordial en el diseño de los sistemas de alcantarillado de aguas pluviales, el evitar el escurrimiento y acumulación de agua en las vialidades de las poblaciones que llevan a la erosión y deterioro de los pavimentos. De manera similar en los predios se debe separar la recolección y conducción de las aguas de lluvia del resto de las aguas servidas para no sobredimensionar los sistemas o provocar inundaciones por desbordamientos de los muebles sanitarios.

4204.2.2 Estudios. Se debe recabar la información climatológica correspondiente a los registros de precipitaciones para obtener de ahí los datos de precipitación característica pero y sobretodo de los valores de la intensidad, duración y periodos de retorno. A partir de esos datos se pueden estimar los gastos de diseño para dimensionar los sistemas de alcantarillado y de la tormenta de diseño asociada.

4204.2.3 Gastos de diseño. Existen diversos modelos disponibles, pero por ser el más extensamente utilizado, se debe emplear el llamado de la fórmula racional que relaciona el área de captación con la intensidad de precipitación y el coeficiente de escurrimiento. Especial cuidado hay que tener con la correcta selección de esos valores en la condiciones de saturación del área, de la precipitación, del periodo de retorno y la duración de la tormenta, además de otros valores como el tiempo de concentración y las longitudes de captación.

4204.3 Infiltración. Cuando se permita o se indique y con la autorización de la autoridad competente, se debe diseñar el sistema de infiltración deliberada empleando pozos, galerías, tubería con perforaciones o de junta abierta. Siempre se deben observar los límites permisibles y la calidad de agua exigida por la normatividad vigente antes de ser infiltrada al terreno.

Las tuberías a emplear no pueden ser menores de 100 mm de diámetro y se debe proveer una válvula de prevención del contraflujo hacia las edificaciones.

4204.4 Tanques de tormenta. Cuando las características de las redes públicas de colección de aguas pluviales no permitan la descarga inmediata de las aguas captadas en los predios, se debe proveer de los medios para regular el gasto de evacuación del agua de lluvia y suavizar los flujos en las condiciones pico de demanda. En estos casos se indica como solución preferida la instalación de almacenamientos temporales o tanques de tormenta. De igual manera ocurre si el nivel de piso terminado de las áreas que captan agua de lluvia se encuentra por debajo de los niveles de las atarjeas públicas, se precisa de cárcamos de bombeo.

Con los datos de precipitación correspondientes a la tormenta de diseño se calcula el tanque de tormentas para un llenado de una hora y un vaciado continuo de 4 y hasta 24 horas según las condiciones particulares de cada aplicación. Los cárcamos de bombeo se calculan con al menos 5 minutos de tormenta máxima captada.

4204.5 Dimensiones de las tuberías. La autoridad local competente debe señalar los parámetros mínimos para proveer este servicio. Así algunas autoridades de los climas semifríos del altiplano fijan como mínimo absoluto para el diámetro una tubería de 76 mm para un área de 100 m^2. También es aceptable la tubería de 76 mm para bajadas ahogadas en elementos estructurales

En caso de no existir indicación al respecto se toman los valores de las tablas, sin embargo, a menos que se cuente con mecanismos para impedir la obturación de las coladeras y bajadas pluviales con basura, granizo o sólidos de cualquier tipo, se debe instalar un diámetro mínimo de 100 mm en cualquier caso de tuberías verticales excepto rebosadero o vertederos de demasías en azoteas y de 150 mm en tuberías horizontales.

Por seguridad se debe proveer de no menos de dos bajadas para una superficie de techo de 200 m^2 y no menos de 4 para áreas mayores a ésa.

Tabla 4204.5 A. Dimensiones de tuberías verticales para bajadas pluviales.

Precipitación de diseño (máxima horaria)	Proyección horizontal del área tributaria en m^2 para tubería según diámetro en mm				
mm/hr	50	75	100	150	200
100	68	208	434	1274	2737
150	45	139	289	849	1825
200	34	104	217	639	1368

Tabla 4204.5 B. Dimensiones de tuberías horizontales para pendientes del 1 %.

Precipitación de diseño (máxima horaria)	Proyección horizontal del área tributaria en m^2 para tubería según diámetro en mm				
mm/hr	75	100	150	200	250
100	76	174	495	1064	1914
150	51	116	330	709	1276
200	38	87	247	532	967

Tabla 4204.5 C. Dimensiones de tuberías horizontales para pendientes del 2%

Precipitación de diseño (máxima horaria)	Proyección horizontal del área tributaria en m² para tubería según diámetro en mm				
mm/hr	75	100	150	200	250
50	214	492	1396	3008	5414
100	107	246	698	1504	2707
150	71	164	465	1003	1805
200	53	123	349	752	1353

4204.6 Características de la instalación. Se aplican las recomendaciones constructivas de los párrafos aplicables a las aguas negras y grises de las Secciones **4201** y **4202**, resaltando:

4204.6.1 Pendientes. Las pendientes de las tuberías no deben ser menores del 1 % ni mayores del 4 % excepcionalmente.

4204.6.2 Velocidades. Las velocidades del flujo deben ser de 0,60 a 3,0 metros por segundo a tubo lleno.

4204.6.3 Gárgolas. Para los desagües de emergencia en azoteas y terrazas, se permite el uso de gárgolas o rebosaderos y deben separase del drenaje primario, pueden ser descargados por encima del nivel del piso donde sea observable por los ocupantes o el personal de mantenimiento, pero nunca en chorro libre desde la azotea.

4204.6.4 Materiales. Todos los tubos y conexiones deben ser con materiales aprobados, con apego a las normas vigentes y las instrucciones del fabricante.

4204.6.5 Registros. Se deben proveer registros de albañales, de al menos 40 x 60 cm en profundidades de hasta un metro, por cada 10 m de tramo recto y uno en cada cambio de dirección o descarga de una columna o bajada de aguas pluviales.

4204.6.6 Coladeras. Las coladeras en azoteas deben tener un área de boca de por lo menos de una vez y media la de la bajada, las de tipo plana deben tener una área de boca al menos 2 veces la del tubo de descarga al que está conectada.

4204.6.7 Bajo nivel. Los desagües de áreas por debajo del nivel de banqueta deben estar protegidos por válvula de no retorno o contra flujo y no menores de 100 mm con trampa hidráulica, sumidero, pozo de absorción o solución equivalente aprobada.

4204.6.8 Sumideros. Los sumideros y pozos de absorción deben ser no menores de 500 mm de diámetro y 60 cm de profundidad, accesibles en su ubicación y asegurando que se separan los sólidos en decantadores previos a la disposición y se cumplen los parámetros de descarga de la normatividad vigente.

4204.6.9 Lisas. Se debe asegurar que las tuberías son instaladas sin bordes o reducciones en el sentido del flujo y con conexiones a 45 grados.

4204.7 Materiales. Los materiales y métodos deben ser conforme a lo establecido para los drenajes de aguas negras y grises en este mismo capítulo.

4204.8 Sistema combinado. Para dimensionar las tuberías en sistemas combinados se pueden convertir las proyecciones horizontales de las áreas tributarias a unidades de descarga de mueble de la manera siguiente: para precipitaciones de 25 mm por hora un área de 372 m² se hace equivalente a 256 udm y para los excedentes se debe adicionar una udm por cada 1,5 m². Cuando existe una descarga adicional de tanques reguladores por medio de una bomba se debe tomar su caudal para ser adicionado y al menos cada litro por minuto se puede considerar igual a 2,35 m² de techo. Para otras precipitaciones hacer los ajustes necesarios consultando las referencias especializadas.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

CAPÍTULO 43 - VENTILACIÓN

SECCIÓN 4301
SISTEMAS DE VENTILACIÓN

4301.1 Características.w**4301.2 Ventilación de muebles.** El sistema sanitario debe estar provisto de un sistema de tubería de ventilación que permita la admisión o emisión de aire de manera que el sello de cualquier trampa hidráulica no esté sujeto a un diferencial de presión de aire de más de 25 mm. (1 pulgada) de columna de agua (249 Pa). Cada trampa y artefacto con trampa deben ser ventilados de acuerdo a uno de los métodos de ventilación especificados. El sistema de ventilación no debe ser utilizado para otros propósitos que no sean la ventilación del sistema sanitario.

4301.3 Ventilación de inodoros. Cuando el tubo ventilador sirva para varios inodoros, colocados a distintas alturas, se deben ligar los sifones entre si por medio de un tubo de 38 mm de diámetro que termine en el de ventilación del inodoro más alto. Cuando haya un grupo de inodoros en una sola planta de un edificio conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para los mismos, siempre que el número de éstos no exceda de 5.

4301.4 Diámetros. Cuando se trate de tubos de ventilación directa de cualquier mueble sanitario con excepción del inodoro, el diámetro no debe ser inferior a la mitad del que tiene el conducto de drenaje que ventila y en ningún caso menor de 32 mm.

4301.5 Materiales. Los materiales y métodos utilizados para la construcción e instalación de sistemas de ventilación deben cumplir con las disposiciones aplicables al sistema de drenaje sanitario. La lámina de cobre para planchas de escurrimiento, de la tubería de ventilación, debe ser conforme a **ASTM B 152** y debe pesar no menos de 2.5 kg/m². La lámina de plomo para planchas de escurrimiento, de la tubería de ventilación, debe tener un peso no menor de 12 kg/m² para planchas de escurrimiento prefabricadas.

SECCIÓN 4302
DISEÑO

4302.1 Ventilaciones verticales de bajadas y columnas. El sistema sanitario de toda edificación debe tener al menos una ventilación cuyo diámetro sea superior a la mitad del correspondiente drenaje de la edificación.

Todas las tuberías de albañal deben tener un tubo ventilador al inicio de su recorrido aguas arriba.

Las tuberías de ventilación deben correr sin disminuir su dimensión y lo más recto posible hasta su descarga al aire libre.

Toda columna o bajada de aguas negras, jabonosas o de doble ventilación debe rematarse prolongando su parte más alta con una ventilación o ventilación al aire libre.

Para el diseño de las dimensiones de los tubos de ventilación se debe considerar el número total acumulado de todos lo muebles sanitarios servidos por ese ramal. La longitud a considerar debe ser la del ventilación más largo.

4302.2 Conexión al sistema de desagüe. Toda columna de ventilación debe drenar en su parte inferior al sistema de desagüe al que sirve, se debe ejecutar con métodos aprobados o piezas especiales y por la parte superior de la línea media de la tubería a la que conecta aguas abajo dentro de los 10 diámetros del tubo principal.

Todo núcleo de sanitarios se debe ventilar al menos al inicio aguas arriba de las tuberías horizontales.

4302.3 Terminales de tubo de ventilación. Toda tubería sanitaria de ventilación abierta que se extienda a través del techo, debe ser terminada a no menos de 1,50 m sobre el nivel del techo, excepto cuando el techo vaya a ser utilizado con otro propósito además de la protección contra la intemperie, en estos casos la extensión del ventilación debe ser de no menos de 2,14 m sobre el nivel del techo.

Extensión sobre el techo. Toda extensión de la tubería de ventilación a través de un techo o muro debe ser como mínimo de 76 mm de diámetro. Todo incremento en la ventilación debe hacerse dentro de la estructura a un mínimo de 300 mm debajo del techo o dentro del muro. La junta de cada tubo de ventilación con la línea de techo debe estar sellada herméticamente con una plancha de cobre o plomo o método similar. Cada ventilación vertical o de bajada debe extenderse al exterior de la edificación y terminar al aire libre.

Las terminales de ventilación no deben utilizarse como

mástiles para soportar antenas de televisión o cosas similares, excepto cuando la tubería haya sido anclada de manera aprobada para ese uso.

Ubicación de la terminación del tubo de ventilación. Cada terminación de ventilación abierta para un sistema de drenaje sanitario no debe localizarse directamente debajo de una puerta, ventana de abrir, o cualquier otro paso de aire a la edificación o de una edificación adyacente, y cualquier terminación de ventilación no debe estar a menos de 3 metros medidos horizontalmente de dichas aberturas, excepto que esté por lo menos a 610 mm por encima de la parte superior de las mismas.

Extensión del tubo de ventilación a través del muro. Las terminaciones de ventilación que se extiendan a través de un muro deben terminar como mínimo a 3 metros de la línea de terreno y 3 m sobre el nivel medio del terreno. La terminación de ventilación no debe terminar debajo de una losa que tenga el cielorraso ventilado. Las terminales de ventilación contiguas a un muro deben estar protegidas para impedir que aves y roedores hagan sus nidos bloqueando la abertura. La tubería de ventilación sanitaria debe estar protegida con aislamiento contra el congelamiento, calor o ambos.

4302.4 Conexiones y pendiente. Todas las ventilaciones individuales, en ramal y en circuito deben estar conectadas a una ventilación vertical, ventilación de bajada de admisión de aire o deben ser extendidos al aire libre.

Toda tubería de bajada de ventilación y todos los ramales deben tener la pendiente y las conexiones para drenar hacia la tubería de drenaje por gravedad.

Toda ventilación o ventilación seco conectado a un drenaje horizontal debe conectarse por encima de la línea central de la tubería horizontal de drenaje. Elevación vertical. Toda ventilación seca debe elevarse verticalmente un mínimo de 150 mm por encima del nivel de inundación de la trampa hidráulica más alta o del mueble con trampa que es ventilado a excepción de ventilaciones para interceptores ubicados en el exterior.

La conexión entre la tubería de ventilación y la ventilación vertical o ventilación de bajada debe hacerse al menos 150 mm sobre el nivel de inundación del mueble más alto servido por la ventilación. Los tubos horizontales que forman ramales de ventilaciones de alivio en circuito deben estar por lo menos 150 mm sobre el nivel de inundación del mueble al que sirven.

Donde la tubería de drenaje ha sido instalada en obra negra para futuros muebles, también debe ser conectada a los tubos de ventilación, el tamaño debe ser no menos que una vez y media el diámetro del drenaje instalado en obra negra que debe servir. La conexión debe ser identificada para indicar que es una conexión para ventilación.

4302.5 Ventilación de muebles sanitarios. Cada trampa hidráulica debe tener una ventilación de protección instalada de manera que la pendiente y la longitud desarrollada en el desagüe del mueble, desde el vertedor de la trampa hidráulica a la ventilación de accesorio, estén dentro de los requisitos establecidos en la **Tabla 4302.5**

Una ventilación vertical debe conectarse al sistema de drenaje sanitario o a la base de una bajada. Una ventilación de bajada debe ser una extensión de una bajada de desagüe. Donde la ventilación vertical se conecte al drenaje sanitario de la edificación, la conexión debe ser localizada corriente abajo de la tubería de desagüe y por lo menos a una distancia 10 veces el diámetro de la tubería de drenaje.

El número de muebles sanitarios debe ser la suma de todos los muebles sanitarios en todas las bajadas y la longitud desarrollada debe ser la del ventilación más largo, desde la intersección en la base de la bajada más distante hasta la terminación de la ventilación al aire

Tabla 4302.5 Distancia máxima desde la trampa hidráulica del mueble a la ventilación

DIMENSIÓN DE LA TRAMPA (mm)	DIMENSIÓN DEL DESAGÜE DE MUEBLES (mm)	PENDIENTE (%)	DISTANCIA DE LA TRAMPA (metros)
32	32	2	1
32	38	2	1.5
38	38	2	1.5
38	50	2	1.8
50	50	2	1.8
75	75	1	3.0
100	100	1	3.65

libre, como extensión directa de una bajada.

Cada trampa hidráulica debe tener una ventilación de protección instalada de manera que la pendiente y la longitud desarrollada en el desagüe del mueble, desde el vertedor de la trampa hidráulica a la ventilación de accesorio, estén dentro de los requisitos establecidos en la **Tabla 4302.5.**

La ventilación para drenaje de muebles, excepto cuando sirve a un accesorio con trampa integral, tal como un inodoro, debe conectarse por encima del vertedor de la trampa hidráulica que es ventilada. La ventilación corona no debe ser instalada dentro del espacio de dos diámetros de tubo de la trampa del vertedero.

4302.6 Ventilación individual. Se permite que cada trampa y mueble con trampa hidráulica esté provisto de una ventilación individual, ésta se debe conectar al desagüe del mueble de la trampa hidráulica o al mueble con trampa hidráulica que se ventila.

4302.7 Ventilación común. Se permite que un ventilación individual ventile dos trampas hidráulicas o de mueble como ventilación común. Las trampas hidráulicas o de mueble que son ventiladas por un ventilador común deben ser localizadas en el mismo nivel de piso. Cuando el drenaje de muebles, que reciben una ventilación común, se conecta al mismo nivel, la conexión de la ventilación debe estar en la interconexión del drenaje de mueble o corriente debajo de la interconexión.

Cuando el drenaje de muebles se conecta en diferentes niveles, la ventilación debe conectarse como una extensión vertical del drenaje vertical. La tubería de drenaje vertical que conecta los dos drenajes de muebles debe ser considerada como ventilación para el drenaje del mueble más bajo y debe ser dimensionado de acuerdo con la **Tabla 4302.7.** El mueble superior no debe ser un inodoro.

Tabla 4302.7 Dimensión de la ventilación común

Dimensión de la tubería (mm)	Máxima descarga del drenaje de accesorio superior (dfu)
38	1
20	4
63 a 75	6

4302.8 Tubería húmeda de ventilación. Cualquier combinación de muebles dentro de dos grupos de muebles sanitarios ubicados en el mismo nivel de piso se permite que estén ventilados por medio de tubería húmeda de ventilación. La tubería húmeda de ventilación es el ventilación para los muebles y debe extenderse desde la conexión con el tubo seco de ventilación en la dirección del flujo del tubo de drenaje hasta la conexión con el drenaje del mueble más lejano corriente abajo hasta el ramal horizontal de drenaje. Solamente los accesorios dentro de los grupos de muebles sanitarios deben conectarse al ramal horizontal de la tubería húmeda de ventilación. Cualquier mueble adicional debe descargar corriente abajo de la tubería húmeda de ventilación.

4302.9 Tubería húmeda de ventilación vertical. Se puede permitir que cualquier combinación de muebles sanitarios dentro de dos grupos de muebles sanitarios ubicados en el mismo nivel de piso, sea ventilada por una tubería húmeda de ventilación vertical. La tubería húmeda de ventilación vertical debe extenderse desde la conexión del tubo seco de ventilación por debajo de la más baja conexión de desagüe de artefacto sanitario. Cada artefacto sanitario debe conectarse independientemente a la tubería húmeda de ventilación vertical. Desagües de inodoros deben conectarse al mismo nivel. Otros desagües de muebles sanitarios deben conectarse por encima o al mismo nivel de los desagües del inodoro.

La conexión del tubo seco al tubo húmedo de ventilación debe ser de un ventilación individual o un ventilación común para lavabo, regadera o tina. El tubo seco debe ser dimensionado basándose en el diámetro más grande requerido dentro del sistema húmedo de ventilación servido por el ventilación seco. El tubo húmedo de ventilación debe tener un diámetro mínimo como se especifica en la **Tabla 4302.9** basado en la unidad de desagüe de artefacto al tubo húmedo de ventilación.

Tabla 4302.9 Dimensión del tubo húmedo de ventilación

Dimensión del tubo húmedo de ventilación (mm)	Carga unitaria de desague del mueble (udm)
38	1
50	4
63	6
75	12

4302.10 Ventilación de bajada. Un tubo de ventilación de bajada de evacuación debe considerarse como ventilación para todos los muebles y accesorios que descargan en esa bajada, cuando éstos se instalen conforme a los requisitos de esta sección. La bajada de evacuación debe ser vertical y los desplazamientos, tanto horizontales como verticales no están permitidos. Cada desagüe de mueble debe conectarse independientemente a la bajada de evacuación. La bajada no debe recibir la descarga de inodoros o urinarios.

Se debe proveer un tubo de ventilación para la bajada. El tamaño del tubo de ventilación debe ser igual que el de la bajada. Se pueden permitir desplazamientos en el tubo de ventilación de bajada y deben estar ubicados por lo menos a 152 mm sobre el nivel de inundación del mueble más alto.

La bajada debe ser dimensionada con base en la descarga total de la bajada y la descarga dentro del intervalo de ramal de acuerdo con la Tabla 4302.10 La bajada de evacuación debe tener la misma dimensión en toda su longitud.

Tabla 4302.10. Dimensión de la ventilación de la bajada de evacuación

Dimensión de la bajada (mm)	Máximo número de unidades de desagüe de muebles (udm)	
	Descarga total a un intervalo de ramal	Descarga total para la bajada
38	1	2
50	2	4
63	Sin límite	8
75	Sin límite	24
100	Sin límite	50
150	Sin límite	100

4302.11 Ventilación en circuito. Un máximo de ocho muebles conectados en un ramal sanitario horizontal es permitido para ventilación en circuito. Cada desagüe de mueble debe estar conectado horizontalmente al ramal de sanitario que está ventilado en circuito. El ramal sanitario horizontal debe ser clasificado como ventilación desde la conexión del desagüe del mueble más distante corriente abajo hasta la conexión del desagüe de mueble conectado al ramal horizontal en la posición más distante corriente arriba.

Conexión de la ventilación. Se permite que desagües de ramal sanitario horizontal conectados en ventilación en circuito estén interconectados. Se debe considerar una ventilación en circuito separado por cada grupo con un máximo de ocho muebles cada uno, y debe cumplir con los requisitos de esta sección.

La conexión de una ventilación en circuito debe estar ubicada entre los dos desagües de mueble que se hallen más corriente arriba. La ventilación debe conectarse al ramal horizontal. La ventilación en circuito no debe recibir ninguna descarga de aguas residuales o negras.

La máxima pendiente de la sección de ventilación del ramal sanitario horizontal debe ser de 1 unidad vertical por 12 unidades horizontales (pendientes del 8 por ciento). El largo total de la sección de ventilación del ramal horizontal debe ser dimensionado para la descarga total del desagüe del ramal.

Cada ramal horizontal separado, que forma parte de una ventilación en circuito y que está interconectado, debe ser dimensionado independientemente. El ramal horizontal ventilado en circuito corriente abajo debe ser dimensionado para la descarga total de ese ramal, incluyendo los ramales corriente arriba y los accesorios dentro del ramal.

Se debe instalar una ventilación de alivio para los ramales horizontales de ventilación en circuito que reciben la descarga de cuatro o más inodoros y que están conectados a una bajada de desagüe que recibe la descarga de aguas residuales de ramales horizontales superiores.

La ventilación de alivio debe conectarse al ramal sanitario horizontal entre la bajada y el desagüe de accesorio más lejano corriente debajo de la ventilación en circuito.

Se permite que la ventilación de alivio sea un desagüe de mueble o ramal de mueble para los muebles ubicados dentro del mismo intervalo de ramal que el ramal horizontal que funciona como ventilación en circuito. La máxima descarga a una ventilación de alivio debe ser de cuatro unidades de mueble.

Se permite a los muebles que no están conectados a la ventilación en circuito, descargar al ramal sanitario horizontal y deben ser ventilados individualmente o con una ventilación común.

SECCIÓN 4303
SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACIÓN COMBINADOS

4303.1 Generalidades. Un sistema combinado de desagüe y ventilación no debe servir otros muebles que no sean desagües de piso, fregaderos, lavabos y bebederos y la combinación horizontal de la tubería de desagüe y ventilación. La distancia vertical máxima debe ser de 2438 mm. Los sistemas de desagüe y ventilación combinados no deben recibir la descarga de moledores de desperdicios de comida. La pendiente máxima es de media unidad vertical por 12 unidades horizontales (pendiente del 4 por ciento). La pendiente mínima debe ser conforme la **Tabla 4303.1A.** El sistema debe estar provisto con un tubo seco de ventilación conectado en algún punto dentro del sistema. La ventilación que conecta el sistema combinado de desagüe y ventilación se debe extender verticalmente un mínimo de 152 mm sobre el nivel de inundación del mueble más alto que está siendo ventilado antes de hacer el desvío horizontal. El ramal de mueble o desagüe de mueble debe conectarse al sistema combinado dentro de la distancia especificada en la **Tabla 4303.1B.** La dimensión mínima de la tubería del sistema

combinado de desagüe y ventilación debe ser conforme la **Tabla 4303.1B.**

Tabla 4303.1A Dimensiones y desarrollo longitudinal de ventilaciones de bajadas y de ventilaciones verticales

Diámetro de la bajada sanitaria (mm)	Total de unidades de muebles ventilados (udm)	Máximo desarrollo longitudinal para la ventilación (metros) Diámetro de la ventilación (pulgadas)							
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8
32	2	9.1							
38	8	15.2	45.7						
38	10	9.1	30.5						
50	12	9.1	22.9	61.0					
50	20	7.9	15.2	45.7					
63	42		9.1	30.5	91.4				
75	10		12.8	45.7	109.7	317.0			
75	21		9.8	33.5	82.3	246.9			
75	53		8.2	28.7	70.1	207.3			
75	102		7.6	26.2	64.0	189.0			
100	43			10.7	25.9	76.2	298.7		
100	140			8.2	19.8	61.0	228.6		
100	320			7.0	16.8	51.8	195.1		
100	540			6.4	15.2	45.7	176.8		
150	500					10.1	39.6	304.8	
150	1100					7.9	30.5	237.7	
150	2000					6.7	25.6	201.2	
150	2900					6.1	23.5	182.9	
200	1800						9.4	73.2	286.5
200	3400						7.3	57.9	219.5

Tabla 4303.1B Dimensión de la tubería del sistema de desagüe y ventilación combinados

Dimensión de la bajada (mm)	Máximo número de unidades de desagüe de muebles (udm)	
	Conectados a un ramal sanitario o a una bajada	Conectados al desagüe principal o secundario sanitario de la edificación
20	3	4
63	6	26
75	12	31
100	20	50
150	360	575

4303.2 Ventilación de muebles en islas.
Se permite la ventilación en isla para muebles que no sean fregaderos o lavabos. Para cocinas con fregaderos de uso residencial conectados con la salida para lavaplatos automáticos, trituradores de desperdicios, o ambos, en combinación con la salida del fregadero, debe permitirse su ventilación conforme con esta sección.

La ventilación siempre debe ser conectada al desagüe de muebles del mismo modo que un ventilación individual o común. La ventilación debe subir verticalmente por encima de la salida del desagüe del mueble que está siendo ventilado antes de desviarse horizontalmente o verticalmente hacia abajo. La ventilación o ramal de ventilación para ventilar muebles en isla múltiple, debe extenderse 152 mm por encima del artefacto en isla más alto que es ventilado, antes de conectarse a la ventilación terminal. El punto más bajo del ventilación de los muebles en isla debe ser conectado en toda su dimensión al sistema de desagüe sanitario.

La conexión debe ser a un tubo vertical de desagüe o a la mitad superior de un tubo horizontal de desagüe. Los registros deben ser instalados en el sistema de ventilación de muebles en isla para permitir el varillado, en ambas direcciones, de toda la tubería de ventilación ubicada debajo del nivel de inundación de los muebles.

4303.3 Ventilaciones para bajadas desplazadas. Los desplazamientos horizontales de las bajadas de desagüe deben ser ventilados donde cinco o más intervalos de ramales están ubicados por encima del desplazamiento. El desplazamiento debe ser ventilado mediante el ventilado de la sección superior de las bajadas de desagüe y de la sección inferior de las bajadas.

La sección superior de las bajadas de desagüe debe ventilarse como una bajada separada con una conexión a ventilación vertical, el desplazamiento debe ser considerado como la base de las bajadas. La sección inferior de las bajadas de desagüe debe ventilarse por un yunque de ventilación conectado entre el desplazamiento y el próximo ramal horizontal inferior. Se debe permitir que la conexión del yunque de ventilación sea una extensión vertical de las bajadas de desagüe. La dimensión del yunque de ventilación y la conexión debe ser de la dimensión mínima requerida para la ventilación vertical de las bajadas de desagüe.

4303.4 Dimensiones del tubo de ventilación. El diámetro mínimo requerido para ventilaciones de bajadas y ventilaciones verticales debe ser determinado por el desarrollo longitudinal del tramo y el total de unidades de desagüe de muebles conectados de acuerdo con la Tabla 4303.4A, pero en ningún caso debe ser el diámetro menor que la mitad del diámetro servido, o menor que 32 mm. (1 ¼ pulgadas). El diámetro de ventilaciones individuales, ventilaciones en ramal, ventilaciones en circuito y ventilaciones de alivio deben ser de por lo menos la mitad del diámetro requerido del desagüe servido. La dimensión requerida debe ser determinada de acuerdo con la Tabla 4303.4B. Los tubos de ventilación no deben tener un diámetro menor de 32 mm. (1 ¼ pulgadas). Las ventilaciones que tienen una longitud mayor de tramo de más de 12 m deben aumentarse en una dimensión nominal en toda la longitud del tramo del tubo de ventilación. La longitud desarrollada de un ramal individual, ventilación en circuito o de alivio debe medirse desde el punto más alejado de conexión del ventilación al sistema de desagüe sanitario, al punto de conexión con la ventilación vertical, ventilación de bajadas o terminación exterior de la edificación.

Cuando las ventilaciones de ramales múltiples son conectadas a un ramal de ventilación común, éste debe ser dimensionado con base en la dimensión del

Tabla 4303.4A Dimensiones y desarrollo longitudinal de ventilaciones de bajadas y de ventilaciones verticales

Diámetro de la bajada sanitaria (mm)	Total de unidades de mueble ventiladas (udm)	Máximo desarrollo longitudinal para la ventilación (metros) Diámetro de ventilación (pulgadas)								
		1 ¼	1½	2	2 ½	3	4	6	8	10
32	2	9.1								
38	8	15.2	45.7							
38	10	9.1	30.5							
50	12	9.1	22.9	61.0						
50	20	7.9	15.2	45.7						
63	42		9.1	30.5	91.4					
75	10		12.8	45.7	109.7	317.0				
75	21		9.8	33.5	82.3	246.9				
75	53		8.2	28.7	70.1	207.3				
75	102		7.6	26.2	64.0	189.0				
100	43			10.7	25.9	76.2	298.7			
100	140			8.2	19.8	61.0	228.6			
100	320			7.0	16.8	51.8	195.1			
100	540			6.4	15.2	45.7	176.8			
150	500					10.1	39.6	304.8		
150	1100					7.9	30.5	237.7		

150	2000					6.7	25.6	201.2		
150	2900					6.1	23.5	182.9		
200	1800						9.4	73.2	286.5	
200	3400						7.3	57.9	219.5	
200	5600								185.9	
200	7600								170.7	
250	4000								94.5	292.6
250	7200								73.2	225.6
250	11000								61.0	192.0
250	15000								54.9	173.7

ramal horizontal de desagüe común que es requerido para servir el total de la carga de la unidad de desagüe de muebles (udm) que está siendo ventilada.

Las ventilaciones de ramales múltiples que exceden 12 m de longitud desarrollada deben aumentarse por tamaño nominal para toda la longitud desarrollada de la tubería de ventilación.

Los tubos de desagüe por debajo del nivel de la red de alcantarillado municipal deben ventilarse de manera similar al del sistema por gravedad. Las dimensiones de las ventilaciones de cárcamos de bombeo se determinan de acuerdo a la **Tabla 4303.4B.** La ventilación de alivio de aire a presión de un eyector de residuos neumático debe ser conectado a un ventilación vertical independiente con terminación como la requerida para las ventilaciones que se extiendan a través del techo, el diámetro no debe ser menor de 1 ¼ de pulgada.

Tabla 4303.4B Dimensión y longitud desarrollada de ventilaciones de cárcamos.

Capacidad de la bomba eyectora (lpm)	Máxima longitud desarrollada de la ventilación (metros)					
	Diámetro de la ventilación (pulgadas)					
	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4
37.9	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite
75.7	82.3	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite
151.4	21.95	48.77	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite
227.1	9.45	22.86	82.30	Sin límite	Sin límite	Sin límite
302.8	4.88	12.50	45.72	115.82	Sin límite	Sin límite
378.5	3.05	7.62	29.57	76.20	Sin límite	Sin límite
567.8	No permitido	3.05	13.41	33.53	112.78	Sin límite
757.1	No permitido	No permitido	6.10	18.29	64.01	Sin límite
946.4	No permitido	No permitido	3.05	10.97	40.23	Sin límite
1135.6	No permitido	No permitido	3.05	6.71	26.82	115.82
1514.2	No permitido	No permitido	No permitido	3.05	13.41	64.01
1892.7	No permitido	No permitido	No permitido	No permitido	7.32	39.62

PARTE 9
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

9

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

CAPÍTULO 44 - REQUERIMIENTOS GENERALES

SECCIÓN 4401
CONSIDERACIONES GENERALES

4401.1 Alcance. Los siguientes capítulos cubren los requisitos para instalaciones eléctricas definiendo los equipos, componentes internos - externos en vivienda unifamiliar o multifamiliar de hasta cinco niveles. Los elementos de las instalaciones a que se refiere este código están limitados a las siguientes características 120/240 voltios, 0 a 400 amperes, en sistemas monofásicos.

Estos capítulos cubren específicamente las características y requisitos de la acometida, los circuitos, los métodos de cableado y canalización, las salidas y alimentadores y los sistemas de instalación para telefonía y comunicación.

4401.2. Aplicación. Aplican las disposiciones administrativas del Capítulo 1 y lo dispuesto en los **Capítulos 44 a 48.** Los sistemas eléctricos, los equipos o los componentes no especificados o cubiertos en estos capítulos deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** además de los capítulos referidos en este Código.

4401.3 Normatividad. Los sistemas de tuberías, ductos, conductores, dispositivos y equipos, instalados en un edificio para la alimentación y distribución de energía eléctrica, deben ajustarse a los lineamientos que estipule el proyecto ejecutivo con apego a las especificaciones que establecen la normatividad y las demás disposiciones aplicables, para su efectivo comportamiento una vez que estén en funcionamiento, en particular los ductos, tuberías conduit y sus conexiones, las cajas y registros, los conductores eléctricos, sus empalmes y terminales los centros de carga, los interruptores termomagnéticos, los interruptores de navajas, los controles, y arrancadores, los accesorios diversos, las unidades de alumbrado, las acometidas y subestaciones.

4401.4 Instalación. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. Si se utilizan tapas o placas metálicas en cajas o cajas de paso no metálicas éstas deben introducirse como mínimo 6 mm por debajo de la superficie externa de las cajas.

Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canales auxiliares, gabinetes, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección.

El espacio de trabajo en los tableros eléctricos no debe ser menor que 0.80 m de ancho y dicho espacio de trabajo debe estar libre, extenderse desde el piso hasta la altura de 2.30 m.

4401.5 Protección de la estructura del edificio. Los elementos estructurales no deben ser perforados, cortados o modificados.

Las instalaciones eléctricas en los espacios vacíos, montantes y conductos de ventilación o manipulación de aire deben hacerse de modo que no aumente la posible propagación del fuego o productos de conducción. La penetración de instalaciones eléctricas a través de muros, particiones, pisos o cielorrasos clasificados como resistentes al fuego debe ser protegida por los métodos aprobados que permitan mantener a los elementos atravesados en su clasificación de ignífugos.

4401.6 Ubicación y espacios libres de las viviendas. Distancias de las construcciones a conductores de no más de 600 V nominales.

4401.6.1 Sobre los techados. Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no inferior a 2.45 m por encima de la superficie de los techados. La distancia vertical sobre el nivel del techado se debe mantener a una distancia no inferior a 1.00 m del borde del techado en todas las direcciones.

Excepción 1: La zona por encima de la superficie de un techado por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del techado.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techado tenga una pendiente mayor a 0.1 m por cada 0.3 m., se permite una reducción de la distancia a 1.00 m.

Excepción 3: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, se permite una

reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techado a no menos de 0.46 m si (1) los conductores no pasan a más de 1.80 m. y de 1.20 m en horizontal sobre la parte saliente del techado y (2) terminan en una canalización que atraviese el techado o en un apoyo aprobado.

Excepción 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 1.00 m desde el borde del techado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando éste está unido a un lateral del edificio.

4401.6.2 Con respecto a estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal a los anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, depósitos y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser inferior a 1.00 m.

4401.6.3 Distancia horizontal. La distancia horizontal no debe ser inferior a 1.00 m.

4401.6.4 Tramos finales. Se permite sujetar al edificio los tramos finales de los cables de los circuitos alimentadores o de los circuitos derivados al edificio que suministran o desde el que toman la energía, pero deben mantenerse a no menos de 1.00 m de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de 1.00 m exigido anteriormente.

No se deben instalar conductores aéreos de circuitos alimentadores o derivados detrás de claros a través de los que se puedan pasar materiales, como los claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar cuando obstruyan la entrada a esos claros.

4401.6.5 Zonas para escaleras de incendios. En las construcciones de más de tres plantas o de 15.00 m de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de 1.80 m de ancho como mínimo, junto al edificio o que comience a no más de 2.44 m del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

4401.7 Ubicación y espacios libres de equipos. La dimensión del espacio de trabajo en la dirección de acceso para los tableros de control y a las partes en tensión que es probable que requieran examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén con energía, no debe ser menor de 0.92 m en profundidad. Las distancias deben ser medidas desde las partes con energía al frente de cierre.

Se debe destinar directamente sobre un tablero de control un espacio exclusivo que se extiende desde el tablero de control a la estructura de cielorraso o a una altura de 1.83 m sobre el tablero eléctrico

Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo, con excepción de lo que exija o permita la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización) vigente.**

4401.7.1 Distancias de trabajo. La medida del espacio de trabajo en dirección al acceso a las partes vivas que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que puedan requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 4401.7.1. Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente, si están encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o azulejo se deben considerar conectadas a tierra.

Además de las dimensiones expresadas en la **Tabla 4401.7.1** el espacio de trabajo no debe ser inferior a 80 cm. de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la altura exigida por esta sección. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90º las puertas o paneles abisagrados del equipo. Dentro de los requisitos de altura de esta sección, se permite equipo de la misma profundidad.

Tabla 4401.7.1 Distancias de trabajo

Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0,90	0,90	0,90
151-600	0,90	1,1	1,20

Las condiciones son las siguientes:
1. Partes vivas expuestas en un lado y no-vivas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se deben considerar partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Excepción 1: No se requiere espacio de trabajo

en la parte posterior de conjuntos como tableros de distribución de fuerza de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes reemplazables o ajustables como fusibles o desconectadores en su parte posterior y donde todas las conexiones estén accesibles desde lugares que no son la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 0.76 m en horizontal.

Excepción 2: Con permiso especial, se permiten espacios más pequeños si todas las partes no aisladas están a una tensión eléctrica inferior a 30 V rcm, 42 V de pico o 60 V c.c.

Excepción 3: En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, se debe dejar un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre tableros de distribución de fuerza de frente muerto, gabinetes de alumbrado o centros de control de motores situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abra al mismo tiempo el equipo a ambos lados del pasillo y que el mantenimiento de la instalación sea efectuado por personas calificadas.

4401.7.2 Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por esta sección no se debe utilizar como almacén. Cuando las partes energizadas normalmente cerradas se exponen para su inspección o servicio, el espacio de trabajo, en un paso o espacio general, debe estar debidamente protegido.

4401.7.3 Acceso y entrada al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de ancho suficiente que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

Para equipo de 1200 A nominales o más y de más de 1.80 m. de ancho, que contenga dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe tener una entrada de no menos de 61 cm. de ancho y de 2.00 m. de alto en cada extremo del local.

Excepción 1: Si el lugar permite una circulación continua y libre, se permite una salida únicamente.

4401.7.4 Iluminación. Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores instalados interiormente. No deben ser necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. En los cuartos de equipo eléctrico, la iluminación no debe estar controlada exclusivamente por medios automáticos.

4401.7.5 Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores debe ser de 2.00 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2.00 m. de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.

Excepción: El equipo de acometida o los paneles de alumbrado en unidades de vivienda existentes que no superen 200 A.

4401.8 Conductores eléctricos y conexiones.

Los requisitos mostrados solamente se aplican para los conductores y conexiones que forman parte de la instalación eléctrica de la vivienda.

4401.8.1 Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica deben ser de cobre, si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.

4401.8.1.1 Tamaño nominal de los conductores. Los tamaños nominales de los conductores se expresan en mm2 y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en circular mils. La dimensión mínima de los conductores para los circuitos de alimentación y los circuitos derivados debe ser de cobre No. 14 y de aluminio del No. 12. La dimensión mínima de los conductores de acometida debe estar de acuerdo al tema de acometidas.
NOTA: 1 mil = 1 milésima de pulgada = 25,4 micras. 1 cmil= 1/1973,5 mm2

Conductores trenzados. Cuando sean instalados en conductos eléctricos, los conductores de dimensión No 8 y más grandes deben ser trenzados.

4401.8.1.2 Aislamiento individual del conector. Los conductores portadores de corriente deben ser aislados. Los aislamientos deben ser aprobados para su uso.

4401.8.1.3 Integridad del aislamiento. Todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y de conexiones a tierra distintas de las necesarias o permitidas.

4401.8.1.4 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado reconocidos se permiten instalar

en cualquier tipo de edificio o estructura.

4401.8.1.5 Conductores en paralelo. Los conductores de circuitos que están eléctricamente conectados en cada extremo para formar un solo conductor deben estar limitados a los tamaños No 1/0 y mayores. Los conductores en paralelo deben ser de la misma longitud, del mismo material conductor, de la misma área circular y del mismo tipo de aislamiento. Los conductores en paralelo deben ser terminados de manera semejante. Donde funcionen en conductos eléctricos o cables separados, el conducto eléctrico o lo cables deben tener las mismas características físicas.

4401.8.1.6 Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, donde sean utilizados, el conductor a tierra y todos los conductores a tierra de equipos deben estar contenidos dentro del mismo conducto eléctrico, cable o cordón.

4401.8.1.7 Agentes dañinos. No se deben instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados; ni donde estén expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto dañino sobre los conductores o equipos; ni expuestos a temperaturas excesivas, a menos que estén identificados para usarlos en entornos operativos con estas características.

4401.8.2 Conexiones eléctricas. Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

NOTA: En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete máximo.

4401.8.2.1 Terminales. La conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes terminales flexibles.

Excepción: Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de 5,26 mm2 (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar así identificadas.

4401.8.2.2 Empalmes. Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.
Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados para ese uso.

4401.8.2.3 Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su capacidad de conducción de corriente, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura de operación de cualquier elemento del sistema que tenga la menor temperatura de operación, como conectadores, otros conductores o dispositivos. Se permite el uso de los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales mediante ajuste o corrección de su capacidad de conducción de corriente o ambas.

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 A nominales o menos o identificadas para conductores de tamaño nominal 2,082 a 42,41 mm2 (14 a 1 AWG), deben utilizarse para conductores con temperatura de operación del aislamiento máxima de 60 °C.

Excepción 1: Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 60 °C , según el tamaño nominal de los conductores usados.

Excepción 2: Se permite el uso de equipos con conductores en sus terminales de la mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarse a la capacidad de estos conductores.

b. Las terminales de equipo para circuitos de más de 100 A nominales o identificadas para conductores mayores de 42,41 mm2 (1 AWG),

deben utilizarse solamente para conductores con temperatura nominal de operación del aislamiento máxima de 75 °C.

Excepción 1: Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 75 °C, según el tamaño nominal de los conductores empleados.

Excepción 2: Se permite el uso de equipos con conductores, en sus terminales, de mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarse a la capacidad de estos conductores.

c. La capacidad de conducción de corriente de los conductores sobre los que se apliquen conectadores a presión, no deben exceder la capacidad de conducción de corriente a la temperatura nominal del conectador.

NOTA: La información que aparezca en el equipo puede restringir adicionalmente el tamaño nominal y la temperatura de operación de los conductores conectados.

Dispositivos de conexiones. La continuidad del conductor conectado a tierra en circuitos derivados de varios conductores no debe depender de la conexión a los dispositivos tales como bases y portalámparas. La continuidad de los conductores a tierra de equipo no debe depender de las conexiones en ningún tipo de circuito derivado.

Longitud del conductor para el empalme o terminación. Cuando los conductores sean empalmados, terminados o conectados a accesorios o dispositivos, se debe proporcionar una longitud mínima de 150 mm de conductor libre en cada toma de corriente, empalme o punto de interruptor. La longitud requerida debe ser medida desde el punto en la caja donde el conductor emerge del conducto eléctrico o de la envoltura del cable. Donde la abertura a una toma de corriente, a un empalme, o a un punto interruptor esté a menos de 200 mm en cualquier dimensión, cada conductor debe estar por lo menos 75 mm fuera de tal abertura.

4401.9 NOM.001.SEDE. Se debe normar con base en los siguientes aspectos de la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización).**

4401.9.1 Requisitos de las instalaciones eléctricas. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

110 Requisitos de las instalaciones eléctricas.
110- 2 Aprobación.
110- 3 Instalación y uso de equipos.
110- 4 Tensiones eléctricas.
110- 6 Designación (tamaño) de los conductores.
110- 7 Integridad de aislamiento.
110- 12 Ejecución mecánica de los trabajos.
110-14 Conexiones eléctricas.
110-16 Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (600 V nominales o menos).

4401.9.2 Puesta a tierra. Se deben conectar a tierra las partes metálicas no conductoras de equipo que se indican:

A. Las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.

B. Todos los envolventes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.

C. Cualquier canalización metálica o envolvente por los que se lleve un conductor. Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y envolventes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

El calibre del conductor de tierra debe ser seleccionado de acuerdo con la **TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos de la NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización).**

4401.9.3 Puesta a tierra. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

250 - 5 Sistemas y circuitos de c. a. que deben ser puestos a tierra.
250 - 43 Equipo fijo o conectado de forma permanente específico.
250 - 71 Equipo de la acometida.
250 - 83 Electrodos especialmente construidos.
250 - 95 Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo.

PARTE 9

INSTALACIONES ELECTRICAS

CAPÍTULO 45 - REQUERIMIENTOS DE LOS CIRCUITOS Y DE LA FUENTE

SECCIÓN 4501
IDENTIFICACIÓN DE LAS TERMINALES

4501.1 Medios de identificación de las terminales. La identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, se permite que las terminales de los conductores puestos a tierra estén identificadas permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

4501.2 Identificación de las terminales.

4501.2.1 Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación.

Excepción 1: Cuando la conexión eléctrica de una terminal proyectada para conectarla al conductor puesto a tierra, sea claramente evidente.

Excepción 2: Las terminales de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados de iluminación y aparatos eléctricos.

Excepción 3: Los dispositivos con capacidad nominal de más de 30 A, excepto las clavijas de conexión con polaridad y las bases de toma de corriente con polaridad para aparatos eléctricos.

4501.2.2 Bases y clavijas de toma de corriente y conectadores. En las bases de toma de corriente, clavijas de aparatos eléctricos con polaridad y conectadores de cordones para toma de corriente con polaridad, debe identificarse la terminal destinada para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco o gris claro).

La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color blanco o con la palabra "blanco" o la letra "B" situada cerca de la terminal identificada.

Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión se debe pintar de blanco o marcar con la palabra "blanco" o la letra "B"

Excepción: No es necesario identificar las terminales de las tomas de corriente para aparatos eléctricos de dos conductores sin polaridad.

4501.3 Identificación de los conductores no-puestos a tierra. Cuando haya en un edificio más de un sistema de tensión eléctrica, cada conductor de fase de cada sistema debe estar identificado por fase y por sistema.

El medio de identificación se debe colocar permanentemente en cada panel de alumbrado y control de cada circuito derivado.

NOTA: El medio de identificación de cada conductor de fase del sistema, siempre que sea accesible, puede ser a través de un código de colores independiente, cinta de marcar, etiqueta u otro medio eficaz. En cuanto a las marcas de los circuitos activo.

4501.3.1 Códigos de colores de los circuitos derivados

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris claro. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, debe tener forro exterior de color blanco o gris claro. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deben tener forro exterior de color blanco con una tira de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o por cualquier otro medio de identificación.

Excepción 1: El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.

b) Conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, se debe identificar por un color verde continuo solamente o con una o más franjas amarillas, excepto si está desnudo.

4501.4 Cálculo de circuitos derivados, alimentadores y acometidas. La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la suma de la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125 % de la carga continua.

SECCIÓN 4502
ACOMETIDAS

4502.1 Acometidas. Se debe proporcionar sólo una acometida por vivienda. Los conductores que suministran a una edificación no deben atravesar el interior de otra edificación. No deben instalarse otros conductores que no sean conductores de acometida en el mismo conducto eléctrico o cable de acometida.

4502.2 Alcance. Este artículo cubre a los conductores y equipos de acometida, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

4502.3 Número de acometidas. Un edificio u otra estructura a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

Excepción 1: Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.

Excepción 2: Para sistemas eléctricos de emergencia, de reserva legalmente obligatorios, de reserva opcionales o sistemas generadores en paralelo, que requieran una acometida independiente.

Excepción 3: Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:

a. Cuando se requiera una capacidad de más de 2000 A, a una tensión eléctrica de alimentación de 600 V o menos; o

b. Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida, o

c. por permiso especial.

Excepción 4: Edificios de gran superficie. Por permiso especial, en un solo edificio u otra estructura suficientemente grande como para necesitar dos o más acometidas.

Excepción 5: Para distintas características, por ejemplo distintas tensiones eléctricas, frecuencias o fases o para distintos usos, por ejemplo distintas tarifas.

Excepción 6: Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse edificios separados, y por lo tanto, abastecerse con diferentes acometidas.

4502.4 Identificación. Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida, identificando todas las demás acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos.

Un edificio u otra estructura no debe estar alimentado desde otro. Los conductores de acometida de un edificio u otra estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

4502.4.1 Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias: (1) si están instalados no menos de 50 mm de concreto por debajo del inmueble u otra estructura; (2) si están instalados en un edificio u otra estructura en una cana¬lización empotrada en no menos de 50 mm de concreto o tabique, o (3) si están instalados en una bóveda de transformadores.

4502.4.2 Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni en el cable que los de la acometida.

Excepción 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción 2: Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

4502.4.3 Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entra desde un sistema de distribución subterránea. También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento, blindaje u otros componentes.

4502.4.4 Separación con puertas, ventanas y similares. Los conductores de acometida instalados como conductores expuestos o cables multiconductores sin cubierta exterior, deben tener una separación mínima de 91.5 cm de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasen por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 91.5 cm exigidos anteriormente.

No se deben instalar conductores de acometida aérea por abajo de claros a través de los que puedan pasar materiales, como claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

4502.5. Conductores de acometida aérea. A los conductores de acometida aérea hasta un inmueble o a otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o un medio de desconexión, se les debe considerar como acometida aérea y ser instalados como tal.

4502.5.1 Aislamiento o cubierta. Los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y a otras condiciones de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un termoplástico extruido o con un aislante termo fijo.

Excepción: Está permitido que el conductor de tierra de un cable multiconductor esté desnudo.

4502.5.2 Tamaño y capacidad nominal del conductor

4502.5.2.1 Disposiciones generales. Los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada calculada y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

4502.5.2.2 Tamaño nominal mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor a 8,367 mm2 (8 AWG) si son de cobre o a 13,3 mm2 (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: En instalaciones que tengan únicamente cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser menores a 3,307 mm2 (12 AWG) de cobre.

4502.5.2.3 Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor al requerido.

4502.5.3 Separaciones o "claros". Las separaciones verticales de todos los conductores de una acometida aérea se deben basar en una temperatura del conductor de 20 °C, sin viento y con remate en el conductor o en el cable.

Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600 V nominales, deben cumplir las siguientes condiciones:

4502.5.3.1 Sobre los techos de los inmuebles. Los conductores deben tener una separación vertical no menor a 2,45 m por encima de la superficie de los techos. La separación vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no menor a 1.0 m del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: El área por encima de la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener una separación vertical desde la superficie del techo.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techo tenga una pendiente no menor a 1/3 se permite una reducción de la separación a 1 m.

Excepción 3: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, la separación del techo puede reducirse hasta en 0,5 m, si: (1) los conductores de la acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no mayor a 1,20 m y la parte menor de la acometida a 1,85 m, y (2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

Excepción 4: Los requisitos de mantener una separación vertical de 1 m de la orilla del techo, no deben aplicarse al remate del conductor donde la acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.

4502.5.3.2 Separación vertical del piso. Los conductores de acometida aérea de no más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

a. 3.00 m a la entrada de la acometida eléctrica a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra.

b. 3,60 m sobre inmuebles residenciales y sus accesos, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 V a tierra.

c. 4,5 m en las zonas de 3,6 m, cuando la tensión eléctrica supere 300 V a tierra.

d. 5,5 m sobre la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.

4502.5.4 Punto de fijación. El punto de fijación de los conductores de acometida aérea a un inmueble

u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada anteriormente. En ningún caso, este punto de fijación debe estar a menos de 3 m del piso terminado.

4502.5.5 Medios de fijación. Los cables multiconductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios o herrajes aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben fijarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no combustibles ni absorbentes, sólidamente fijados al inmueble o estructura.

4502.5.6 Mástiles de acometida como soporte. Cuando se utilice un mástil de acometida como soporte de los conductores de acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o por alambres de retención que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida. Cuando los mástiles que se utilizan sean de tipo canalización, todos los accesorios deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deben estar sujetos a un poste de acometida.

4502.5.7 Soportes sobre los inmuebles. Los conductores de acometida aérea que pasen sobre un techo, deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben estar independientes del inmueble.

4502.6 Acometidas subterráneas

4502.6.1 Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

a. Un conductor de cobre desnudo en una canalización.

b. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.

c. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.

d. Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización enterrada.

SECCIÓN 4503
REQUISITOS DEL CIRCUITO DERIVADO DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN

4503.1 NOM.001.SEDE. Deben normarse los circuitos derivados con base en los aspectos del **CAPITULO 2** de la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** o su equivalente vigente.

4503.1.1 Circuitos derivados. Los conductores deben ser identificados fácilmente en el color de su aislamiento, el cual debe ser:

A. Conductor puesto a tierra (Neutro) .- Blanco o gris claro.

B. Conductor de tierrafísica.- Desnudo, verde, verde con franja amarilla.

C. Conductor de fase.- Cualquier color menos los descritos anteriormente.

Todos los receptáculos en instalaciones monofásicas, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

A. Los de los cuartos de baño.

B. Los de las cocheras y partes de las construcciones sin terminar situadas a nivel del piso, que se utilicen como zonas de almacén o de trabajo.

C. Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados en la superficie del mueble de cocina.

D. Fregaderos. Cuando los receptáculos estén instalados para servir aparatos eléctricos situados en las barras y situados a menos de 1,8 m.

E. En exteriores.

F. Sótanos sin acabados, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.

4503.1.2 Circuitos derivados. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

210- 5 Identificación de los circuitos derivados.
210 - 8 Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra.
210-19 Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos.

SECCIÓN 4601
CABLEADO

4601.1 Medios de identificación de los conductores puestos a tierra.

4601.1.1 Tamaño nominal 13.3mm2 (6 AWG) o inferior. Un conductor puesto a tierra aislado de tamaño nominal 13.3 mm2 (6 AWG) o inferior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud.

Excepción 1: Los cables de varios conductores aislados con tela barnizada.

Excepción 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

Excepción 3: El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral, se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.

Excepción 4: Un cable con un solo conductor resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una clara marca blanca en todos sus extremos.

Para cables aéreos, la identificación se debe hacer como se indica anteriormente o por medio de una marca situada en el exterior del cable y que lo identifique.

Se debe considerar que cumplen lo establecido en esta sección los cables de cubierta exterior que presenten un color blanco o gris claro, con hilos de color en su blindaje que permitan identificar su origen o fabricante.

4601.1.2 Tamaños nominales superiores a 13.3mm2 (6 AWG). Un conductor aislado y puesto a tierra de 13,3 mm2 (6 AWG) o superior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud, o una marca clara blanca en sus extremos en el momento de la instalación. Está permitido que los cables planos multiconductores de 21.15 mm2 (4 AWG) o mayores, lleven una marca por encima del conductor puesto a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

4601.1.3 Cordones flexibles. Un conductor aislado que se usa como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, se debe identificar mediante un forro externo blanco o gris claro o por los métodos permitidos en 400-22.

4601.1.4 Conductores de distintas instalaciones puestos a tierra. Cuando se instalen en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, conductores de diferentes sistemas, el conductor puesto a tierra del sistema, en caso de ser necesario, debe tener el forro exterior. Cada conductor puesto a tierra de otro sistema, en caso de ser necesario, debe tener un forro exterior blanco con una tira de distinto color (menos verde) claramente distinguible, que vaya a lo largo de todo el aislamiento, o mediante otro medio de identificación que distinga cada conductor puesto a tierra del sistema.

4601.1.5 Uso del color blanco o gris claro. Sólo se debe utilizar un forro continuo blanco o gris claro en un conductor, o una marca de color blanco o gris claro en un extremo para identificar el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris claro como conductor no puesto a tierra, cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en sus extremos y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.

Excepción 2: Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris claro en curvas de interruptores unipolares de tres o cuatro vías, cuando el conductor blanco o gris

claro se use para alimentar al interruptor, pero no como conductor de retorno desde el interruptor a la salida que alimenta. En estas aplicaciones no es necesario identificar el conductor blanco o gris claro.

Excepción 3: Se permite un cordón flexible para conectar un aparato eléctrico que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris claro, tanto si la toma de corriente a la que se encuentra conectado por un circuito con conductor puesto a tierra como si no lo está.

Excepción 4: Sólo si se requiere un conductor puesto a tierra blanco o gris claro en circuitos de menos de 50 V.

4601.2 NOM.001.SEDE. Deben normarse los conductos y sus canalizaciones con base en los siguientes aspectos de la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** en el CAPITULO 4 o su equivalente vigente

4601.2.1 Conductores para alambrado en general. Se deben instalar conductores que sean no sólo auto extinguibles sino de baja emisión de humos.

Se debe escoger el conductor de acuerdo no sólo con la ampacidad requerida sino que no tengan una pérdida mayor de 5 % en todo el recorrido desde el punto de acometida hasta la carga más alejada.

El conductor debe tener aislamiento que el fabricante lo garantice para 600 V como mínimo.

4601.2.2 Conductores para alambrado en general. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

310 – 4 Conductores en paralelo.
310 – 5 Tamaño nominal mínimo de los conductores.
310 – 15 Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

4601.2.3 Tuberia. Está permitido el uso de tubo (conduit) no metálico en los siguientes casos:

A. En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.

B. En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daño físico.

C. En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

D. En edificios que superen tres pisos sobre el nivel de la calle, el tubo (conduit) no metálico debe ir oculto en paredes, pisos y techos cuando cuenten con un acabado como barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego. Este acabado de barrera térmica puede utilizarse en paredes, pisos y techos combustibles y no combustibles.

No se debe usar el tubo (conduit) no metálico en:

A. En áreas peligrosas (clasificadas).

B. Como soporte de aparatos y otro equipo.

C. Cuando esté sometido a temperatura ambiente que supere aquélla para la que el tubo (conduit) está aprobada. (La temperatura ambiente del tubo (conduit) de PVC se limita a 50° C.)

D. Directamente enterrados.

E. Para tensiones eléctricas superiores a 600 V.

F. Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén aprobadas e identificadas como "resistentes a la luz del sol".

Todas las uniones entre tubos (conduit) y entre tubo (conduit) y acoplamientos, cajas y accesorios, deben hacerse con uniones prefabricadas.

Los soportes de tubo (conduit) deben hacerse a una distancia máxima según se indica en la tabla siguiente.

Tamaño o Designación mm (pulg)	Separación máxima entre soportes (metros)
16 (1/2)	1,0
21 (3/4)	1,0
27 (1)	1,0
35 (1-1/4)	1,5
41 (1-1/2)	1,5
53 (2)	1,5
63 (2-1/2)	1,8
78 (3)	1,8
91 (3-1/2)	2,1
103 (4)	2,1

A. Cuando tienen una trayectoria a través de un orificio en la pared, techos estructurales, techos suspendidos o techos inclinados o pisos.

B. Cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares.

C. Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio.

Excepción: Se permite que un cable o cordón flexible tenga una conexión en la superficie de un edificio para una toma de tensión eléctrica

adecuada. La longitud del cable o del cordón desde la terminación de la toma no debe ser superior a 1,80 m. Ver 364-8(a)

D. Cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio.

E. Cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta Norma.

4601.2.4 Canalizaciones superficiales. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

318 - 3 Usos permitidos.
318 - 4 Usos no permitidos.
318 - 5 Especificaciones de construcción.
318 - 6 Usos permitidos.

4601.2.5 Tuberías. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

331- 3 Usos permitidos.
331- 4 Usos no permitidos.
332-1 Definición.
332-3 Usos permitidos.
332-4 Usos no permitidos.
332-14 Marcado.
345-1 Definición.
345-3 Usos permitidos.
345-12 Soportes.
347- 2 Usos permitidos.
347- 6 Uniones.
347- 8 Soportes.

4601.2.6 Cajas para jalado de cables y empalmes. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

370- 4 Cajas metálicas.
370-18 Aberturas no utilizadas.
370- 20 En paredes o techos.
370- 25 Tapas sencillas y ornamentales.
370- 27 Cajas de salida.
370 - 29 Cajas de paso, cajas de empalmes, de derivación y de salida accesibles.

4601.2.7 Cordones flexibles. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

400 - 3 Uso.
400 - 7 Usos permitidos.
400 - 8 Usos no permitidos.

INSTALACIONES ELECTRICAS

CAPÍTULO 47 - DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA

SECCIÓN 4701
SALIDAS

4701.1 Salidas necesarias

4701.1.1 Disposiciones generales. Se deben instalar salidas toma corriente como se especifica en los siguientes apartados.

a) Cordón colgante. Un conectador de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se debe considerar como salida para receptáculo.

b) Conexiones de cordón. Se debe instalar una salida para receptáculo siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se debe permitir suprimir los receptáculos para dichos cordones.

c) Salidas para aparatos eléctricos. Las salidas para receptáculos instaladas en una vivienda con aparatos eléctricos específicos, tales como lavadoras, deben instalarse a menos de 1,8 m del lugar definido para colocar el aparato eléctrico.

4701.2 Salidas para receptáculos en unidades de vivienda

a) Disposiciones generales. Con objeto de reducir el uso de cordones a través de puertas, chimeneas y aberturas similares, en cada cocina, sala de estar, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, se deben instalar salidas para receptáculos de modo que cubran las necesidades particulares de cada local, independientemente de satisfacer lo que para el efecto señalen otras disposiciones normativas o reglamenta¬rias expedidas por las autoridades rectoras en materia de construcciones.

b) Pequeños aparatos eléctricos. Deben instalarse, por lo menos, dos circuitos derivados de 20 A para los receptáculos ubicados en la cocina, desayunador, comedor, sala o áreas similares en las unidades de vivienda (incluyendo el cuarto de lavado de ropa y el equipo de refrigeración en cocinas), a los cuales probablemente se conecten aparatos eléctricos mayores a 3 A. Estos circuitos no deben alimentar a otras salidas que no sean los receptáculos mencionados.

c) Receptáculos mostradores. En las cocinas, baños y comedores de las unidades de vivienda los receptáculos no se deben instalar con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo o en barras de los lavabos de los cuartos de baño.

d) Sótanos y cocheras. En las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera adyacentes y en las cocheras independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida para receptáculo, además de la prevista para la lavadora.

e) Áreas de lavado. En unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo para lavadora.

Excepción: En viviendas multifamiliares con áreas de lavado o en donde se permitan áreas de lavado.

4701.3 Salidas requeridas para alumbrado. Las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica en (a), (b) y (c) siguientes.

a) Unidad o unidades de vivienda. En cada cuarto habitable, baño, vestíbulo, escalera, cochera independiente y entrada o salida exteriores, se deben instalar salidas para alumbrado en cantidad suficiente para cubrir las necesidades particulares de cada local.

Las salidas para alumbrado deben estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instalados dentro del mismo lugar que controlan.

Excepción 1: En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en los cuales es frecuente instalar uno o más interruptores de pared para controlar las salidas de alumbrado, se pueden sustituir éstas, con cualquier otro dispositivo que permita un control automático de las condiciones de iluminación de la habitación. En vestíbulos, escaleras, y accesos al exterior, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

Tabla 4701.3. A. Carga máxima a un receptáculo para aparatos eléctricos con cordón y clavija

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible de la base (A)	Carga máxima (A)
15 o 20 20 30	15 20 30	12 16 24

Tabla 4701.3.B. Capacidad de conducción de corriente admisible de receptáculos en circuitos de diversa capacidad.

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo (A)
15 20 30 40 50	No más de 15 15 ó 20 30 40 ó 50 50

Tabla 4701.3.C. Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño nominal mínimo mm2-AWG): Conductores del circuito* Derivaciones Cables y cordones de aparatos eléctricos	2,082(14) 2,082(14)	3,3(12) 2,082(14)	5,26(10) 2,082(14)	3,36(8) 3,3(12)	13,3(6) 3,3(12)
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivos de salida: Portalámparas permitidos Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo**	De cualquier Tipo 15 A máx.	De cualquier Tipo 15 ó 20 A	Servicio pesado 30 A	Servicio pesado 40 ó 50 A	Servicio pesado 50 A
Carga Máxima (A)	15	20	30	40	50
Carga Permisible	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(b)	Véase 210-23(c)	Véase 210-23 (c)

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.
** Para la capacidad de conducción de corriente de los aparatos eléctricos de alumbrado por descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-30(c).

4701.3.1 NOM.001.SEDE. Se deben normar las luminarias en áreas húmedas con base en los siguientes aspectos de la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** en el **CAPÍTULO 4** o su equivalente vigente:

4701.3.1.1 Luminarias en áreas húmedas y mojadas. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

410 - 4 Luminarias en lugares específicos.
410 - 54 Equipo auxiliar de las lámparas de descarga eléctrica.
410 - 101 Instalación.
411 Sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos.

SECCIÓN 4702
INSTALACIÓN DE BOMBAS

4702.1 NOM.001.SEDE. Se debe normar la instalación de bombas de motor eléctrico con base en los siguientes aspectos de la **NOM-001-SEDE-2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** en el CAPÍTULO 4 o su equivalente vigente:

4702.1.1 Motores, circuitos de motores y sus controladores

Las disposiciones especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger a los motores, a los aparatos para el control de los mismos y a los conductores de los circuitos derivados que los alimentan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas y fallas en el arranque.

Una sobrecarga de un aparato eléctrico origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye los cortocircuitos ni las fallas a tierra.

NOTA - Los controladores de las bombas eléctricas principales y auxiliares (jockey) de los sistemas contra incendio, no deben tener relevadores de sobrecarga, ya que deben transportar indefinidamente la corriente de rotor bloqueado del motor o motores. Ver artículo 695.

Los requisitos son aplicables a circuitos de motores que operen en tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V.

Cuando el relevador de sobrecarga se selecciona de acuerdo con lo especificado en 430-32(a)(1) y (c)(1) y no sea suficiente para soportar la carga aplicada, se permite utilizar el relevador inmediato superior, siempre que su corriente eléctrica de disparo no exceda los porcentajes de la corriente del motor operando a plena carga indicados a continuación:

Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	140%
Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor que 40° C	140%
Todos los demás motores	130%

Si no se tiene alguna derivación durante el arranque, como se indica en 430-35, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener el suficiente retardo de tiempo para que permita al motor arrancar y acelerar su carga.

4702.1.2 Motores. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

373 - 2 En lugares húmedos, mojados o áreas peligrosas.
380 - 4 En lugares mojados.
380 - 6 Posición de los desconectadores de cuchilla.
430 - 31 Disposiciones generales.
430 - 34 Selección del relevador de sobrecarga.
430 - 52 Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor.
430 - 102 Localización.
430 - 103 Operación.
430 - 104 Indicadores de posición.
430 - 107 Fácilmente accesible.
430 - 110 Capacidad nominal e interruptiva.

4702.1.3 Bañeras de hidromasaje. Se debe verificar el cumplimiento del artículo:

680 - 70 Protección.

SECCIÓN 4703
ALIMENTADORES

4703.1 Alcance. Este artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados.

4703.2 Capacidad nominal y tamaño nominal mínimos del conductor. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas.

El tamaño nominal mínimo del conductor debe ser el especificado en los siguientes apartados (a) y (b) en las condiciones estipuladas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida.

4703.3 Para circuitos especificados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos: (1) dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores; (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores; (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

4703.4 Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores entrada de acometida con una intensidad máxima de 55 A o menos.

4703.5 Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente, según el capítulo relacionado con sobrecorriente.

4703.6 Alimentadores con neutro común.

a) Alimentadores con neutro común. Se permite que los alimentadores que contengan un neutro común suministren energía a dos o tres grupos de alimentadores de tres conductores o dos grupos de alimentadores de cuatro o cinco conductores.

b) En canalizaciones o envolventes metálicos. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores del total de alimentadores con un neutro común deben estar encerrados en la misma canalización o envolvente.

4703.7 Diagramas de los alimentadores. Antes de la instalación de los alimentadores se debe elaborar un diagrama que muestre los detalles de dichos circuitos. Dicho diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda; y el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados y de las canalizaciones. Además debe mostrar la capacidad nominal o ajuste y la corriente de interrupción mínima requerida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente requeridos.

4703.8 Medios de puesta a tierra de los conductores. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipo, el alimentador debe incluir o prever un medio de puesta a tierra, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra del equipo de los circuitos derivados.

4703.9 Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite derivar circuitos de c.c. bipolares y de c.a. de dos o más conductores de fase, derivados de los conductores no puestos a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión de cada derivación deben tener un polo en cada conductor de fase.

4703.10 Medios para identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra. En circuitos de cuatro conductores, con el secundario conectado en delta en los que el punto medio del devanado de una fase esté puesto a tierra para suministrar energía a cargas de alumbrado y similares, se debe identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra mediante un acabado externo de color naranja, una etiqueta u otro medio eficaz. Dicha identificación se debe situar en todos los puntos en los que se haga una conexión, si el conductor puesto a tierra está presente.

4703.11 Protección de las personas mediante interruptores con protección de falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 y 20 A para receptáculos estén protegidos por un interruptor con protección contra falla a tierra.

NOTA: Para protección contra riesgos de incendio de origen eléctrico, los alimentadores que proporcionan corriente eléctrica a circuitos derivados de 15 y 20 A pueden protegerse por dispositivos de corriente residual.

4703.12 Protección de equipos contra fallas a tierra. Todos los alimentadores con una corriente eléctrica de desconexión de 1000 A o más, en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra con una tensión eléctrica a tierra de más de 150 V, pero que no supere 600 V entre fases, deben estar dotados de equipo de protección contra fallas a tierra.

4703.13 Alimentadores. Antes de la instalación de los circuitos alimentadores debe elaborarse un diagrama unifilar que muestre los detalles de dichos circuitos. Este diagrama unifilar debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar los factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda; el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores

utilizados y la caída de tensión de cada circuito derivado y circuito alimentador.

Los conductores de alimentador deben diseñarse con un tamaño nominal tal que se evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados más lejana no supere 5%.

4703.14 NOM.001.SEDE. Se debe normar la instalación de alimentadores con base en los siguientes aspectos de la **NOM-001-SEDE 2005-Instalaciones Eléctricas (utilización)** en el **CAPÍTULO 2** o su equivalente vigente:

4703.14.1 Alimentadores. Se debe verificar el cumplimiento de los artículos:

215 - 2 Capacidad nominal y tamaño mínimos del conductor.
215 - 5 Diagrama unifilar de alimentadores.
220 - 3 Cálculo de los circuitos derivados.
220 - 4 Circuitos derivados requeridos.
220 - 10 Disposiciones generales.

CAPÍTULO 48 - SISTEMAS DE TELEFONÍA

SECCIÓN 4801
TELEFONÍA

4801.1 Disposiciones generales. Se deben instalar salidas tomacorriente como se especifica en los siguientes apartados.

4801.1.1 Características de las redes telefónicas. En los edificios las redes telefónicas se deben proyectar y construir bajo normas y con las siguientes características:

Las redes deben construirse con cables especiales de diferentes materiales y capacidades según se requieran, de acuerdo a la demanda de servicios de la zona, que se colocan dentro de ductos o tuberías.

Las tuberías van empotradas en los muros y losas. Dependiendo de las capacidades de los cables que contienen las tuberías, deben considerarse las necesidades actuales y futuras de los usuarios del inmueble.

Se requieren diferentes tipos de cajas, de construcción especial y de varios tamaños, las cuales se utilizan como registros, ya sea de alimentación, de distribución, de paso y de conexión.

La distribución de la red se hace conectando los cables en "bloques" terminales de 10 pares, utilizando tantos de éstos, como se requiera para completar la capacidad total, y se considera la reserva necesaria para ampliaciones, cambios y mantenimiento.

4801.2 Prototipos de redes telefónicas. A continuación se muestra, a manera de ejemplo, un prototipo para redes telefónicas en los interiores de edificios o casas.

4801.2.1 Construcción de la red telefónica para edificios. La red en su totalidad está constituida de las siguientes partes:

4801.2.1.1 Tuberías y registros. Las tuberías y registros son las partes que con más cuidado se deben proyectar, pues como normalmente van empotradas y ahogadas en los muros y losas, es imposible posteriormente modificarlos. Por eso deben diseñarse con los diámetros y tamaños necesarios, tanto para las necesidades actuales como futuras a mediano y largo plazo.

En este aspecto es mejor que, de momento, las tuberías queden sobradas que justas a pesar de que en este caso no hay problema de disipación de energía como ocurre en el caso eléctrico.

En base a su disposición, las tuberías y sus registros se clasifican en:

A. Tubería para enlace.

B. Tubería para distribución vertical.

C. Tubería para distribución horizontal.

Y sus registros se clasifican en:

A. Registro de banqueta o en caso de ser aérea debe tener antena.

B. Registro de paso.

C. Registro de alimentación.

D. Registro de distribución.

E. Tubería para enlace.

PARTE 10
ANEXOS - CEV

10

ANEXOS - CEV

ANEXO 1 - REFERENCIAS A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

Clave	Nombre
NOM-001-CONAGUA-1995	Sistema de alcantarillado sanitario – Especificaciones de hermeticidad
NOM-002-CONAGUA-1995	Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - especificaciones y métodos de prueba
NOM-005-CONAGUA-1996	Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba
NOM-006-CONAGUA-1997	Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba
NOM-008-CONAGUA-1998	Regaderas empleadas en el aseo corporal-Especificaciones y métodos de prueba
NOM-009-CONAGUA-2001	Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba
NOM-010-CONAGUA-2000	Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro - Especificaciones y método de prueba
NOM-013-CONAGUA-2000	Redes de distribución de água potable – Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.
NOM-014-CONAGUA-2003	Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada
NOM-015-CONAGUA-2007	Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.
NOM-002-EDIF-1994	Que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro.
NOM-012-SCFI-1994	Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría-Especificaciones (esta Norma cancela a la NOM-012-SCFI-1993).
NOM-093-SCFI-1994	Válvulas de relevo de presión (Seguridad, seguridad-Alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce
NMX-B-064-1978	Tubos de hierro colado gris para cañerías y sus conexiones
NMX-C-009-1981	Industria de la construcción – Tubos de concreto sin refuerzo – Especificaciones
NMX-C-012-1994-SCFI	Fibrocemento – Tuberías a presión – Especificaciones
NMX-C-020-1981	Industria de la construcción – Concreto reforzado – Tubos – Especificaciones
NMX-C-039-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Fibrocemento – Tubos para alcantarillado – Especificaciones y métodos de prueba
NOM-127-SSA1-1994	Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
NMX-C-129-1982	Tubos de concreto perforados para dren – Especificaciones
NMX-C-387-1993-SCFI	Industria de la construcción – Tubos y conexiones – Conexiones para toma domiciliaria de agua – Especificaciones de funcionamiento y métodos de prueba
NMX-C-401-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Tubos – Tubos de concreto simple con junta hermética – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-402-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Tubos – Tubos de concreto reforzado con junta hermética – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-412-1998-ONNCCE	Industria de la construcción – Anillos de hule empleados como empaque en las juntas de tuberías y elementos de concreto para drenaje en los sistemas de alcantarillado hermético
NMX-C-413-1998-ONNCCE	Industria de la construcción – Pozos de visita prefabricados de concreto –
NMX-C-415-ONNCCE-1999	Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-417-ONNCCE-2000	Industria de la construcción – Válvulas para agua de uso doméstico –
NMX-E-018-SCFI-2002	Especificaciones y métodos de prueba
NMX-E-094-1980	Industria de la construcción – Descargas domiciliarias prefabricadas de concreto – Uso y funcionamiento

NMX-E-110-1981	Industria del plástico - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión - Especificaciones.
NMX-E-136-1984	Plásticos - Tubería de poli (cloruro de vinilo PVC) - Anillos de hule usados como sello en el acoplamiento espiga - Campana para conducción de agua a presión.
NMX-E-143/1-SCFI-2002	Plásticos - Tubos ABS para drenaje.
NMX-E-145/1-SCFI-2002	Plásticos - Tapas y asiento para inodoros
NMX-E-146-SCFI-2002	Industria del plástico - Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para el abastecimiento de agua a presión - Serie métrica - Especificaciones.
NMX-E-165-1985	Industria del plástico - Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante par el abastecimiento de agua a presión - Serie inglesa - Especificaciones.
NMX-E-191-SCFI-2002	Industria del plástico - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para toma domiciliaria de agua - Especificaciones.
NMX-E-199/2-SCFI-2003	Plásticos - Tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo (PVC) sin plastificante para uso sanitario – Símbolos
NMX-E-211/1-2003	Industria del plástico - Abrazadera de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para toma domiciliaria de agua - Especificaciones.
NMX-E-211/2-2005	Industria del plástico - Conexiones de poli(cloruro de vinilo)(PVC) sin plastificante, usadas en la construcción de sistemas sanitarios – Especificaciones
NMX-E-215/1-SCFI-2003	Industria del plastico-tubos de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, utilizados para sistemas de alcantarillado-serie inglesa- especificaciones (cancela la nmx-e-211/1-1999-scfi).
NMX-E-215/2-SCFI-1999	Industria del plastico-conexiones de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, empleadas para sistemas de alcantarillado-serie inglesa- especificaciones y metodos de ensayo (cancela a la nmx-e-211/2-19
NMX-E-216-1994-SCFI	Industria del plástico - Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados para sistemas de alcantarillado -Serie métrica – Especificaciones.
NMX-E-226/1-SCFI-1999	Industria del plástico - tubos y conexiones - conexiones de poli (cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, serie métrica, empleadas para sistemas de alcantarillado - especificaciones
NMX-E-229-SCFI-1999	Industria del plástico - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para sistemas de alcantarillado - Especificaciones.
NMX-H-008-1980	Industria del plástico - Tubos de polipropileno (PP) para unión roscada empleados para la conducción de agua caliente y fría en edificaciones - Especificaciones.
NMX-Q-022-1980	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos de poli(cloruro de vinilo) sin plastificante de pared estructurada para la conducción de agua por gravedad – Especificaciones
NMX-T-021-SCFI-2002	Válvula de compuerta fierro fundido - Guarniciones de bronce
NMX-W-101/2-SCFI-2004	Válvula de flotador de bronce o latón
NMX-W-018-SCFI-2006	Industria hulera - Anillos de hule empleados como empaque en los sistemas de tuberías – Especificaciones
NMX-W-037-1982	Productos de cobre y sus aleaciones-conexiones soldables de laton-especificaciones y metodos de prueba (cancela a la nmx-w-101/2-1995-scfi).
NMX-W-093-1981	Productos de cobre y sus aleaciones - Tubos de cobre sin costura para conducción de fluidos a presión - Especificaciones y métodos de prueba
NMX-W-101/1-SCFI-2004	Cobre – Clasificación
NMX-X-415-ONNCCE-1999	Tubos de cobre - Sin costura - Regulares y extrareforzados
	Productos de cobre y sus aleaciones - Conexiones de cobre soldables - Especificaciones y métodos de prueba

CUIDADO AL MEDIO AMBIENTE

Clave	Nombre
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.
NOM-031-ECOL-1993	Norma Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.
NOM-040-SEMARNAT-2002	Protección ambiental-Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos
NOM-059-SEMARNAT-2001	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
NOM-113-SEMARNAT-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.
NOM-114-SEMARNAT-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.
NMX-AA-062-1979	Acústica - Determinación de los niveles de ruido ambiental
NMX-SAA-14025-IMNC-2008	Gestión ambiental – Etiquetas y declaraciones ambientales – Declaraciones ambientales tipo III – principios y procedimientos.
NMX-SAA-14040-IMNC-2008	Gestión ambiental – Análisis de ciclo de vida – Principios y marco de referencia.
NMX-SAA-14044-IMNC-2008	Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices.

SEGURIDAD E HIGIENE

Clave	Nombre
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene.
NOM-002-STPS-2000	Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-029-STPS-2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los centros de trabajo – Condiciones de Seguridad.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
NOM-101-STPS-1994	Seguridad-Extintores a base de espuma química.
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono-Parte 1: Recipientes.
NOM-103-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
NOM-113-STPS-1994	Calzado de protección
NOM-115-STPS-2009	Cascos de protección - Especificaciones, métodos de prueba y clasificación
NOM-116-STPS-2009	Seguridad-Respiradores purificadores de aire contra partículas nocivas
NOM-154-SCFI-2005	Equipos contra incendio-Extintores-Servicio de mantenimiento y recarga.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Clave	Nombre
NOM-001-SCFI-1993	Aparatos electrónicos - Aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo
NOM-001-SEDE-2005	Instalaciones eléctricas (utilización)
NOM-003-SCFI-2000	Productos eléctricos-Especificaciones de seguridad.
NOM-058-SCFI-1999	Productos eléctricos-Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas-Especificaciones de seguridad.
NMX-B-211-1968	Conexiones para tubo conduit de acero, soldados con o sin rosca.
NMX-CH-013-1976	Termostatos de ambiente acción proporcional con rango de 12 - 20 °C para sistemas de aire acondicionado
NMX-E-012-SCFI-1999	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos y conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para instalaciones eléctricas - Especificaciones.
NMX-J-154-1976	Cintas aislantes de hule
NMX-J-214-1976	Cintas aislantes adhesivas de polietileno
NMX-J-219-1976	Cintas aislantes adhesivas de policloruro de vinilo
NMX-J-380-1979	Postes de acero troncocónicos empleados en la conducción de energía eléctrica

INSTALACIÓN DE GAS

Clave	Nombre
NOM-001-SECRE-2003	Calidad del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural).
NOM-002-SECRE-2003	Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-1997, Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural).
NOM-003-SECRE-2002	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural).
NOM-004-SEDG-2004	Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.
NOM-011-SEDG-1999	Recipientes portátiles para contener Gas L.P. no expuestos a calentamiento por medios artificiales. Fabricación.
NOM-011/1-SEDG-1999	Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso.
NOM-012/1-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales para el diseño y fabricación
NOM-013-SEDG-2002	Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso.
NOM-014-SCFI-1997	Medidores de desplazamiento positivo tipo diafragma para gas natural o L.P.- Con capacidad máxima de 16 m3/h con caída de presión máxima de 200 Pa (20,40 mm de columna de agua)
NOM-018/3-SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P, - recipientes portátiles y sus accesorios parte 3.- cobre y sus aleaciones - conexión integral (cola de cochino) para uso en gas L.P.
NMX-029/1-SCFI-2005	Gas L.P. - Mangueras con refuerzo de alambre o fibras textiles para la conducción de gas L.P. y/o natural - Especificaciones y métodos de ensayo - Parte 1: Para uso en alta y baja presión
NMX-E-043-SCFI-2002	Industria del plástico - Tubos de polietileno (PE) para la conducción de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP) - Especificaciones.
NMX-X-004-1967	Conexiones utilizadas en las mangueras que se emplean en la conducción de gas natural y gas L.P.
NMX-X-007-SCFI-2005	Gas L.P. - Válvulas de servicio para recipientes no portátiles utilizados en instalaciones de aprovechamiento - Especificaciones y métodos de prueba
NMX-X-013-SCFI-2005	Gas L.P. - Válvulas de exceso de flujo y no retroceso, utilizadas en tuberías y recipientes - Especificaciones y métodos de prueba
NMX-X-029/3-SCFI-2005	Gas L.P. - Mangueras de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P) para la conducción de gas L.P. a presión para uso doméstico - Especificaciones y métodos de ensayo
NMX-X-031-SCFI-2005	Industria del gas - Válvulas de paso - Especificaciones y métodos de prueba

ACCESIBILIDAD

Clave	Nombre
NOM-001-SSA2-1993	Que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito y permanencia de los discapacitados a los establecimientos de atención médica del Sistema Nacional de Salud.

CALENTADORES DE AGUA

Clave	Nombre
NMX-ES-001-NORMEX-2005	Energía solar - Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua - Métodos de prueba y etiquetado
NOM-003-ENER-2000	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado
NOM-020-SEDG-2003	Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial. Requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado.

INFRAESTRUCTURA

Clave	Nombre
NOM-007-CNA-1997	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.
NOM-007-SECRE-1999	Transporte de gas natural.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Clave	Nombre
NOM-007-ENER-2004	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
NOM-009-ENER-1995	Eficiencia energética en aislamientos térmicos.
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central paquete o dividido. Límite, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-013-ENER-2004	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.
NOM-015-ENER-2002	Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-017-ENER-1997	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas. Límites y métodos de prueba.
NOM-017-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Limites y métodos de prueba
NOM-021-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado

EFICIENCIA TÉRMICA

Clave	Nombre
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas – Condiciones de seguridad e higiene

AISLAMIENTO TÉRMICO

Clave	Nombre
NOM-018-ENER-1997	Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
NMX-C-213-1984	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Densidad de termoaislantes sueltos utilizados como relleno – Método de prueba
NMX-C-238-1985	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Terminología
NMX-C-260-1986	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Perlita suelta como relleno – Especificaciones
NMX-C-261-1992	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Perlita expandida en bloque y tubo – Especificaciones
NMX-C-262-1986	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Silicato de calcio en bloque y tubo – Especificaciones
NMX-C-460-ONNCCE-2009	Industria de la construcción - Aislamiento térmico – Valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana - Especificaciones y verificación.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Clave	Nombre
NMX-C-092-1975	Terminología de materiales aislantes acústicos
NMX-C-094-1974	Clasificación de materiales acústicos
NMX-C-206-1977	Aislamiento sonoro de los elementos divisorios en la construcción
NMX-C-207-1977	Criterios de ruido según la función de los claustros
NMX-C-211-1977	Tiempos óptimos de reverberación según la función de los claustros

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Clave	Nombre
NOM-029-SEMARNAT-2003	Especificaciones sanitarias del bambú, mimbre, bejuco, ratán, caña, junco y rafia, utilizados principalmente en la cestería y espartería.

INSTALACIONES ESPECIALES

Clave	Nombre
NOM-053-SCFI-2000	Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

VIDRIO

Clave	Nombre
NOM-146-SCFI-2001	Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba.
NMX-P-001-1980	Vidrio y cristal para construcción y fabricación de espejos
NMX-P-004-1990	Industria del vidrio – Espejos planos - Especificaciones - Método de prueba
NMX-P-010-1983	Productos de vidrio - Vidrio y cristal de seguridad para la construcción
NMX-P-020-1973	Artículos de vidrio empleados para señalamiento del control de tráfico urbano

ACERO

Clave	Nombre
NMX-B-009-1996-SCFI	Industria siderúrgica - Lámina de acero al carbono galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso general - Especificaciones
NMX-B-010-1986	Industria siderúrgica - Tubos de acero al carbón sin costura o soldados, negros o galvanizados por impresión en caliente, para usos comunes.
NMX-B-018-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de riel, para refuerzo de concreto
NMX-B-028-1998-SCFI	Industria siderúrgica - Lámina de acero al carbono, laminada en frío para uso común – Especificaciones
NMX-B-032-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de eje, para refuerzo de concreto
NMX-B-061-1990	Tubos de acero de bajo carbono, soldados eléctricamente, para la industria química
NMX-B-066-1988	Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso estructural
NMX-B-072-1986	Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto
NMX-B-172-1988	Métodos de prueba mecánicos para productos de acero
NMX-B-177-1990	Tubos de acero con o sin costura negros y galvanizados por inmersión en caliente.
NMX-B-099-1986	Acero estructural con limite de fluencia mínimo de 290 MPa (29 kgf/mm2) y con espesor máximo de 12,7 mm.
NMX-B-198-1991	Tubos de acero con o sin costura para pilotes
NMX-B-199-1986	Industria siderúrgica - Tubos sin costura o soldados de acero al carbono, formados en frío, para uso estructurales.
NMX-B-200-1990	Tubos de acero al carbono, sin costura o soldados, conformados en caliente para usos estructurales
NMX-B-253-1988	Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto
NMX-B-254-1987	Acero estructural
NMX-B-286-1991	Perfiles I y H de tres planchas soldadas de acero
NMX-B-290-1988	Malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto
NMX-B-292-1988	Productos metal mecánicos- tornillos autorroscantes
NMX-B-293-1988	Tuercas hexagonales reforzadas
NMX-B-294-1986	Tornillos de acero, cabeza hexagonal para uso estructural
NMX-B-347-1989	Arandelas de acero, templadas, para uso con tornillos estructurales
NMX-B-348-1989	Tornillo cabeza plana embutida con inserción hexagonal
NMX-B-353-1988	Tornillos con cabeza hexagonal
NMX-B-453-1970	Procedimiento de soldadura estructural acero de refuerzo
NMX-B-455-1987	Tornillos de alta resistencia para uniones de acero estructural

NMX-B-456-1987	Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para concreto presforzado
NMX-B-457-1988	Alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para usarse en concreto presforzado.
NMX-C-407-ONNCCE-2001	Industria siderúrgica - Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto
NMX-H-023-1976	Lamina de acero al carbono laminada en caliente para uso estructural
NMX-H-025-1988	Lamina de acero al carbono laminada en frío para uso estructural
NMX-H-028-1994	Piezas coladas de acero de alta resistencia, para uso estructural
NMX-H-029-1986	Taquetes de acero
NMX-H-032-1988	Armaduras electrosoldadas de sección triangular, de alambre de acero corrugado o liso para refuerzo de elementos estructurales de concreto
NMX-H-038-1988	Armaduras soldadas de alambre de acero para castillos y dalas
NMX-H-039-1994-SCFI	Varillas corrugadas de acero de baja aleación procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.
NMX-H-040-1980	Industria de la construcción – Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-H-047-1988	Tornillos de acero para madera
NMX-H-121-1988	Tuercas hexagonales de acero tipo castillo grados A y B
NMX-H-124-1990	Tornillos cabeza cilíndrica con inserción hexagonal

CEMENTANTES

Clave	Nombre
NMX-C-003-1996-ONNCCE	Industria de la construcción – Cal hidratada - Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-004-1991	Productos químicos – Cal viva – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-005-1996-ONNCCE	Industria de la construcción – Cal hidráulica – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-021-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Cemento para albañilería (mortero) – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-414-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Cementos hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-420-ONNCCE-2003	Industria de la construcción – Mezclas adhesivas para colocación de recubrimientos cerámicos y piedras naturales – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-061-ONNCCE-2001	Industria de la construcción – Cemento – Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos

PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES

Clave	Nombre
NMX-C-013-1978	Paneles de yeso para muros divisorios plafones y protección contra incendio
NMX-C-168-1977	Placas o bloques de yeso para muros interiores
NMX-C-174-1977	Placas de yeso para plafones
NMX-C-234-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Fibrocemento – Laminas planas sin comprimir NT – Especificaciones y métodos de ensayo
NMX-C-441-ONNCCE-2005	Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural – Especificaciones
NMX-C-448-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Fibrocemento – Láminas planas sin comprimir AC – Especificaciones y métodos de ensayo

PREFABRICADOS ESTRUCTURALES

Clave	Nombre
NMX-C-404-ONNCCE-2005	Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-405-1997-ONNCCE	Industria de la construcción – Paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos
NMX-C-406-1997-ONNCCE	Industria de la construcción – Sistemas de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas – Especificaciones y métodos de prueba

MADERA

Clave	Nombre
NMX-C-018-1986	Industria de la construcción – Tablas y tablones de pino – Clasificación
NMX-C-178-ONNCCE-2001	Industria de la construcción – Preservadores para madera – Clasificación y requisitos
NMX-C-224-ONNCCE-2001	Industria de la construcción – Vivienda de madera y equipamiento urbano – Dimensiones de la madera aserrada para su uso en la construcción
NMX-C-239-1985	Industria de la construcción – Vivienda de madera – Calificación y clasificación visual para madera de pino en usos estructurales
NMX-C-322-ONNCCE-2003	Industria de la construcción – Madera preservada a presión – Clasificación y requisitos
NMX-C-325-1970	Tableros de partículas de madera de tipo colchón
NMX-C-409-ONNCCE-1999	Industria de la construcción – Elementos de madera – Clasificación visual para maderas latifoliadas de uso estructural
NMX-C-411-ONNCCE-1999	Industria de la construcción – Vivienda de madera – Especificaciones de comportamiento para tableros a base de madera de uso estructural
NMX-C-419-ONNCCE-2001	Industria de la construcción – Preservación de maderas – Terminología
NMX-C-438-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Tableros contrachapados de madera de pino y otras coníferas – Clasificación y especificaciones
NMX-R-032-1976	Tableros de fibra de madera
NMX-R-034-1976	Tableros contrachapados (triplay) de maderas finas (cedro y caoba) y dufas tropicales

CUBIERTAS

Clave	Nombre
NMX-C-027-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Fibrocemento – Láminas acanaladas de fibrocemento AC – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-201-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Fibrocemento – Laminas estructurales – Especificaciones y métodos de ensayo
NMX-E-137-1986	Plásticos - Láminas acanaladas de plástico reforzadas con fibra de vidrio - Resistencia al esfuerzo cortante - Método de prueba

AGREGADOS

Clave	Nombre
NMX-C-111-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Agregados para concreto hidráulico – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-244-1986	Industria de la construcción – Agregado ligero termoaislante para concreto
NMX-C-299-1987	Industria de la construcción – Concreto estructural – Agregados ligeros

ADITIVOS

Clave	Nombre
NMX-C-117-1978	Aditivos estabilizadores de volumen del concreto
NMX-C-199-1986	Industria de la construcción – Aditivos para concreto y materiales complementarios – Terminología y clasificación
NMX-C-356-1988	Industria de la construcción – Aditivos para concreto – Cloruro de calcio
NMX-C-255-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Aditivos químicos para concreto – Especificaciones, muestreo y métodos de ensayo

CONCRETO

Clave	Nombre
NMX-C-083-ONNCCE-2002	Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto – Método de prueba
NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Agua para concreto – Especificaciones
NMX-C-128-1997-ONNCCE	Industria de la construcción – Concreto sometido a compresión – Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de poisson
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Industria de la construcción – Concreto – Terminología
NMX-C-155-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Concreto – Concreto hidráulico industrializado – Especificaciones
NMX-C-160-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Concreto – Elaboración y curado en obra de especimenes de concreto
NMX-C-169-ONNCCE-2009	Industria de la construcción – Concreto – Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido
NMX-C-403-ONNCCE-1999	Industria de la construcción – Concreto hidráulico para uso estructural
NMX-C-404-ONNCCE-2005	Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-414-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Cementos hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-248-1978	Elementos de concreto presforzado
NMX-C-249-1986	Industria de la construcción – Bandas de poli-cloruro de vinilo (PVC) para control hidráulico en juntas de concreto
NMX-C-250-1986	Industria de la construcción – Bandas de poli-cloruro de vinilo (PVC) – Colocación

ACABADOS

Clave	Nombre
NMX-C-285-1979	Losetas de barro con vidriado
NMX-C-307/1-ONNCCE-2009	Industria de la construcción - Edificaciones - Resistencia al fuego de elementos y componentes especificaciones y métodos de ensayo
NMX-C-314-1986	Industria de la construcción – Concreto – Adoquines para uso en pavimentos.
NMX-C-327-1981	Industria cerámica – Azulejos y accesorios para revestimientos – Especificaciones
NMX-C-357-1988	Industria de la construcción – Pisos vinílicos en rollo con superficie vinílica transparente o translucida con soporte – Especificaciones
NMX-C-422-ONNCCE-2002	Industria de la construcción – Losetas cerámicas esmaltadas y sin esmaltar para piso y muro – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-423-ONNCCE-2003	Industria de la construcción – Pinturas – Pinturas látex (antes pinturas vinílicas) – Especificaciones y métodos de prueba
NMX-C-434-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Pisos de madera sólida – Clasificación y especificaciones
NMX-C-449-ONNCCE-2006	Industria de la construcción – Fibrocemento – Tejas planas NT para techado y cubiertas – Especificaciones y métodos de ensayo
NMX-E-049-1970	Plásticos decorativos de alta presión
NMX-E-050-1978	Laminados termoplásticos decorativos.
NMX-U-061-1979	Recubrimiento para protección anticorrosiva - Acabado epóxico catalizado
NMX-U-064-1979	Recubrimiento para protección anticorrosiva esmalte alquidálico brillante
NMX-U-069-1979	Recubrimiento para protección anticorrosiva – Primario de minio alquidalico
NMX-U-081-1980	Recubrimientos de protección anticorrosiva. Recubrimiento antivegetativo
NMX-U-082-1980	Recubrimientos para protección anticorrosiva - Primario - Vinil epóxico modificado

TINACOS

Clave	Nombre
NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2008	Industria de la construcción – Tinacos prefabricados – Especificaciones y métodos de prueba

IMPERMEABILIZANTES

Clave	Nombre
NMX-C-437-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Mantos prefabricados impermeables a base de asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP y SBS – Especificaciones y métodos de prueba

SERVICIOS

Clave	Nombre
NMX-C-442-ONNCCE-2004	Industria de la construcción – Servicios de supervisión y verificación de la construcción de vivienda – Requisitos y métodos de comprobación

ACCESORIOS

Clave	Nombre
NMX-H-066-1981	Compresores – Clasificación
NMX-H-070-1981	Industrias diversas - Cerraduras para muebles
NMX-Q-020-1978	Cerraduras para puertas de entradas e intercomunicación

NORMAS INTERNACIONALES

American Society of Testing Materials

ASTM A 521
ASTM B 152
ASTM B 828
ASTM C 411
ASTM D 1784
ASTM D 1869
ASTM D 2412
ASTM D 3139
ASTM E 84
ASTM E 96
ASTM-E-84

Código Internacional Residencial del ICC

M2003
R505.3.5
R506.2
R602.6,
R602.6.
R602.8
R603.2
R603.3.4
R804.2
R804.3.5

Contratistas Americanos de Aire Acondicionado (ACCA: Air Conditioning Contractors of America)

ANSI/ASE 34 HRA
ANSI/UL-727
UL 1482
UL 1777
UL 181 A
UL 181A-H
UL 181A-M
UL 181A-P
UL 181-B-FX
UL 181-B-M
UL 1995
UL 641
UL 729
UL 730
UL 737
UL 896

ANEXO 2 - SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

SECCIÓN APN-I-201
SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SI. *

** Tomado de la publicación técnica CNM-MMM-PT-003, DEL Centro Nacional de Metrología.*

El Sistema Internacional de Unidades (SI) es el sistema coherente de unidades de medida adoptado y recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas, integrado por Unidades SI base y Unidades SI derivadas. Adoptado por México e incluido en la **NOM-008-SCFI-2002**, publicada en el Diario Oficial el 27 de noviembre de 2002.

201.1 Unidades base. El sistema se basa en siete unidades y de su combinación se obtienen todas las unidades derivadas. Estas unidades base son:

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
intensidad luminosa	candela	cd
cantidad de sustancia	mol	mol

Definiciones:

Metro: Es la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de 1/299 792 458 de segundo. (17ª CGPM, 1983).

Kilogramo: Es la masa igual a la del prototipo internacional de kilogramo (1ª y 3ª CGPM, 1889 y 1901).

Segundo: Es la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transmisión entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133 (13ª CGPM, 1967).

Ampere: Es la intensidad de una corriente constante que mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí, en el vacío, producirá entre ellos una fuerza igual a 2x10-7 newton por metro de longitud (9ª CGPM, 1948).

Kelvin: Es la fracción de 1/273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (13ª CGPM, 1967).

Candela: Es la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540x1012 hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es 1/683 watt por esterradián (16ª CGPM, 1979)

Mol: Es la cantidad de substancia que contiene tantas entidades elementales como existen átomos en 0,012 kg de carbono 12 (14ª CGPM, 1971).

NOTA: CGPM.- Conferencia General de pesas y Medidas.

201.2 Ejemplos de unidades derivadas SI, expresadas en términos de las unidades base, formadas por combinaciones simples, de acuerdo con las leyes de la física:

MAGNITUD	UNIDAD SI NOMBRE	SÍMBOLO
superficie	metro cuadrado	m^2
volumen	metro cúbico	m^3
velocidad	metro por segundo	m/s
aceleración	metro por segundo al cuadrado	m/s^2
número de ondas	metro a la menos uno	m-1
masa volúmica, densidad	kilogramo por metro cúbico	Kg/m^3
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m3/kg

densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A/m^2
campo magnético	ampere por metro	A/m
concentración (de cantidad de sustancia)	mol por metro cúbico	mol/m^3
luminancia	candela por metro cuadrado	cd/m^2
índice de refracción	(el número) uno	1

201.3 Unidades SI que tienen nombre y símbolo especial, facilitan la expresión de unidades formadas por combinaciones de unidades base.

Magnitud	Nombre de la unidad SI derivada	Símbolo	Expresión en unidades SI de base	Expresión en otras unidades SI
ángulo plano	radián	rad	m*m-1=1	
ángulo sólido	esterradián	sr	m2*m-2=1	
frecuencia	hertz	Hz	s-1	
fuerza	newton	N	m*kg*s-2	
presión, esfuerzo	pascal	Pa	m-1*kg*s-2	N/m2
trabajo, energía, cantidad de calor	joule	J	m2*kg*s-2	N*m
potencia, flujo energético	watt	W	m2*kg*s-3	
carga eléctrica, cantidad de electricidad	coulomb	C	s*A	
diferencia de potencial, tensión eléctrica, fuerza electromotriz, potencial eléctrico	volt	V	m2*kg*s-3*A-1	W/A
capacitancia eléctrica	farad	F	m-2*kg-1*s4*A2	C/V
resistencia eléctrica	ohm	Ω	m2*kg*s-3*A2	V/A
conductancia eléctrica	siemens	S	m-2*kg-1*s3*A2	A/V
flujo de inducción magnético	weber	Wb	m2*kg-3*s-2*A-1	V s
inducción magnética	tesla	T	kg*s-2*A-1	Wb/m2
inductancia	henry	H	m2*kg*s-2*A-2	Wb/A
flujo luminoso	lumen	lm	m2*m-2*cd = cd	cd*sr
iluminancia	lux	lx	m2*m-4*cd = m-2*cd	lm/m2
actividad de un radionúclido	becquerel	Bq	s-1	
dosis absorbida, energía másica, kerma	gray	Gy	m2*s-2	J/kg
temperatura Celsius	grado Celsius	0C	K	
dosis equivalente, equivalente de dosis ambiental, equivalente de dosis direccional, equivalente de dosis individual, dosis equivalente en un órgano	sievert	Sv	m2*s-2	J/kg
actividad catalítica	katal	kat	mol/s	

201.4 Unidades SI derivadas, con nombres y símbolos especiales:

Magnitud derivada	Unidad SI derivada		
	Nombre	Símbolo	Expresión en unidades SI de base
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa*s	m-1*kg*s-1
momento de una fuerza	newton metro	N*m	m2*kg*s-2
tensión superficial	newton por metro	N/m	kg*s-2
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	m*m-1*s-1 = s-1
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad/s2	m*m-1*s-2 = s-2
flujo térmico superficial luminosidad energética	watt por metro cuadrado	w/m2	kg*s-3
capacidad térmica entropía	joule por kelvin	J/K	m2*kg*s-2*K-1

capacidad térmica másica, entropía másica	joule por kilogramo kelvin	J(kg*K)	m2*s-2*K-1
energía másica	joule por kilogramo	J/kg	m2*s-2
conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m*K)	m*kg*s-3*K-1
energía volúmica	joule por metro cúbico	J/m3	m-1*kg*s-2
campo eléctrico	volt por metro	V/m	m*kg*s-3*A-1
carga eléctrica volúmica	coulomb por metro cúbico	C/m3	m-3*s*A
desplazamiento eléctrico	coulomb por metro cuadrado	C/m2	m-2*s*A
permitividad	farad por metro	F/m	m-3*kg-1*s4*A2
permeabilidad	henry por metro	H/m	m*kg*s-2*A-2
energía molar	joule por mol	J/mol	m2*kg*s-2*mol-1
entropía molar, capacidad térmica molar	joule por mol kelvin	J/(mol*K)	m2*kg*s-2*K-1*mol-1
exposición (rayos □ y □)	coulomb por kilogramo	C/kg	kg-1*s*A
gasto de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	m2*s-3
intensidad energética	watt por esterradián	W/sr	m4*m-2*kg *s-3 = m2*kg*s-3
luminancia energética	watt por metro cuadrado esterradián	W/(m2*sr)	M2*m-2*kg *s-3 = kg*s-3

201.5 Unidades que no pertenecen al SI, pero que se aceptan para utilizarse con el mismo:

Nombre	Símbolo	Valor en unidades SI
minuto hora día	min h d	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3 600 s 1 d = 24 h = 86 400 s
grado minuto segundo	° ′ ″	1°=(□/180) rad 1′= (1/60)°= (/10 080) rad 1″= (1/60)′= (□/648 000) rad
litro	L, l	1 L=1 dm3 = 10-3 m3
tonelada	t	1 t = 103 kg
neper	Np	1 Np = 1
bel	B	1 B = (1/2) ln 10(Np)

201.6 Unidades que no son del SI, que se aceptan para utilizarse con el SI y cuyo valor se obtiene experimentalmente:

Nombre	Símbolo	Valor en unidades SI
electronvolt	eV	1 eV = 1,602 177 33 (49)*10-19 J
unidad de masa atómica unificada	u	1 u = 1,660 540 2(10)* 10-27 kg
unidad astronómica	ua	1 ua = 1,495 978 706 91(30)*1011 m

201.7 Unidades que no son del SI, pero que se utilizan para responder a necesidades específicas en el campo comercial, jurídico o por interés científico:

Magnitud	Símbolo	Valor en unidades SI
milla marina		1 milla marina = 1852 m
nudo		1 milla marina por hora = (1 852/3 600) m/s
área	a	1 a = 1 dam2 = 102 m2
hectárea	ha	1 ha = 1 hm2 = 104 m2
bar	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 1000 hPa = 105 Pa
ángstrom *	Å	1 Å= 0,1 mm = 10-10 m
barn	B	1 b = 100 fm2 = 10-28 m2

* ángtrom, de acuerdo con la real Academia Española.

201.8 Unidades derivadas del sistema CGS, con nombre especial, para uso en campos especializados de la investigación científica, en particular de la física:

Nombre	Símbolo	Valor en unidades SI
erg	erg	1 erg = 10-7 J
dyne	dyn	1 dyn = 10-5 N
poise	P	1 P = 1 dyn*s/cm2 = 0,1 Pa s
stokes	St	1 St = 1 cm2/s = 10-4 m2/s
gauss	G	1 G corresponde a 10-4 T
oersted	Oe	1 Oe corresponde a (1 000/4□) A/m
maxwell	Mx	1 Mx corresponde a 10-8 Wb
stilb	sb	1 sb = 1 cd/cm2 = 104 cd/m2
phot	ph	1 ph = 104 lx
gal	Gal	1 Gal = 1 cm/s2 = 10-2 m/s2

201.9 Otros ejemplos de unidades fuera del SI que aparecen todavía en libros de texto:

Nombre	Símbolo	Valor en unidades SI
curie	Ci	1 Ci = 3,7*1010 Bq
röntgen	R	1 R = 2,58*10-4 C/kg
rad	rad	1 rad = 1 cGy = 10-2 Gy
rem	rem	1 rem = 1 cSv = 10-2 Sv
Unidad X		1 unidad X ≈ 1,002*10-4 nm
gamma	□	1 □ = 1 nt = 10-9 T
jansky	Jy	1 Jy = 10-26 W*m-2*hz-1
fermi		1 fermi = 1 fm = 10-15 m
quilate métrico		1 quilate métrico = 200 mg = 2*10-4 kg
torr	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
atmósfera normal	atm	1 atm = 101 325 Pa
caloría	cal	Tiene varios valores (ver 307 "correspondencia entre unidades")
micrón	µ	1 µ = 1 µm = 10-6 m
kilogramo fuerza	kgf	1 kgf = 9,806 65 N
stere	st	1 st = 1 m3

SECCIÓN APN-I-202
CORRESPONDENCIA ENTRE UNIDADES

202.1 Valor, origen y significado de los Prefijos del SI:

Nombre	Símbolo	Valor	Origen	Significado
yota	Y	1024	griego	ocho
zetta	Z	1021	griego	siete
exa	E	1018	griego	seis
peta	P	1015	griego	cinco
tera	T	1012	griego	monstruoso, prodigioso
giga	G	109	griego	gigante
mega	M	106	griego	grande
kilo	k	103	griego	mil
hecto	h	102	griego	cien
deca	d	101	griego	diez

Nombre	Símbolo	Valor	Origen	Significado
deci	d	10-1	latino	décimo
centi	c	10-2	latino	centésimo
mili	m	10-3	latino	milésimo
peta	P	1015	griego	cinco
micro	µ	10-6	griego	pequeño
nano	n	10-9	latino	pequeño
pico	p	10-112	italiano	pequeño
femto	f	10-115	danés	quince
atto	a	10-18	danés	diez y ocho
zepto	z	10-21	Griego	siete
yocto	y	10-24	griego	ocho

202.2 Reglas de escritura de los símbolos de las unidades del SI y los prefijos:

Núm	Descripción	Escribir	No escribir
1	El uso de unidades que no pertenecen al SI debe imitarse a aquellas que han sido aprobadas por la Conferencia general de Pesas y Medidas.		
2	Los símbolos de las unidades deben escribirse en tipos de caracteres romanos rectos y no, por ejemplo, en caracteres oblicuos ni con letras cursivas.	m Pa	m Pa
3	El símbolo de las unidades se inicia con minúscula a excepción hecha de las que se derivan de nombres propios. No utilizar abreviaturas.	metro m segundo s ampere A pascal Pa	Mtr Seg Amp pa
4	En los símbolos, la substitución de una minúscula por una mayúscula no debe hacerse ya que puede cambiar el significado.	5km para indicar 5 kilómetros	5 Km porque significa 5 kelvin metro
5	En la expresión de una magnitud, los símbolos de las unidades se escriben después del valor numérico completo, dejando un espacio entre el valor numérico y el símbolo. Solamente en el caso del uso de los símbolos del grado, minuto y segundo de un ángulo plano, no se dejará espacio entre estos símbolos y el valor numérico.	253 m 5 oC 5o	253m 5oC 5 o
6	Contrariamente a lo que se hace para las abreviaciones de las palabras, los símbolos de las unidades se escriben sin punto final y no deben pluralizarse para no utilizar a letra "s" que por otra pate representa al segundo. En el primer caso existe una excepción: se pondrá punto si el símbolo finaliza una frase o una oración.	50 mm 50 kg	50 mm 50 kgs
7	Cuando la escritura del símbolo de una unidad no pareciese correcta, no debe substituirse este símbolo por sus abreviaciones aún si estas pareciesen lógicas. Se debe recordar la escritura correcta del símbolo o escribir con odas las letras el nombre de la unidad o del múltiplo a que se refiera.	segundo (s) ampere (A) kilogramo(kg) litros por minuto(L/m) s'1 , min-1 km/h	seg. Amp. Kgr LPM RPS, RPM [1] KPH
8	Cuando haya confusión con el símbolo l de litro y la cifra 1, se puede escribir el símbolo L, aceptada para representar a esta unidad por la Conferencia General de Pesas y Medidas.	11 L (para indicar 11 litros)	11 l (para indicar 11 litros)
9	Las unidades no se deben representar por sus símbolos cuando se escribe con letras su valor numérico.	cincuenta kilómetros	cincuenta km
10	Las unidades de las magnitudes derivadas deben elegirse tomando en consideración principalmente las unidades de las magnitudes componentes de su definición.	Momento de una fuerza: newton metro Energía cinética: joule	Momento de una fuerza: joule (en vez de newton metro) Energía cinética: newton metro (en vez de joule)

11	No deben agregarse letras al símbolo de las unidades como medio de información sobre la naturaleza de la magnitud considerada. Las expresiones MWe para "megawatts eléctrico", Vac para "Volts corriente alterna" y kJt para "kilojoules térmico" deben evitarse.	presión manométrica de 10 kPs presión absoluta de 10 kPa tensión en corriente alterna: 120 V	Presión: 10 kPa man. Presión 10 kPa abs. Tensión: 120 Vac.
12	El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto. Este punto puede suprimirse cuando a falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto no se preste a confusión.	N*m, N m, para designar: newton metro ó M*N, para designar: metro newton	mN que se confunde con milinewton
13	Cuando se escribe el producto de los símbolos éste se expresa nombrando simplemente a estos símbolos.	m s se dice metro segundo kg m se dice kilogramo metro	METRO por segundo Kilogramo por segundo
14	Cuando una magnitud es el producto de varias magnitudes y entre estas no existe ningún cociente, el símbolo de la unidad de esta magnitud se forma por el producto del símbolo de las unidades componentes.	Viscosidad dinámica (□) : Pa*s Momento magnético (m): A*m2	
15	Para no repetir el símbolo de una unidad que interviene muchas veces en un producto, se utiliza el exponente conveniente. En el caso de un múltiplo o de un submúltiplo, el exponente se aplica al prefijo.	1 dm3 1 dm3 = (0,1 m)3 = 0,001 m3	1 dm*dm*dm 1dm3 = 0,1 m3
16	Para expresar el cociente de los símbolos, puede usarse entre ellos una línea inclinada o una línea horizontal o bien afectar el símbolo del denominador con un exponente negativo, en cuyo caso la expresión se convierte en un producto.	m/s m s-1	m s
17	Cuando una magnitud es el cociente de otras, se expresa el nombre de la unidad de esa magnitud intercalando la palabra "por" entre el nombre de la unidad del dividendo y el nombre de la unidad del divisor.	Km/h ó kilómetro por hora	Kilómetro entre hora
18	En la expresión de un cociente no debe ser usada mas de una línea inclinada.	m/s2 J/mol K	m/s/s J/mol/K
19	Cuando se trata del símbolo de una magnitud que sea el cociente de dos unidades, solamente se debe utilizar un prefijo y este debe ser colocado en el numerador. Es preferible en forma general, no usar múltiplos o submúltiplos en el denominador.	kV/m J/kg	kV/mm J/g
20	En las expresiones complicadas debe utilizarse paréntesis o exponentes negativos.	J/(mol K) o bien: J mol-1 K-1	J/mol*K J/mol/K
21	Los nombres completos de las unidades y los símbolos de ellas no deben usarse combinados en una sola expresión. [ver (9)]	m/s	metro/s
22	Si el nombre de una unidad figura muchas veces en el denominador como factor de un producto, en lugar de separarlo se puede emplear, según el caso, unos de los adjetivos "cuadrado", "cubo", etc.	aceleración: metro por segundo cuadrado	
23	En la escritura de los múltiplos y submúltiplos de las unidades, el nombre del prefijo no debe estar separado del nombre de la unidad.	microfarad	micro farad
24	Debe evitarse el uso de unidades de diferentes sistemas.	kilogramo por metro cúbico	kilogramo por galón
25	Celsius es el único nombre de unidad que se escribe siempre con mayúscula, los demás siempre deben escribirse con minúscula, exceptuando cuando sea principio de frase.	El newton es la unidad SI de fuerza. El grado Celsius es una unidad de temperatura. Pascal es el nombre dado a una unidad SI de presión.	el Newton es la unidad SI de fuerza. El grado celsius es la unidad de temperatura.
26	El plural de los nombres de las unidades se forma siguiendo las reglas para la escritura del lenguaje.	10 newtons 50 gramos	10 N´s ó 10 Newton 50 gramo

27	Sin embargo, se recomiendan los plurales irregulares para los siguientes casos.	Singular Plural lux lux hertz hertz siemens siemens	luxes hertzes
28	Para escribir un producto con el nombre completo de las unidades que intervienen, debe dejarse un espacio o un guión entre el nombre de ellas.	Newton metro ó newton-metro Exceptuando: watthora	Watt.hora
29	Los prefijos deberán ser usados con las unidades SI para indicar orden de magnitud y que proporcionan convenientes substitutos de las potencias de 10.	18,4 Gm	18 400 000 000 m
30	Se recomienda el uso de prefijos escalonados de mil en mil.	Micro ( ), mili (m) kilo (k), mega (M)	1 hg (en vez de 0,1 kg)
31	Los prefijos hecto, deca, deci y centi se recomiendan únicamente en las magnitudes de longitud, área y volumen. Sin embargo, excepciones de ello pueden considerarse en ciertos campos de aplicación como el de la industria de la construcción, el de la madera, etc.	dam2, dl, cm3	(no es recomendable) daK, cs, ccd
32	No deben usarse prefijos repetidos en una sola expresión.	PF Gg	µµF Mkg
33	Los prefijos que se utilicen para formar los múltiplos y submúltiplos de las unidades, deben ser antepuestos a las unidades de base o derivadas SI. Exceptuando la unidad base: "kilogramo" que ya contiene en si un prefijo, en este caso el prefijo requerido debe ser antepuesto al "gramo".	Mg (megagramo) µs (microsegundo) mK (milikelvin)	
34	El símbolo del prefijo no debe estar separado del símbolo de la unidad ni por un espacio, ni por cualquier signo ortográfico.	cm	c m ó c•m
35	En las expresiones de magnitudes de la misma naturaleza, los prefijos no deben ser mezclados, a menos que el valor numérico de las magnitudes justifique una diferencia.	15 mm de longitud X 10 mm de altura. 5 mm de diámetro por 10 m de longitud.	5 mm de longitud X 0,01 m de altura. 5 mm de diámetro X 10 000 mm de longitud.
36	Solamente en los casos siguientes se admite la contracción del nombre del prefijo al anteponerse al nombre de la unidad.	megohm kilohm hectárea	megaohm kiloohm
37	Los prefijos giga (109) y tera (1012) deben ser usados cuando se presten a confusión el término "billón" que en unos países representa un millar de millones (como EUA) y en otros un millón de millones (como en México), por lo tanto, los términos "billón", "trillón", etc., no se recomiendan en la literatura técnica.	1 teraohm	1 billón de ohm
38	Los valores numéricos serán expresados, cuando así correspondan, en decimales y nunca en fracciones. El decimal será precedido de un cero cuando el número sea menor que la unidad.	1,75 m 0,5 kg	1 3/4 m ½ kg
39	Se recomienda generalmente que los prefijos sean seleccionados de tal manera que los valores numéricos que le anteceden se sitúen entre 0,1 y 1 000.	9 Gg 1,23 nA 204 µN	9 000 000 kg 0,001 23 µA 0,000 204 N
40	Otras recomendaciones cuyas reglas específicas no se indican pero que es conveniente observar.	20 mm x 30 mm x 40 mm 200 mm a 300 mm 0 V a 50 V (35,4 ± 0,1) m 35,4 m ± 0,1 m Ur = 3 x 10-6 25 cm3 TΩ MΩ	20 x 30 x 40 mm 200 a 300 mm 0 – 50 V 35,4 ± 0,1 m 35,4 m ± 0,1 Ur = 3 ppm 25 cc Tohm Mohm

[1] La NOM-SCFT-2001 indica el uso de las unidades "revoluciones por minuto" (r/min) y "revoluciones por segundo" (r/s) para la frecuencia rotacional.

202.3 Reglas adicionales de escritura.

202.3.1 Reglas para la escritura del signo decimal y los números:

Regla	Enunciado	Ejemplo
Signo decimal	El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,). Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero [2]	70,250 0,468
Números	Los números deben ser impresos generalmente en tipo romano (recto); para facilitar la lectura con varios dígitos, estos deben ser separados en grupos, preferentemente de tres en tres, contando el signo decimal a la derecha y a la izquierda. Los grupos deben ser separados por un espacio, nunca por una coma, un punto u otro medio, en los números de cuatro cifras se puede omitir este espacio.	943,056 7 801 234,539 0,542 4750

[2] La Norma Oficial Mexicana **NOM-008-SCFI-1993**, establece como separador la coma decimal. La Norma Internacional ISO-31 parte 0:1992 reconoce que en el idioma inglés se usa frecuentemente el punto, pero de conformidad con la decisión del Consejo de la ISO, se acepta exclusivamente la coma como separador decimal en todos los documentos ISO.

En la resolución 10 de la 22ª CGPM (2003) se establece que el símbolo de separador decimal puede ser la coma o el punto sobre la línea, según el lenguaje y reafirma que para facilitar la lectura, los números pueden ser separados en grupos de tres cifras, los cuales nunca deberán diferenciarse utilizando puntos o comas. Debido a esto, la tendencia en los círculos técnicos y científicos en México, para usar el punto como separador decimal se requiere el cambio de la **NOM-008-SCFI-2002** que, por otra parte, debe ser congruente con la normatividad que establecen los organismos internacionales.

202.3.2 Reglas para la escritura de fechas por medio de dígitos:

Regla	Fecha	Ejemplo
Se utilizan dos o cuatro caracteres para el año, dos para el mes y dos para el día, en ese orden.	9 de julio de 1996	1996-07-09 ó 96-07-09
	12 de noviembre de 1997	1997-11-12 ó 97-11-12
	3 de enero de 2000	2000-01-03 ó 00-01-03

202.3.3 Reglas para expresar el horario del día:

Reglas	Ejemplo correcto	Ejemplo incorrecto
Se debe utilizar el sistema de 24 horas con dos dígitos para los minutos y dos dígitos para los segundos. En los intermedios de indica el símbolo de la unidad.	20 h 00	8 PM
	09 h 30	9:30 hrs
	12 h 40 min 30	12 h 40´ 30

NOTA: Para otras formas de expresión consúltese ISO 8601.

202.4 Algunos errores comunes.

202.4.1 Castellanización de nombres: Es contrario al carácter universal del SI.

Correcto	Incorrecto
watt	Vatio
ampere	amperio
volt	voltio
ohm	ohmio
vóltmetro	voltímetro
ampérmetro	amperímetro

202.4.2 Confusión con unidades mal expresadas:

Se recomienda	NO se recomienda
tensión eléctrica, diferencia de potencial, fuerza electromotriz, potencial eléctrico.	voltaje
corriente eléctrica.	amperaje
frecuencia.	ciclaje
distancia en kilómetros.	kilometraje
potencia, flujo energético.	wattaje

202.4.3 Utilización de términos no adecuados o incorrectamente traducidos:

Se recomienda	NO se recomienda
alcance	rango
patrón, nivel, modelo, prototipo	estandar [3]
norma, referencia, primario, normalizado	
verificar, inspeccionar	checar
interruptor	switch
cuadrante, escala	dial
calibre, calibrador	gauge
indicador electrónico, pantalla	display

202.5 Magnitudes y unidades.

El SI cubre todo el campo del conocimiento del hombre. En esta sección se mencionan las magnitudes, las unidades, así como sus correspondientes símbolos en 10 ramas de la física.

En las tablas que se describen a continuación los números de la columna de la izquierda corresponden con sus homólogos de la Norma Internacional ISO 31en la que se basa esta sección.

Las unidades subrayadas con línea punteada no son del SI, pero se toleran para utilizarse con dicho sistema según ISO 31.

Las magnitudes adimensionales son magnitudes que cuando se expresan como el producto de factores que representan una potencia de las magnitudes de base, estos factores tienen todos sus exponentes reducidos a cero; es decir, son magnitudes formadas por el cociente de magnitudes de la misma naturaleza.

Por ejemplo:

estado 1 kg*m2*s-2

Eficiencia = ---------- = $\frac{\text{Energía}}{\text{Energía}}$ =
kg0*m0*s0 = 1

estado 2 kg*m2*s-2

En las tablas se identifica como unidad de las magnitudes adimensionales el nombre genérico 1 y como su símbolo 1 (uno).

202.5.1 Magnitudes y unidades de espacio y tiempo.

Núm.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la unidad	Símbolo internacional de la unidad
1-1	ángulo	□□□□□□□□□□□□	radián grado minuto segundo	rad ° ′ ″
1-2	ángulo sólido	Ω	esterradián	sr

1-3.1 1-3.2 1-3.3 1-3.4 1-3.5 1-3.6 1-3.7 1-3.8 1-3.9 1-3.10	longitud ancho altura espesor radio diámetro longitud de trayectoria distancia coordenadas cartesianas radio de curvatura	l, L b h d, □ r, R d, D s d, r x, y, z □	metro	m
1-4	curvatura	x	metro a la menos uno	m-1
1-5	área	A, (S)	metro cuadrado	m3
1-6	volumen	V	metro cúbico litro	m3 l, L
1-7	tiempo intervalo de tiempo duración	t	segundo minuto hora día	s min h d
1-8	velocidad angular	□	radián por segundo	rad/s
1-9	aceleración angular	□	radián por segundo al cuadrado	rad/s2
1-10	velocidad	v, c, u, w	metro por segundo	m/s
1-11.1 1-11.2 1-11.3	aceleración aceleración de caída libre aceleración debida a la gravedad	a g	metro por segundo al cuadrado	m/s2

202.5.2 Magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y conexos.

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
2-1	Periodo Tiempo periódico	*T*	Segundo	s
2-2	Constante de tiempo de una magnitud que varia exponencialmente	r	Segundo	s
2-3.1 2-3.2	Frecuencia Frecuencia de rotación	*F,v* *n*	Hertz Segundo a la menos uno	Hz s^{-1}
2-4	Frecuencia angular Pulsatancia	*ω*	Radian por segundo	Rad/s
2-5	Longitud de la onda	λ	Segundo a la menos uno	s^{-1}
2-6	Numero de onda	*σ*	Metro	m
2-7	Numero de onda angular	*k*	Metro a la menos uno	m^{-1}
2-8.1 2-8.2	Velocidad de fase Velocidad de grupo	*c, v* *cφ, vφ* *c, v,*	Radian por metro Metro por segundo	rad/m m^{-1} m/s
2-9	Magnitud del nivel de un campo	L_p	Neper bel	Np B
2-10	Magnitud del nivel de potencia	L_p	Neper bel	Np B
2-11	Coeficiente de amortiguamiento	*S*	Segundo a la menos uno Neper por segundo	s^{-1} Np/s
2-12	Decremento logarítmico	*A*	Neper	Np m^{-1}
2-13.1 2-13.2 2-13.3	Coeficiente de atenuación Coeficiente de fase Coeficiente de propagación	*α* *β* *γ*	Metro a la menos uno	m^{-1}

202.5.3 Magnitudes y unidades de mecánica.

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
3-1	Masa	*m*	Kilogramo Tonelada	Kg T
3-2	Masa volúmica densidad	*p*	Kilogramo por metro cúbico Tonelada por metro cúbico Kilogramo por litro	Kg/m^3 t/m^3 kg/L
3-3	Masa volúmica relativa, densidad relativa	*d*	Uno	1
3-4	Volumen másico, volumen especifico	*v*	Metro cúbico por kilogramo	m^3/kg
3-5	Densidad lineal, masa lineal	p_1	kilogramo por metro	Kg/m
3-6	Densidad de superficie	*I , J*	kilogramo por metro cuadrado	Kg/m^2
3-7	Momento de inercia	*p*	kilogramo metro cuadrado	$Kg \cdot m^2$
3-8	Momentum	*F* *F,(G),(P),(W)*	Kilogramo metro cuadrado por segundo	kg · m/s
3-9.1 3-9.2	Fuerza Peso	*I*	Newton	N
3-10	Impulso	*L*	Newton segundo	N · s
3-11	Momento momentum, Momentum angular	*M* *M* *M,T*	kilogramo por metro cuadrado por segundo	$kg \cdot m^2/s$
3-12.1 3-12.2 3-12.3	Momento de una fuerza Momento de un par Par torsional	*H*	Newton metro	N · m
3-13	Impulso angular	*G,(f)*	Newton por segundo	N · m · s
3-14	Constante gravitacional	*p*	Newton metro cuadrado por kilogramo cuadrado	$N \cdot m^2/kg^2$
3-15.1 3-15.2 3-15.3	Presión Esfuerzo normal Esfuerzo cortante	σ Γ	pascal	Pa
3-16.1 3-16.2 3-16.3	deformación lineal deformación angular deformación de volumen	*E, e* *Y* *9*	Uno	1
3-17	coeficiente de Poisson Número de Poisson	μ, *v*	Uno	1
3-18 3-28.2 3-18.3	módulo de elasticidad módulo de corte, módulo de rigidez módulo de compresión	*E* *G* *k*	pascal	Pa
3-19	Compresibilidad	*N*	Pascal a la menos uno	Pa^{-1}
3-20.1 3-20.2	Momento segundo de área (momento segundo axial área) Momento segundo polar de área.	I_Q *(I)* I_Q	Metro a la cuarta potencia	m^4
3-21	Módulo de sección	*Z, W*	Metro cubico	m^3
3-22.1 3-22.2	Factor de fricción dinámica Factor de ficción estática	μ, *(F)* μ, *(Fc)*	Uno	1
3-23	Viscosidad, (viscosidad dinámica)	η,(μ)	Pascal segundo	Pa°s
3-24	Viscosidad cinemática	*v*	Metro cuadrado por segundo	m^2/s
3-25	Tensión superficial	*y* , σ	Newton por metro	N/m
3-26.1 3-26.2 3-26.3 3-26.4	Energía Trabajo Energía potencial Energía cinética	*E* *W, (A)* E_Q, *V*, ϕ *Ek T*	joule	J
3-27	Potencia	*P*	watt	W
3-28	Eficiencia	η	uno	1
3-29	Gasto masa	q_m	Kilogramo por segundo	Kg/s
3-30	Gasto volumétrico	q_v	Metro cúbico por segundo	m^3/s

202.5.4 Magnitudes y unidades de calor.

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
4-1	Temperatura termodinámica	*T, (Θ)*	kelvin	K
4-2	Temperatura Celsius	*г, 9*	Grados Celsius	°C
4-3.1 4-3.2 4-3.3	Coeficiente de expansión lineal Coeficiente de expansión cúbica Coeficiente de presión relativa	α_l *α, α, (y)* *αv*	Kelvin a la menos uno	K^{-1}
4-4	Coeficiente de presión	*β*	Pascal por kelvin	Pa/k
4-5.1 4-5.2	Comprensibilidad isotérmica Compresibilidad isentrópica	*Np* *NQ*	Pascal a la menos uno	Pa^{-1}
4-6	Calor, Cantidad de calor	*Q*	Joule	J
4-7	Relación de flujo de calor	*ϕ*	Watt	W
4-8	Relación de flujo de calor por área, densidad de flujo de calor	*q, ϕ́*	Watt por metro cuadrado	W/m^2
4-9	Conductividad térmica	*λ (N)*	Watt por metro kelvin	W/(m · k)
4-10.1 4-10.2	Coeficiente de transferencia de calor Coeficiente de transferencia de calor de la superficie	*K, (k)* *h,(α)*	Watt por metro cuadrado kelvin	$W/(m^2 \cdot k)$
4-11	Aislamiento térmico, Coeficiente de aislamiento térmico	*M*	Metro cuadrado Kelvin por watt	$m^2 \cdot K/W$
4-12	Resistencia térmica	*R*	Kelvin por Watt	K/W
4-13	Conductancia térmica	*G*	Watt por kelvin	W/K
4-14	Difusividad térmica	*a*	Metro cuadrado por segundo	m^2/s
4-15	Capacidad calorífica	C	Joule por kelvin	J/K
4-16.1	Capacidad calorífica másica, Capacidad calorífica especifica	*C*	Joule por kilogramo kelvin	J/(kg. k)
4-16.2	Capacidad calorífica másica a presión constante Capacidad calorífica especifica a presión constante	*Cp*		
4-16.3	Capacidad calorífica volumen constante, Capacidad calorífica específica a volumen constante	*C*г		
4-16.4	Capacidad calorífica masiva a saturación, Capacidad calorífica especifica saturación	*Cm*		
4-17.1 4-17.2	Relación de capacidad caloríficas másicas, Relación de capacidades caloríficas especificas Exponente isentropico	*y* *N*	uno	1
4-18	Entropía	S	Joule por kelvin	J/K
4-19	Entropía másica, Entropía especifica	s	Joule por kilogramo kelvin	J/(kg·k)
4-20.1 4-20.2 4-20.3 4-20.4	Energía Energía termodinámica Entalpia Energía libre helmholtz Función helmholtz	E U H A,F G	joule	J
4-20.5	Energía libre Gibbs , función Gibbs			
4-21.1	energía másica, energía específica	*e*	joule por kilogramo	j/kg
4-21.2	energía termodinámica másica, energía termodinámica específica,	*u*		
4-21.3	entalpía másica, entalpía específica	*h*		
4-21.4	energía libre másica Helmholtz, energía libre específica Helmholtz, función específica Helmholtz	*af*		
4-21.5	energía libre másica Gibbs, energía libre específica Gibbs, función específica Gibbs	*g*		
4-22	función Massieu	*J*	Joule por Kelvin	J/K
4-23	fución Planck	*Y*	Joule por Kelvin	J/K

202.5.5 Magnitudes y unidades de electricidad y magnetismo.

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
5-1	corriente eléctrica	I	ampere	A
5-2	carga eléctrica, cantidad de electricidad	Q	coulomb	C
5-3	carga volúmica, densidad de carga	$p, (n)$	coulomb por metro cúbico	C/m^3
5-4	densidad de carga de la superficie	σ	coulomb por metro cuadrado	C/m^2
5-5	intensidad de campo eléctrico	E	volt por metro	V/m
5-6.1 5-6.2 5-6.3	potencial eléctrico, diferencia potencial, tensión, fuerza electromotriz	V, ϕ $U, (V)$ E	volt	V
5-7	densidad de flujo eléctrico	D	coulomb por metro cuadrado	C/m^2
5-8	flujo eléctrico	ψ	coulomb	C
5-9	capacitancia	C	farad	F
5-10.1 5-10.2	permitividad constante eléctrica, permitividad del vacio	ε ε_v	farad por metro	F/m
5-11	permitividad relativa	ε г	uno	1
5-12	susceptibilidad eléctrica	$x\ x$	uno	1
5-13	polarización eléctrica	p	coulomb por metro cuadrado	C/m^2
5-14	momento dipolo eléctrico	$p, (p)$	coulomb metro	C·m
5-15	densidad de corriente eléctrica	$J, (S)$	ampere por metro cuadrado	A/m^2
5-16	corriente eléctrica lineal, densidad lineal de corriente eléctrica	$A, (a)$	ampere por metro	A/m
5-17	intensidad de campo magnético	H	ampere por metro	A/m
5-18.1 5-18.2 5-18.3	diferencia de potencial magnético fuerza magnetomotriz corriente totalizada	$U\infty\ (U)$ F, F_∞ Θ	ampere	A
5-19	Densidad de flujo magnética, inducción magnética	β	Tesla	T
5-20	Flujo magnético	Φ	Weber	Wb
5-21	Potencial del vector magnético	A	Weber por metro	Wb/m
5-22.1 5-22.2	Autoinductancia Inductancia mutua	L M, Lmn	henry	H
5.-23.1 5-23.2	Coeficiente de acoplamiento Coeficiente de dispersión	$K, (N)$ σ	Uno	1
5-24.1 5-24.2	Permeabilidad Constante magnética Permeabilidad del vacio	μ μo	henry por metro	H/m
5-25	Permeabilidad relativa	μ_Γ	Uno	1
5-26	Susceptibilidad magnética	$N, (Zm)$	Uno	1
5-27	Momento magnético Momento electromagnética	m	Ampere metro cuadrado	$A \cdot m^2$
5-28	Magnetización	$M, (H_1)$	Ampere por metro	A/m
5-29	Polarización magnético	$J, (B_1)$	Tesla	T
5-30	Energía electromagnética volúmica, densidad de energía electromagnética	w	Joule por metro cúbico	J/m^3
5-31	Vector de Poynting	S	watt por metro cuadrado	W/m^2
5-32.1 5-32.2	Velocidad de fase de ondas electromagnéticas Velocidad de ondas electromagnéticas en el vacio	C c, c_n	Metro por segundo	m/s
5-33	Resistencia (a la corriente directa)	R	ohm	Ω
5-34	Conductancia (para corriente directa)	G	siemens	S
5-35	Potencia (para corriente eléctrica)	P	Watt	W
5-36	resistividad	p	Ohm metro	Ω · m
5-37	conductividad	γ, σ	Siemens por metro	S/m

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
5-38	Reluctancia	*R, Rm*	Henry a la menos uno	H^{-1}
5-39	Permeancia	*(P)*	Henry	H
5-40.1 5-40.2	Número de vueltas en un devanado Número de fases	*N* *m*	uno	1
5-41.1 5-41.2	Frecuencia Frecuencia de rotación	*f,v* *n*	Hertz Segundo a la menos uno	HZ s^{-1}
5-42	Frecuencia angular Pulsatancia	*ω*	Radian por segundo Segundo a la menos uno	Rad
5-43	Diferencia de fase	*ψ*	Radián	Rad
5-44.1 5-44.2 5-44.3 5-44.4	Impedancia,(impedancia compleja) Módulo de impedancia (impedancia) Resistencia (a la corriente alterna) reactancia	*Z* *(Z)* *R* *X*	Ohm	Ω
5-45.1 5-45.2 5-45.3 5-45.4	Admitancia (admitancia compleja) Módulo de admitancia (admitancia) Conductancia (para corriente alterna) Susceptancia	*Y* *(Y)* *G* *B*	siemens	S
5-46	Factor de calidad	*Q*	Uno	1
5-47	Factor de perdida	*d*	Uno	1
5-48	Ángulo de pérdida	*S*	Radian	Rad
5-49	Potencia activa	*P*	Watt	W
5-50.1 5-50.2	Potencia aparente Potencia reactiva	*S (P)* *Q, Po*	Volt ampere	V·A
5-51	Factor de potencia	*λ*	Uno	1
5-52	Energía activa	*W, (WP)*	joule	J

202.5.6 Magnitudes y unidades de luz y radiaciones electromagnéticas relacionadas.

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
6-1	Frecuencia	f, v	hertz	Hz
6-2	Frecuencia angular	ω	Radian por segundo Segundo a la menos uno	rad/s s^{-1}
6-3	Longitud de onda	λ	metro	m
6-4	Numero de onda	σ	Metro a la menos uno	m^{-1}
6-5	Numero de onda angular	k	Radian por metro Metro a la menos uno	rad/m m^{-1}
6-6	Velocidad de ondas electromagnéticas en el vacio	c, cσ	Metro por segundo	m/s
6-7	Energía radiante	Q, W, (U),(Q)	joule	J
6-8	Densidad de energía radiante	w, (u)	Joule por metro cubico	J/m^2
6-9	Concentración espectral de densidad de energía radiante (en termino de longitud de onda), densidad de energía radiante espectral (en termino de longitud de onda)	wλ	Joule por metro a la cuarta potencia	J/m^4
6-10	Potencia radiante, flujo de energía radiante	P,Φ, (Φ)	watt	W
6-11	Fluencia de energía radiante	ψ	Joule por metro cuadrado	J/m^2
6-12	Relación de fluencia de energía radiante	Φ, ψ	Watt po metro cuadrado	W/m^2
6-13	Intensidad radiante	I, (L)	Watt por esterradián	W/sr
6-14	Radiancia	L,(L)	Watt por esterradian metro cuadrado	$W(sr \cdot m^2)$
6-15	Exitancia radiante	M, (M)	Watt por metro cuadrado	W/m^2
6-16	Irradiancia	E, (E)	Watt por metro cuadrado	W/m^2
6-17	Exposición radiante	H,(H)	Joule por metro cuadrado	J/m^2
6-18	Constante de Stefan- Boltzman	σ	Watt por metro cuadrado Kelvin a la cuarta potencia	$W(m^2.K^4)$
6-19	rimera constante de radiación	c_1	Watt metro cuadrado	$W \cdot m^2$

No	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
6-20	Segunda constante de radiación	C_2	Metro kelvin	m·K
6-21.1 6-21.2 6-21.3	Emisividad Emisividad espectral, Emisividad a una longitud de onda especificada Emisividad espectral direccional	ε ε(λ) ε(λ,θ,Φ)	uno	1
6-22	Numero del fotón	N_p Q_p Q	uno	1
6-23	Flujo de fotones	Φ λ, Φ	Segundo a la menos uno	S^{-1}
6-24	Intensidad de fotón	I,I	Segundo reciproco por esterradian	S^{-1}/Γ
6-25	Radiancia del fotón, Luminancia del fotón	L_p,L	Segundo a la menos uno por esterradian metro cuatrado	$s^{-1}(sr.m^2)$
6-26	Exitancia del fotón	M_p,M	Segundo a la menos uno por metro cuatrado	s^{-1}/m^2
6-27	Irradiancia del fotón	E_p, E	Segundo reciproco por metro	s^{-1}/m^{-2}
6-28	Exposición del fotón	H_p, H	Metro cuadrado reciproco	m^{-2}
6-29	Intensidad luminosa	I,(Iv)	Candela	cd
6-30	Flujo luminoso	Φ,(Φ)	Lumen	1m
6-31	Cantidad de luz	Q,(Q)	Lumen segundo Lumen hora	1m.s 1m.h
6-32	Luminancia	L,(L)	Candela por metro cuadrado	cd/m^2
6-33	Exitancia luminosa	M,(M)	Lumen por metro cuadrado	$1m/m^2$
6-34	Iluminancia	E,(E)	lux	1x
6-35	Exposición de luz	H	lux segundo lux hora	1x.s 1x.h
6-36.1 6-36.2 6-36.3	Eficacia luminosa Eficacia luminosa espectral Eficacia luminosa a una longitud de onda especificada Eficacia luminosa espectral máxima	K K(λ) Km	lumen por watt	1m/W
6-37.1 6-37.2	Eficacia luminosa Eficacia luminosa espectral Eficacia luminosa a una longitud de onda especificada	V V(λ)	uno	1
6-38	Funciones colorimétricas IEC	X(λ), Y(λ),Z(λ)	uno	1
6-39	Coordenadas tricromáticas	X, y, z	uno	1
6-40.1 6-40.2 6-40.3 6-40.4	Factor de absorción espectral, Absorbancia espectral, Factor de reflexión espectral Reflectancia espectral Factor de transmisión espectral Transmitancia espectral Factor de radiancia espectral	α(λ) p(λ) t(λ) B(λ)	uno	1
6-41	Densidad óptica	D(λ)	uno	1
6-42.1 6-42.2	Coeficiente de atenuación lineal Coeficiente de extinción lineal Coeficiente de absorción lineal	μ , μ a	Metro a la menos uno	m^{-2}
6-43	Coeficiente de absorción molar	k	Metro cuadrado por mol	m^2/mol
6-44	Índice de refracción	n	Uno	1
6-45.1 6-45.2 6-45.3	Distancia del objeto Distancia de la imagen Distancia focal	P P' f	Metro	m
6-46	Vergencia, Potencia del lente	1/f	Metro a la menos uno	m^{-1}

202.5.7 Magnitudes y unidades acústicas.

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
7-1	Periodo Tiempo periódico	T	Segundo	s
7-2	Frecuencia	F,v	Hertz	Hz
7-3	Intervalo de frecuencia		Octava	
7-4	Frecuencia angular Pulsatancia	(x)	Radian por segundo Segundo a la menos uno	rad/s s^{-2}
7-5	Longitud de onda	λ	metro	m
7-6	Repetencia, Numero de onda	σ	Metro a la menos uno	m^{-1}
7-7	Repetencia angular, Numero de onda angular	k	Radian pro metro Metro a la menos uno	rad/m
7-8	Masa volúmica, densidad	p	Kilogramo por metro cubico	Kg/m^2
7-9.1 7-9.2	Presión estática Presión del sonido (instantánea)	P p, p	pascal	Pa
7-10	Desplazamiento (instantáneo) de una partícula sonora	(x)	metro	m
7-11	Velocidad instantánea de una partícula sonora	u,v	Metro por segundo	m/s
7-12	Aceleración instantánea de una particular sonora	a	Metro por segundo al cuadrado	m/s^2
7-13	Gasto volumétrico (instantáneo)	q,(U)(q)	Metro cubico por segundo	m^2/s
7-14.1 7-14.2	Velocidad del sonido. (velocidad de fase) Velocidad de grupo	c, (c) c	Metro por segundo	m/s
7-15	Densidad de energía del sonido Energía volúmica del sonido	w (w)(e)	Joule por metro cúbico	J/m^2
7-16	Potencia sonora	P,P	watt	W
7-17	Intensidad del sonido	I, J	Watt por metro cuadrado	W/m^2
7-18	Impedancia acústica	Z	Pascal segundo por metro cúbico	$Pa\ s/m^3$
7-19	Impedancia mecánica	Z	Newton segundo por metro	N. s/m
7-20.1 7-20.2	Densidad de superficie de la impedancia mecánica Impedancia característica de un medio	Z Z	Pascal segundo por metro	Pa. s/m
7-21	Nivel de presión sonora	L	Bel	B
7-22	Nivel de presión sonora	L	bel	B
7-23	Coeficiente de amortiguamiento	S	Segundo a la menos uno	s^{-1}
			Neper por segundo	Np/s
7-24	Constante de tiempo, Tiempo de relajación	R	Segundo	S
7-25	Decremento logarítmico	λ	Neper	Np
7 -26.1 7.26.2 7.26.3	Coeficiente de atenuación Coeficiente de fase Coeficiente de propagación	α β y	Meto a la menos uno	m^{-1}
7-27.1 7-27.2 7-27.3 7-7.4	Factor de disipación disipancia Factor de reflectacia Factor de transmisión, transmitancia Factor de absorción, absorbancia	S, ψ R, (p) R α, α	Uno	1
7-28	Índice de reducción del sonido	R	Bel	B
7-29	Área de absorción equivalente de una superficie u objeto	A	Metro cuadrado	m^2
7-30	Tiempo de reverberación	T	segundo	S
7-31	Nivel de sonoridad	L	Fono	
7-32	sonoridad	N	sono	

202.5.8 Magnitudes y unidades de fisicoquímica y física nuclear.

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
8-1.1 8-1.2	Masa atómica relativa Masa molecular relativa	A M	uno	1
8-2	Número de moléculas u otras entidades elementales	N	uno	1
8-3	Cantidad de substancia	N (v)	mol	Mol
8-4	Constante de Avogadro	L, N	Mol a la menos uno	Mol^{-1}
8-5	Masa molar	M	Kilogramo por mol	Kg/mol
8-6	Volumen molar	Vm	Metro cúbico por mol	m^3/mol
8-7	Energía termodinámica molar	Um	Joule por mol	J/mol
8-8	Capacidad calorífica molar	Cm	Joule por mol kelvin	J/(mol*k)
8-9	Entropía molar	Sm	Joule por mol kelvin	J/(mol*k)
8-10.1 8-10.2	Densidad numérica de moléculas (o particular) Concentración molecular de B	n C	Metros a la menos tres	m^{-3}
8-11.1	Masa volúmica, densidad	P	Kilogramo por metro cubico	kg/m^3
8-11-2	Concentración másica de B	Pa	Kilogramo por litro	Kg/L
8-12	Fracción masa de B	Wg	uno	1
8-13	Concentración de B Concentración de cantidad de substancia de B	Cg	Mol por metro cúbico Mol por litro	Mol/m^3 Mol/L
8-14.1 8-14.2	Fracción molara de B Relación molar de soluto B	Xw (Ym) Yx	uno	1
8-15	Fracción volumen de B	ϕs	uno	1
8-16	molalidad de soluto B	By M	Mol por kilogramo	Mol/kg
8-17	Potencia químico de B	M	Joule por mol	J/mol
8-18	Actividad absoluta de B	λα	uno	1
8-19	Presión parcial de B (en una mezcla gaseosa)	*Pa*	Pascal	Pa
8-20	Fugacidad de B (en una mezcla gaseosa)	*Pa,(f g)*	pascal	Pa
8-21	Actividad absoluta normal de B (en una mezcla gaseosa)	λ^{Θ} *g*	uno	1
8-22.1 8-22.2	Coefici3nte de actividad de B (en una mezcla sólida o liquida) Actividad de absoluta normal de B (en una mezcla solida o liquida)	*Fe* λ^{Θ} *g*	uno	1
8-23	Actividad de soluto B, Actividad relativa de soluto B (especialmente en una solución diluida liquida)	*α gαm β*	uno	1
8-24.1 8-24.2	Coeficiente de actividad de soluto B (especialmente en una solución diluida liquida) Actividad absoluta normal del soluto B (especialmente en una solución liquida diluida)	*Yx* *Λθb* *72*	uno	1
8-25.1 8-25.2 8.25-3	Actividad del solvente A Actividad relativa del solvente A (Especialmente en una disolución liquida diluida) Coeficiente obsmótico (especialmente en un solución liquida diluida) Actividad absoluta normal del solvente especialmente en una solución liquida diluida	*α* *ψ* *λ*	uno	1

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
8-26	Presión osmótica	Π	Pascal	Pa
8-27	Numero Estetiometrico de B	Vg	Uno	1
8-28	Afinidad (de una reacción química)	A	Joule/mol	J/mol
8-29	Extensión de la reacción		Mol	mol
8-30	Constante de equilibrio normal	K^{Θ}	Uno	1
8-31	Masa de una molécula	m	Kilogramo Unidad de masa atómica unificada	Kg U
8-32	Momento vipolo eléctrico de una molécula	P,μ	Coulomb metro	C·m
8-33	Polarizabilidad eléctrica de una molécula	α	Coulomb por metro cuadrado por volt	$C.m^2/V$
8-34.1 8-34.2 8-34.3 8-34.4	Función de participación micro canónica Función de participación canónica Función de participación gran canonica Función de participación molecular, función de una participación de una molécula	Ω Q,Z E Q	Uno	1
8-35	Peso estático	G	Uno	1
8-36	Constante molar de los gases	R	Joule por mol kelvin	J/(mol· K)
8-37	Constante de Boltzmann	k	Joule por kelvin	J/K
8-38	Trayectoria libre media	I,λ	Metro	m
8-39	Coeficiente de difusión	D	Metro cuadrado por segundo	m^2/S
8-40.1 8-40.2	Relación de difusión térmica Factor de difusión térmica	Kr αr	Uno	1
8-41	Coeficiente de difusión térmica	Dr	Metro cuadrado por segundo	C
8-42	Numero de protón	Z	Uno	1
8-43	Carga elemental		Coulomb	C
8-44	Numero de carga de guion	Z	Uno	1
8-45	Constante de faraday	F	Coulomb por mol	C/mol
8-46	Esfuerzo guinico	I	Mol por kilogramo	Mol/kg
No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
8-47	Grado de disociación	α	uno	1
8-48	Conductividad electrolítica	N,σ	Siemens por metro	S/m
8-49	Conductividad molar	Λ	Siemens metro por cuadrado por mol	$S.m^2/mol$
8-50	Numero de transporte del ion B	t	uno	1
8-51	Angulo de rotación óptica	α	radian	rad
8-52	Potencia rotatoria óptica molar	α	Radian metro cuadrado por mol	$Rad.m^2/mol$
8-53	Potencia rotatoria óptica másica Potencia rotatoria óptica especifica	α	Radian metro cuadrado por kilogramo	$Rad.m^2/kg$

202.5.9 Magnitudes y unidades de física atómica y nuclear.

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
9-1	Numero de protón Numero atómico	*Z*	uno	1
9-2	Numero de neutrón	*N*	uno	1
9-3	Numero de nucleón Numero de masa	*A*	uno	1
9-4 9-4.2	Masa de un átomo(de un nuclido X) Masa nuclidica Constante de masa atómica unificada	*m, m(X)* *m*	Kilogramo Unidad de masa atómica unificada	Kg u

9-5.1 9-5.2 9-5.3	Masa del electrón (en reposo) Masa del protón (en reposo) Masa del neutrón (en reposo)	*m* *m* *m*	Kilogramo Unidad de masa atómica unificada	Kg u
9-6	Carga elemental	*e*	Coulomb	C
9-7	Constante de Plank	*h*	Joule por segundo	J.s
9-8	Radio de Boht	*a*	Metro	m
9-9	Constante de Rydberg	*R*	Metro a la menos uno	m^{-1}
9-10	Energía Hartree	*E*	Joule	J
9-11.1 9.11.2 9.11.3	Momento magnético de partícula o núcleo Magnetón de Bohr Magnetón nuclear	μ $\mu\theta$ μN	Ampere metro cuadrado	$A.m^2$
9-12	Coeficiente giro magnético (relación giromagnetica)	*y*	Ampere metro cuadrado por joule segundo	$A.m^2(J.s)$
9-13.1 9-13.2	Factor g de átomo o electrón Factor g de núcleo o partícula nuclear	*q* *q*	uno	1
9-14.1 9-14.2	Frecuencia angular de Larmor Frecuencia angular de precesión nuclear	ω ω	Radian por segundo Segundo a la menos uno	Rad/s s^{-1}
9-15	Frecuencia angular del ciclotrón	ω	Radian por segundo Segundo a la menos uno	Rad/s s^{-1}
9-16	Momento cuadrupolo nuclear	*Q*	Metro cuadrado	m^2
9-17	Radio nuclear	R	Metro	m
9-18	Número cuántico del momento angular orbital	L, L	Uno	1
9-19	Número cuántico del momento angular del espín	h, S	uno	1
9-20	Número cuántico del momento angular total	H,J	uno	1
9-21	Número cuántico del espín nuclear	I	uno	1
9-22	Número cuántico de la estructura híperfina	F	uno	1
9-23	Número cuántico principal	n	uno	1
9-24	Número cuántico magnético	m, M	uno	1
9-25	Constante de estructura fina	α	uno	1
9-26	Radio del electrón	r	metro	m
9-27	Longitud de onda Compton	λ	metro	m
9-28.1	Exceso de masa	Δ	kilogramo	kg
9-28.2	Defecto de masa	B	Unidad de masa atómica unificada	u
9-29.1 9-29.2	Exceso relativo de la masa Defecto relativo de la masa	Δ B	uno	1
9-30.1 9-30.1	Fracción de empaquetamiento Fracción de enlace	F b	uno	1
9-31	Vida media	r	segundo	s
9-32	Ancho de nivel	Γ	Joule electronvolt	J eV
9-33	Actividad	A	Becquerel	Bq
9-34	Actividad másica Actividad especifica	α	Becquerel por kilogramo	Bq/kg
9-35	Actividad volúmica, Concentración de actividad	c	Becquerel por metro cubico	Bq/m^3

202.5.10 Magnitudes y unidades de reacciones nucleares y radiaciones ionizantes.

No.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo Internacional de la unidad
10-1	Energía de reacción	Q	Joule electronvolt	J eV
10-2	Energía de resonancia	E, E_{res}	Joule electronvolt	J eV
10-3	Sección transversal Sección transversal total	σ σ σ_{tE}	Metro cuadrado	m^2

10-4	Sección transversal angular	σa	Metro cuadrado por esterradián	m^2/sr
10-5	Sección transversal espectral	σ	Metro cuadrado por joule	m^{-1}
10-6	Sección transversal angular espectral	σ	Metro cuadrado por esterr adián joule	$m^2(sr.J)$
10.7.1 10.7.2	Sección transversal volúmica Sección transversal macroscópica Sección transversal volúmica total Sección transversal total macroscopica	Σ Σ ΦΦ Σ	Metro cuadrado a la menos uno	m^{11}
10-8	Fluencia de partículas	Φ	Metro cuadrado a la menos dos	m^{-2}
10-9	Relación de fluencia de particulas	Q	Metro cuadrado a la menos dos por segundo	m^{-2}/s
10-10	Fluencia de energía	ψ	Joule por metro cuadrado	J/m^2
10-11	Relación de fluencia de energía (densidad de flujo de energía)	ψ	Watt por metro cuadrado	w/m^{22}
10-12	Densidad de corriente de partículas	J, (S)	Metro a la menos dos por segundo	m^{-2}/s
10-13	Coeficiente de atenuación lineal	μ, μ	Metro a la menos uno	m^{-1}
10-14	Coeficiente de atenuación másica	μ	Metro cuadrado por kilogramo	m^2/kg
10-15	Coeficiente de atenuación molar	μ_c	Metro cuadrado por mol	m^2/mol
10-16	Coeficiente de atenuación atómica	$\mu\ \mu$	Metro cuadrado	m^2
10-17	Espesor medio	$D_{1/2}$	Metro	m
10-18	Poder de frenado lineal total	S, St	Joule por metro Electronvolt por metro	J/m eV/m
10-19	Poder de frenado atómico total	S_a	Joule metro cuadrado Electronvolt metro cuadrado	J.m2 eV.m2
10-20	Poder de frenado másico total	S_m	Joule metro cuadrado por kilogramo Electronvolt metro cuadrado por kilogramo	J.m2/kg eV.m2/kg
10-21	Alcance lineal medio	R, R□	Metro	m
10-22	Alcance másico medio	$R, (R)_m$	Kilogramo por metro cuadrado	Kg/m^2
10-23	Ionización lineal por una partícula	N	Metro a la menos uno	m^{-1}
10-24	Ionización total por una partícula	N□	uno	J

202.6 Correspondencia entre unidades.

Cuando medimos una longitud y decimos que es igual a 25 m, esto expresa que una magnitud física Q es el producto del valor numérico {Q} y la unidad correspondiente [Q], es decir:

Q = {Q} . [Q] (1)

Ahora bien, si utilizamos una unidad diferente [Q′] para expresar la misma magnitud, que podrían ser yardas en nuestro ejemplo, habrá un cambio del valor numérico debido al cambio de la unidad y la ecuación (1) por lo tanto, se puede expresar:

Q = {Q′}. [Q′] (2)

Como la magnitud física es invariante, con las ecuaciones (1) y (2), se determina que la relación de los valores numéricos de la magnitud Q es inversamente proporcional a la relación de sus unidades:

De acuerdo con esto, se dice entonces que: [Q′] unidades de la magnitud Q corresponden a □ veces [Q] unidades de la misma magnitud y se expresa en la forma siguiente:

[Q′] □□ . [Q] (4)

Los valores de los factores de correspondencia □, conocidos en el lenguaje de uso común como "factores de conversión", son elementos imprescindibles en la comunicación dentro de las ciencias exactas y la ingeniería para expresar el valor de magnitudes de la misma naturaleza en diferentes unidades.

Los factores de correspondencia se indican en las tablas siguientes. Se ha considerado respetar el nombre de las unidades en el idioma inglés [13] para facilitar la práctica de su utilización.
Para mas información consúltese **201.3.**

202.6.1 Unidades escritas en inglés y sus símbolos.

Unidad	Símbolo de la Unidad
atmosphere, stantard	atm
atmosphere technical	at
barrel	bbl
british termal unit	BTU it

Unidad	Símbolo de la Unidad
Hourse power	hp
Inch	in
Kilopond	kp
Light year	Ly

british termal unit	BTU th
Bushel	bu
calorie	cal
chain	ch
day	d
debye	D
dyne	dyn
erg	erg
fluid ounce	fl oz
foot	ft
franklin	Fr
gal	Gal
gallon	gal
gilbert	Gi
gill	gi
gon	gon
grain	gr

Mile	mi
Nautic mile per hour	knot
Ounce	oz
Parsec	pc
Peck	pk
Pennyweight	dwt
Pint	pt
Pound	Ib
Quart	qt
Revolution	r
Slug	slug
Stere	st
Stilb	sb
Stokes	St
Ton assay	AT
Tonne	t
yard	yd

202.6.2 Unidades de aceleración.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
ft/s²	metro por segundo al cuadrado (m/s²)	3,048 000*E-01
free fall, standard (g)	metro por segundo al cuadrado (m/s²)	9,806 650*E+00
gal	metro por segundo al cuadrado (m/s²)	1,000 000*E-02
In/s²	metro por segundo al cuadrado (m/s²)	2,540 000*E-02

202.6.3 Unidades de ángulo.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
degree (angle)	radian (rad)	1,745 329*Ë-02
minute (angle)	radian (rad)	2,908 882*E-04
second (angle)	radian (rad)	4,848 137*E-06
gon	radian (rad)	1,570 796*E-02

202.6.4 Unidades de área.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
acre	metro cuadrado (m²)	4,046 873*E+03
are	metro cuadrado (m²)	1,000 000*E+02
barm	metro cuadrado (m²)	1,000 000*E-28
circular mil	metro cuadrado (m²)	5,067 075*E-10
ft² hectare	metro cuadrado (m²) metro cuadrado (m²)	9,290 304*E-02 1,000 000*E+04
in²	metro cuadrado (m²)	6,451 600*E-04
mi²(international)	metro cuadrado (m²)	2,589 988*E+06
mi²(U. S. statute)	metro cuadrado (m²)	2,589 988*E+06
yd²	metro cuadrado (m²)	8,361 274*E-01

202.6.5 Momento de flexión o par torsional por unidad de longitud.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
1bf·fl/in	Newton metro por metro (N·m/m)	5,337 866*E+01
1bf·in/in	Newton metro por metro (N·m/m)	4,448 222*E+00

202.6.6 Momento de flexión o par torsional.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Dyne-cm	Newton metro (N.m)	1,000 000*E-07
Kgf-m	Newton metro (N.m)	9,806 650*E+00
Ozf-in	Newton metro (N.m)	7,061 552*E-03
1bf-in	Newton metro (N.m)	1,129 848*E-01
1bf-ft	Newton metro (N.m)	1,345 818*E+00

202.6.7 Electricidad y magnetismo.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Abampere	Ampere (A)	1,000 000*E+01
Abcoulomb	Coulomb (C)	1,000 000*E+01
Abfarad	Farad (F)	1,000 000*E+09
Abhenry	Henry (H)	1,000 000*E-09
Abmho	Siemenc (S)	1,000 000*E+09
Abohm	Ohm (Ω)	1,000 000*E-09
Abvolt	Volt (V)	1,000 000*E-08
Ampere hour	Coulomb (C)	3,600 000*E+03
Biot(Bi)	Ampere (A)	1,000 000*E+01
EMU of capacitation	Farad (F)	1,000 000*E+09
EMU of current	Ampere (A)	1,000 000*E+01
EMU of electric potential	Volt (V)	1,000 000*E-08
EMU of inductanse	henry (H)	1,000 000*E-09
EMU of resistance	Ohm (Ω)	1,000 000*E-09
ESU of capacitance	Farad (F)	1,112 650*E-12
ESU of curre	Ampere (A)	3,335 641*E-10
ESU of electric potential	Volt (V)	2,997 925*E+02
ESU of inductante	Henry (H)	8,987 552*E+11
ESU of resistance	Ohm (Ω)	8,987 552*E+11
Farady vaseoncarbon-12	Coulomb (C)	9,648 531*E+04
franklin	Coulomb (C)	3,335 641*E-10
Gama	Tesla (T)	1,000 000*E-09
Gouss	Tesla (T)	1,000 000*E-04
gilbert	Ampere (A)	7,957 747*E-01

202.6.8 Energía (incluye trabajo).

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
British thermal unit (39 °F)	Joule(J)	1,059 670*E+03
British thermal unit (59°F)	Joule(J)	1,054 800*E+03
British thermal unit (60°F)	Joule(J)	1,054 680*E+03
Calorie (international table)	Joule(J)	4,186 800*E+00
Calorie (mean)	Joule(J)	4,190 020*E+00
Calorie (thermochemical)	Joule(J)	4,184 000*E+00
Calorie (15°C)	Joule(J)	4,185 800*E+00
Calorie(20°C)	Joule(J)	4,181 900*E+00
Calorie (Kilogram, International table)	Joule(J)	4,186 800*E+03
Calorie (kilogram mean)	Joule(J)	4,190 020*E+03
Calorie (kilogram thermochemical)	Joule(J)	4, 184 000*E+03
Electronvolt	Joule(J)	1,602 177*E-19
Erg	Joule(J)	1,000 000*E-07
Ft-1bf	Joule(J)	1,355 818*E+00
Ft-poundal	Joule(J)	4,214 011*E-02
Kilocalorie (International table)	Joule(J)	4,186 800*E+03
Kilocalorie (mean)	Joule(J)	4,190 020*E+03
Kilocalorie (thermochemical)	Joule(J)	4,184 000*E+03
kW-h	Joule(J)	3,600 000*E+06
them	Joule(J)	1,055 060*E+08
Ton (nuclear equivalent of TNT)	Joule(J)	4,184 000*E+09
W-h	Joule(J)	3,600 000*E+03
W-s	Joule(J)	1,000 000*E+03

202.6.9 Energía por unidad de tiempo.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Erg/cm².s	Watt por metro cuadrado (W/m²)	1,000 000*E-03
W/cm²	Watt por metro cuadrado (W/m²)	1,000 000*E+04
W/in²	Watt por metro cuadrado (W/m²)	1,555 003*E+03
Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Maxwell	Weber (Wb)	1,000 000*E-08
mho	Siemens (S)	1,000 000*E+00
oersted	Ampere per metre (A/m)	7,957747*E+01
Ohm centrimetre	ohm metre(Ω.m)	1,000 000*E-02
Ohm circular-mil per foot	ohm metre(Ω.m)	1,662 426*E-09
Stataampere	Ampere(A)	3,335 241*E-10
Statcoulomb	Coulomb (C)	3,335 241*E-10
Statefarad	Farad (F)	1, 112 650*E-12
Statehenry	Henry(H)	8,987 552*E+11
Atatemho	Siemens (S)	1, 112 650*E-12
State ohm	ohm (Ω)	8,987 552*E+11
Statebool	volt(V)	2,997 925*E+02
Unit pole	Weber (Wb)	1,256 637*E-07
British thermal unit (International table)	Joule (J)	1,055 056*E+03
British thermal unit (mean)	Joule (J)	1,055 870*E+03
British thermal unit (thermochemical)	Joule (J)	1,054 350*E+03

202.6.10 Fuerza.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Dyne	Newton(N)	1, 000 000*E-05
Kilogram-forse	Newton(N)	9,806 650*E+00
kilopond	Newton(N)	9,806 650*E+00
Kip (1000 lbf)	Newton(N)	4,448 222*E+03
Once-forse	Newton(N)	2,780 139*E-01
Pound-forse(ibf)	Newton(N)	4,498 222*E+00
1bf/iv (thrust tumass ratio)	Newton por kilogramo(N/Kg)	9,806 650*E+00
Pondal	Newton(N)	1,382 550*E-01
Ton-forse(2000ibf)	Newton(N)	8,896 443*E+03

202.6.11Fuerza por unidad de longitud.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
1bf/ft	Newton por metro (N/m)	1,459 390*E+01
1bf/in	Newton por metro (N/m)	1,751 268*E+02

202.6.12 Calor, energía disponible.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
BTU/ft³(International table)	Joule por metro cubico(J/m³)	3,725 895*E+04
BTU/ft³(thermochemical)	Joule por metro cubico(J/m³)	3,723 403*E+04
BTU/1b(International table)	Joule por kilogramo(J/kg)	2,326 000*E+04
BTU/1b (thermochemical)	Joule por kilogramo(J/kg)	2324 444*E+04
Calorie (International table) per gram	Joule por kilogramo(J/kg)	4,186 800*E+04
Calorie (thermochemical) per gram	Joule por kilogramo(J/kg)	4,184 000*E+04

202.6.13 Calor, coeficiente de transferencia de calor.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Btu(International table) (h.ft²°F)	Watt por metro cuadrado kelvin [(W/m²·k)]	5,678 263*E+00
Btu(thermochemical) (h.ft²°F)	Watt por metro cuadrado kelvin [(W/m²·k)]	5,674 466*E+00
Btu(International table) (s.ft²°F)	Watt por metro cuadrado kelvin [(W/m²·k)]	2,044 175*E+04
Btu(thermochemical) (s.ft²°F)	Watt por metro cuadrado kelvin [(W/m²·k)]	2,042 808*E+04

202.6.14 Calor, densidad.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Btu (International Table)ft²	Joule por metro cubico(J/m²)	1,135 653*E+04
Btu (thermochemical) ft²	Joule por metro cubico(J/m²)	1,134 893*E+04
Calorie (International Table) per square centimeter	Joule por metro cubico(J/m²)	4,184 000*E+04
Langley Calorie (International Table) per square centimeter)	Joule por metro cubico (J/m²)	4,184 000*E+04

202.6.15 Calor, densidad de flujo de calor.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Britihs thermal unit (International table) Per square foot hors	Watt por metro cuadrado (w/m²)	3,154 591*E+00
Britihs thermal unit (thermol chemical) Per square foot hors	Watt por metro cuadrado (w/m²)	3,152 481*E+00
Britihs thermal unit (thermol chemical) Per square foot minute	Watt por metro cuadrado (w/m²)	1,891 489*E+02
Britihs thermal unit (International table) Per square foot second	Watt por metro cuadrado (w/m²)	1,135 653*E+04
Britihs thermal unit (thermol chemical) Per square foot second	Watt por metro cuadrado (w/m²)	1,134 893*E+04
Britihs thermal unit (thermol chemical) Per square inch second	Watt por metro cuadrado (w/m²)	1,634 246*E+06
Cal thermol chemical per square centimeter minute	Watt por metro cuadrado (w/m²)	6,973 333*E+02
Cal thermol chemical per square centimeter second	Watt por metro cuadrado (w/m²)	4,184 000*E+04

202.6.16 Calor, consumo de combustible.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Gallon (U.S) per horsepower hours	Metro cubico por joule (m³/J)	1,410 089*E-09
Gallon (U.S) per horsepower hours	Litro por joule (L/J)	1,410 089*E-06
Mile per gallon (U.S)	Metro por metro cubico (m/m³)	4,251 437*E-05
Mile per gallon (U.S)	Kilometro por litro (km/L)	1,410 089*E-01
Mile per gallon (U.S)	Litro por 100 kilometros (L/100km)	Dividir 235, 215 por el numero de millas por galon
Pound per horsepower hours	Kilogramo por joule(kg/J)	1,689 659*E-07

202.6.17 Calor, capacidad calorífica y entropía.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
British thermal unit(International Table) per degree Fahrenheit	Joule por kelvin J(J/k)	1,899 101*E+03
British thermal unit (thermochemical) per degree Fahrenheit	Joule por kelvin J(J/k)	1,897 830*E+03
British thermal unit (international Table) per degree Rankine	Joule por kelvin J(J/k)	1,899 101*E+03
British thermal unit(thermochemical) per degree Rankine	Joule por kelvin J(J/k)	1,897 830*E+03

202.6.18 Calor, relación de flujo de calor.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
British thermal unit (International table) per hour.	Watt (W)	2,930 711*E-01
British thermal unit (thermochemical) per hour.	Watt (W)	2,928 751*E-01
British thermal unit (thermochemical) per minute	Watt (W)	1,757 750*E+01
British thermal unit(Kilocalorie(thermochemical) per second) per second	Watt (W)	1,055 056*E+03
British thermal unit (thermochemical) per second	Watt (W)	1,054 350*E+03
Cal(thermochemical) per minute	Watt (W)	6,973 333*E-02
Cal(thermochemical) per second	Watt (W)	4,184 000*E+00
Kilocalorie(thermochemical) per second	Watt (W)	6,973 333*E+01
Kilocalorie(thermochemical) per second	Watt (W)	4,184 000*E+03
Ton (of refrigeration (12,000 VTU(International table-h)	Watt (W)	3,516853*E+03

202.6.19 Calor, capacidad calorífica y entropía específica.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Btu(International Table) per pound degree, Fahrenheit	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,186 800*E+03
Btu(thermochemical) per pound degree, Fahrenheit	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg.K)]	4,184 000*E+03
Btu(International Table) per pound degree Rankine	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,186 800*E+03
Btu(thermochemical) per pound degree Rankine	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,184 000*E+03
Cal (International Table) per gram degree Celsius	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,186 800*E+03
Cal (thermochemical)per gram degree Celsius	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,184 000*E+03
Cal (International Table) per gran kelvin	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,186 800*E+03
Cal (International Table) per gran kelvin	Joule por kilogramo kelvin[(J/(kg·K)]	4,184 000*E+03

202.6.20 Calor, conductividad térmica.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Btu(International Table) foot per hour square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	1,730 735*E+00
Btu(thermochemical) foot per hour square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	1,729 577*E+00
Btu(International Table) inch per hour square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	1,442 279*E-01
Btu(thermochemical) inch per hour square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	1,441 314*E-01
Btu (International Table) inch per second square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	5,192 204*E+02
Btu (thermochemical) inch per second square foot degree Fahrenheit	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	5,188 732*E+02
Cal (thermochemical) per centimeter second degree Celsius	Watt por metro kelvin [W/(m·k)]	4,184 000*E+02

202.6.21 Calor, difusividad térmica.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Square foot per hour	Metro cuadrado por segundo(m^2/s)	2,580 640*E-05

202.6.22 Calor, aislamiento térmico.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
clo	Kelvin metro cuadrado por wat(km^2/W)	1,550 000*E -01
degree Fahrenheit hour square foot per Btu (International Table)	Kelvin metro cuadrado por wat(km^2/W)	1,761 102*E-01
degree Fahrenheit hour square foot per Btu (International Table)	Kelvin metro cuadrado por wat(km^2/W)	1,762 280*E-01

202.6.23 Calor, resistencia térmica.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
degree Fahrenheit hour per Btu (International Table)	Kelvin por watt(K/W)	1,895 634*E+00
degree Fahrenheit hour per Btu (thermochemical)	Kelvin por watt(K/W)	1,896 903*E+00
degree Fahrenheit second per Btu (International Table)	Kelvin por watt(K/W)	5,265 651*E-04
degree Fahrenheit second per Btu (thermochemical)	Kelvin por watt(K/W)	5,269 175*E-04

202.6.24 Calor, resistividad térmica.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
degree Fahrenheit hour square foot per Btu (International Table)	Kelvin metro por watt(K·m/W)	6,933 472*E+00
degree Fahrenheit hour square foot per Btu (International Table) inch	Kelvin metro por watt(K·m/W)	6,938 112*E+04

202.6.25 Longitud.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
angstrom	metro (m)	1,000 000*E-10
astronomical unit	metro (m)	1,495 979*E+11
chain	metro (m)	2,011 684*E+01
fathom	metro (m)	1,828 804*E+00
fermi	metro (m)	1,000 000*E-15
foot	metro (m)	3,048 000*E-01
Foot(U.S. survey)	metro (m)	3,048 006*E-01
inch	metro (m)	2,540 000*E-02
Light year	metro (m)	9,460 730*E+15
microinch	metro (m)	2,540 000*E-08
micron	metro (m)	1,000 000*E-06
Mil(0,001 inch)	metro (m)	2,540 000*E-05
Mile(international nautical)	metro (m)	1,852 000*E+03
Mile(U.S nautical)	metro (m)	1,852 000*E+03
Mile (international)	metro (m)	1,609 344*E+03
Mile (U.S. stature)	metro (m)	1,609 347*E+03
Parsec	metro (m)	3,085 678*E+16
Pica (printer´s)	metro (m)	4,217 518*E-03
Point(printer´s)	metro (m)	3,514 598*E-04
rod	metro (m)	5,029 210*E+00
yard	metro (m)	9,144 000*E-01

202.6.26 Luz.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Cd/in^2	Candela por metro cuadrado(cd/m^2)	1,550 003*E+03
footcandle	Lux(lx)	1,076 391*E+01
footlambert	Candela por metro cuadrado (cd/m2)	3,426 259*E+00
lambert	Candela por metro cuadrado (cd/m2)	3,189 099*E+03
lm/ft^2	Lux(lx)	1,076 391*E+01
Phot (ph)	Lux(lx)	1,000 000*E+04
stilb	Candela por metro cuadrado (cd/m2)	1,000 000*E+04

202.6.27 Masa.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Carat (metric)	Kilogramo(kg)	2,000 000*E-04
Grain	Kilogramo(kg)	6,479 891*E-05
Gram	Kilogramo(kg)	1,000 000*E-03
Hundredweight (long 112 1b)	Kilogramo(kg)	5,080 235*E+01
Hundredweight (shot 100 1b)	Kilogramo(kg)	4,535 924*E-15
$kgf \cdot s^2/m$	Kilogramo(kg)	9,806 650*E-01
Ounce(avoirdupois)	Kilogramo(kg)	2,834 952*E-01
Ounce(troy or apothecary)	Kilogramo(kg)	3,110 348*E-02
Pennyweight (dwt)	Kilogramo(kg)	1,555 174*E+15
Pound (1b avoirdupois)	Kilogramo(kg)	4,535 924*E-08
Pound (troy or apothecary)	Kilogramo(kg)	3,732 417*E-06
SLUG	Kilogramo(kg)	1,459 390*E-01
Ton assay (AT)	Kilogramo(kg)	2,916 667*E+03
Ton(long 2240 1b)	Kilogramo(kg)	1,016 047*E+03
Ton (metric)	Kilogramo(kg)	1,000 000*E+16
Ton(short 2 000 1b)	Kilogramo(kg)	9,071 847*E-03
Tonne	Kilogramo(kg)	1,000 000*E-04

202.6.28 Masa por unidad de área.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
oz/ft^2	Kilogramo por metro cuadrado(kg/m^2)	3,051 517*E-01
oz/yd^2	Kilogramo por metro cuadrado (kg/m^2)	3,390 575*E-02
$1b/ft^2$	Kilogramo por metro cuadrado (kg/m^2)	4,882 428*E+00
$1b/in^2$	Kilogramo por metro cuadrado (kg/m^2)	7,030 696*E+02

202.6.29 Masa por unidad de longitud.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
denier	Kilogramo por metro (kg/m)	1,111 111*E-07
1b/ft	Kilogramo por metro (kg/m)	1,488 164*E+00
1b/in	Kilogramo por metro (kg/m)	1,785 797*E+01
tex	Kilogramo por metro (kg/m)	1,000 000*E-06
1b/yd	Kilogramo por metro (kg/m)	4,960 546*E-01

202.6.30 Masa por unidad de tiempo.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Ib/h	Kilogramo por segundo (kg/s)	1,259 979 *E-04
1b/min	Kilogramo por segundo (kg/s)	7,559 873 *E-03
1b/s	Kilogramo por segundo (kg/s)	4,535 924 *E-01
ton (dhort)h	Kilogramo por segundo (kg/s)	2,519 958* E-01

202.6.31 Masa por unidad de volumen.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
grain/gal (U.S liquid)	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,711 806*E-02
g/cm^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,000 000*E+03
oz(avoirdupois)/gal (U.K liquid)	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	6,236 023*E+09
oz(avoirdupois)/gal (U.K liquid)	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	7,489 152*E+00
Oz(avoirdupois)/in^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,729 994*E+03
1b/ft^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,601 846*E+01
1b/in^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	2,767 990*E+04
1b/gal (U.K liquid)	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	9,977 637*E+01
1b/gal (U.S. liquid)	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,198 264*E+02
1B/yd^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	5,932 764*E-01
Slug/ft^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	5,153 788*E+02
Ton (long)/yd^3	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,328 939*E+03
Ton (short)/yd ^{3}	Kilogramo por metro cubico (kg/m^3)	1,186 553*E+03

202.6.32 Permeabilidad.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
Darcy	Metro cuadrado (m^2)	9,869 233*E-13
Perm (0°C)	Kilogramo por pascal segundo metro cuadrado [(kg/(Pa-s-m^2)]	5,721 350*E-11
Perm (23°C)	Kilogramo por pascal segundo metro cuadrado [(kg/(Pa-s-m^2)]	5,745 250*E-11
Perm inch (0°C)	Kilogramo por pascal segundo metro cuadrado [(kg/(Pa-s-m^2)]	1,453 220*E-12
Perm inch (23°C)	Kilogramo por pascal segundo metro cuadrado [(kg/(Pa-s-m^2)]	1,459 290*E-12

202.6.33 Potencia.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
erg/s	watt (W)	1,000 000*E-07
ft-1bf/h	watt (W)	3,766 161*E-04
ft-1bf/min	watt (W)	2,259 697*E-02
Ft-1bf/s	watt (W)	1,355 818*E+00
Horsepower (550 ft-1bf/s))	watt (W)	7,456 999*E+02
Horsepower (boiler)	watt (W)	9,809 500*E+03
Horsepower (electric)	watt (W)	7,460 000*E+02
Horsepower (metric)	watt (W)	7,354 988*E+02
Horsepower (wáter)	watt (W)	7,460 430*E+02
Horsepower (U.K.)	watt (W)	7,457 000*E+02

202.6.34 Presión.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
Atmosphere (standard)	pascal (Pa)	1,013 250*E+05
Atmosphere (techmical=1kgf/cm²)	pascal (Pa)	9,806 650*E+04
Bar	pascal (Pa)	1,000 000*E+05
Centimetre of mercury (0°)	pascal (Pa)	1,333 220*E+03
Centimetre of wáter(4°C)	pascal (Pa)	9,806 380*E+01
Dyn/cm³	pascal (Pa)	1,000 000*E-01
inch of mercury (32°F)	pascal (Pa)	3,386 380*E+03
inch of mercury (60°F)	pascal (Pa)	3,376 850 *E+03
inch of water (39.2°F)	pascal (Pa)	2,490 820*E+02
inch of water (60°F)	pascal (Pa)	2,488 400 *E+02
Kgf/cm²	pascal (Pa)	9,806 650*E+04
Kgf/m²	pascal (Pa)	9,806 650*E+00
Kgf/mm²	pascal (Pa)	9,806 650*E+06
Kgf/in² (ksi)	pascal (Pa)	6,894 757*E+06
Millibar	pascal (Pa)	1,000 000*E+02
Millimetre of mercury(0°C)	pascal (Pa)	1,333 224*E+02
Poundal/ft²	pascal (Pa)	1,488 164*E+00
1bf/ft²	pascal (Pa)	4,788 026*E+01
1bf/in²	pascal (Pa)	6,894 757*E+03
Psi	pascal (Pa)	6,894 757*E+03
torr	pascal (Pa)	1,333 224*E+02

202.6.35 Temperatura.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
Grado Celsius	Kelvin(K)	K=°C+273.15
Grado Fahrenheit	Grado Celsius(°C)	°C=(°F-32)/1.8
Grado Fahrenheit	Kelvin(K)	K=(lf+459.67)/1.8
Grado Rankine	Kelvin(K)	K=°R/1.8
Kelvin(K)	Grado Celsius(°C)	°C=K-273.15

202.6.36 Intervalo de temperatura.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
Grado Celsius	Kelvin (K)	1,000 000*E+00
Grado Fahrenheit	Grado Celsius(°C)	5,555 556*E-01
Grado Fahrenheit	Kelvin (K)	5,555 556*E-01
Grado Rankine	Kelvin(K)	5,555 556*E-01

202.6.37 Tiempo.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
day	Segundo(s)	8,640 000*E+04
day(sidereal)	Segundo(s)	8,616 409*E+04
hour	Segundo(s)	3,600 000*E+03

hour(sidereal)	Segundo(s)	3,590 170*E+03
minute	Segundo(s)	6,000 000*E+01
minute(sidereal)	Segundo(s)	5,938 617*E+01
second(sidereal)	Segundo(s)	9,972 696*E-02
year(365 days)	Segundo(s)	3,153 600*E-07
year(sidereal)	Segundo(s)	3,155 815*E+07
Year(tropical)	Segundo(s)	3,155 693*E+07

202.6.38 Velocidad.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
ft/h	metro por segundo (m/s)	8,466 667*E-05
t/min	metro por segundo (m/s)	5,080 000*E-03
ft/s	metro por segundo (m/s)	3,048 000*E-01
in/s	metro por segundo (m/s)	2,540 000*E-02
km/h	metro por segundo (m/s)	2,777 778 *E-01
knot	metro por segundo (m/s)	5,144 444*E-01
mi/h	metro por segundo (m/s)	4,470 400*E-01
mi/min	metro por segundo (m/s)	2,682 240*E+01
mi/s	metro por segundo (m/s)	1,609 344*E+03
mi/h	Kilometro por hora (km/h)	1,609 344*E+00
rpm(r/min)	Radian por segundo (rad/s)	1,047 198*E-01

202.6.39 Velocidad dinámica.

Unidad	Corresponde a [Q']	Multiplicado por α
centipoise	Pascal segundo (Pa-s)	1,000 000 *E-03
Poise	Pascal segundo (Pa-s)	1,000 000 *E-01
poundal s/ft^2	Pascal segundo (Pa-s)	1,488 164*E+00
1b(ft-h)	Pascal segundo (Pa-s)	4,133 789*E-04
1b(ft-s)	Pascal segundo (Pa-s)	1,488 164*E+00
1bf- s/ft^2	Pascal segundo (Pa-s)	4,788 026*E+01
1bf s/in^2	Pascal segundo (Pa-s)	6,894 757*E+03
fhe	I por pascal segundo [(1(Pa-s)]	1,000 000+E+01
slug (ft-s)	Pascal segundo (Pa-s)	4,788 026*E+01

202.6.40 Velocidad cinemática.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Centistokes	Metro cuadrado por segundo (m^2/s)	1,000 000*E-06
Square foot per second	Metro cuadrado por segundo (m^2/s)	9,290 304*E-02
stokes	Metro cuadrado por segundo (m^2/s)	1,000 000*E-04

202.6.41 Volumen por unidad de tiempo (gasto).

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
ft^3/min	Metro cubico por segundo (m^3/s)	4,719 474*E-04
ft^3/s	Metro cubico por segundo (m^3/s)	2,831 685*E-02
in^3/min	Metro cubico por segundo (m^3/s)	2,731 177*E-07
Yd^3(min	Metro cubico por segundo (m^3/s)	1,274 258*E-02
Gallon (U.S. liquid)per day	Metro cubico por segundo (m^3/s)	4,381 264*E-08
Gallon (U.S. liquid) per min	Metro cubico por segundo (m^3/s)	6,309 020*E-05

202.6.42 Volumen.

Unidad [Q]	Corresponde a [Q']	Multiplicándola por α
Acre-foot	Metro cubico (m^3)	1,233 489*E+03
Barrel(oil.42 gal)	Metro cubico (m^3)	1,589 873*E-01
Bushel(U.S)	Metro cubico (m^3)	3,523 907*E-02
cup(U.S)	Metro cubico (m^3)	2,365 882*E-04
fluid ounce(U.S)	Metro cubico (m^3)	2,957 353*E-05
ft^3	Metro cubico (m^3)	2,381 685*E-02
gallon (canadian liquid)	Metro cubico (m^3)	4,546 090 *E-03
gallon (U.K. liquid)	Metro cubico (m^3)	4,546 090*E-03
gallon (U.S. liquid)	Metro cubico (m^3)	3,785 412*E-03
gill(U.K.)	Metro cubico (m^3)	1,420 653*E-04
gill(U.S.)	Metro cubico (m^3)	1,182 941*E-04
in^3	Metro cubico (m^3)	1,638 706*E-05
litre	Metro cubico (m^3)	1,000 000*E-03
ounce(U.K. fluid)	Metro cubico (m^3)	2,841 306*E-05
ounce(U.S. fluid)	Metro cubico (m^3)	2,957 353*E-05
peck (U.S)	Metro cubico (m^3)	8,809 768*E-03
pint(U.S. dry)	Metro cubico (m^3)	5,506 105*E-04
pint(U.S liquid)	Metro cubico (m^3)	4,731 765+E-04
quart (U.S. dry)	Metro cubico (m^3)	1,101 221*E-03
quart (U.S liquid)	Metro cubico (m^3)	9,463 529*E-04
stere	Metro cubico (m^3)	1,000 000*E+00
tablespoon	Metro cubico (m^3)	1,478 676*E-05
teaspoon	Metro cubico (m^3)	4,928 922*E-06
ton (register)	Metro cubico (m^3)	2,831 685*E+00
yd^3	Metro cubico (m^3)	7,645 549*E-01

ANEXO 3 - BITÁCORA DE OBRA

SECCIÓN APN-I-101
GUÍA PARA EL USO DE LA BITÁCORA DE OBRA. *

**Tomado del Manual del DRO.*

APN-I-101.1 Definición. Es el instrumento donde se escribe la actuación del Director Responsable de Obra y Corresponsables, al dirigir y vigilar la obra; asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refieren los requerimientos para obtener el registro como Responsable de Obra o Corresponsable. Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante la ejecución de la misma.

APN-I-101.2 Contenido del libro de bitácora. Datos básicos:

APN-I-101.2.1 Se debe contar con una Bitácora unitaria por Manifestación y/o Licencia de Construcción, independientemente de que se trate de obras en el mismo predio, del mismo propietario y/o constructor.

APN-I-101.2.2 Domicilio de la obra y datos de la Manifestación y/o Licencia de Construcción, sobre todo el número de la misma y las fechas de expedición y vencimiento, seguida de una descripción de la misma o supliéndola con una copia anexada bajo una nota de bitácora.

APN-I-101.2.3 Las hojas deben estar foliadas y tener una hoja original y por lo menos dos o tres copias (cuidando la claridad en las anotaciones), definiendo su destino, por ejemplo:

- Original para el propietario.
- Primera copia para el Director Responsable de Obra.
- Segunda copia para la supervisión.
- Tercera copia para las Autoridades del Municipio y/o Delegación.

APN-I-101.2.4 Nombre o razón social del propietario y del responsable de la ejecución de la construcción (personas físicas o representantes legales de las personas morales) con firma para su identificación. Para delegar responsabilidades se agrega el nombre, atribuciones y firma del Residente de la obra (representante del constructor en la obra) y, en su caso, del Representante de la empresa propietaria.

APN-I-101.2.5 Nombre, número de registro, atribuciones y firmas del Director Responsable de Obra y los Corresponsables.

APN-I-101.2.6 Nombre, atribuciones y firma del Supervisor de la obra. Si es el representante de la empresa supervisora, se agregan Nombre o razón social y número de registro de la empresa supervisora.

APN-I-101.2.7 Dentro de las primeras notas de la Bitácora se recomienda establecer un Reglamento para el Uso de la Bitácora de Obra, lo que redundará en beneficios posteriores.

APN-I-101.2.8 Se recomienda establecer un formato para dar uniformidad a las notas de la Bitácora, definiendo el orden y ubicación de las anotaciones, por ejemplo:

- Margen superior: Dirección de la obra, número de licencia y folio de la hoja.
- Columna izquierda: Número secuencial de la nota y fecha de asiento.
- Espacio central: Redacción de la nota, croquis explicativo y/o fotografías. Dejando espacio al final de la nota para las firmas correspondientes.

APN-I-101.2.9 Una de las primeras notas debe ser la relativa a la verificación del trazo (alineamiento y colindancias). En caso necesario se debe incluir la documentación legal sobre el estado actual de las edificaciones colindantes. (Ante Notario: Fe de hechos)

APN-I-101.2.10 Identificación numérica progresiva de cada nota y fecha de las visitas del Director Responsable de Obra y Corresponsables.

APN-I-101.2.11 Procedimientos generales de construcción y de control de calidad, correspondientes a los documentos oficiales de la licencia.

APN-I-101.2.12 Observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra,

Corresponsables y de Inspectores de las Autoridades.

APN-I-101.2.13 Solicitudes y autorizaciones para la ejecución de trabajos que implican revisiones previas.

APN-I-101.2.14 Materiales empleados para fines estructurales o de seguridad, en referencia a memorias, especificaciones y planos autorizados en la licencia de construcción.

APN-I-101.2.15 Descripción de los detalles definidos durante la ejecución de la obra.

APN-I-101.2.16 Incidentes y accidentes durante el desarrollo de los trabajos.

APN-I-101.2.17 Al terminar la obra la bitácora se debe terminar con la nota de cierre correspondiente.

APN-I-101.3 Un buen libro de bitácora es el que puede sustentar una base, para una posible auditoria técnica, en calidad y cantidad de los trabajos ejecutados. Una buena dirección y supervisión de obras, es la que, en sus notas de bitácora, contiene un criterio con un enfoque preventivo de los trabajos por ejecutar, con un soporte técnico y de ninguna manera contempla aspectos subjetivos y calificativos.

APN-I-101.4 Custodia del libro de bitácora. El libro de bitácora permanece en la obra, en forma accesible, durante el proceso de la construcción. Una vez concluida la obra, los planos registrados actualizados del proyecto completo se deben entregar al propietario, así como las memorias de cálculo y el original del libro de bitácora.

APN-I-101.5 El libro de bitácora como instrumento legal. Es el sustento escrito que ampara la actuación del Director Responsable de Obra en el transcurso de la obra, autorizada por una licencia de construcción expedida por la autoridad competente.

APN-I-101.6 Antes de iniciarse una construcción se debe verificarse el trazo del alineamiento del predio con base en la constancia de uso del suelo, alineamiento y número oficial y en las medidas de la poligonal del perímetro consignadas en los planos autorizados, así como la situación del predio en relación con los colindantes, lo cual debe coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad.

Se trazan después, los ejes principales del proyecto, refiriéndolos a puntos que puedan conservarse fijos, así como un nivel fijo de referencia con relación a los niveles consignados en el proyecto.

Si los datos que arroja el predio, con relación a la documentación referida, exigen un ajuste de las distancias entre los ejes consignados en los planos arquitectónicos autorizados o en sus niveles, debe dejarse constancia de las diferencias mediante las anotaciones en el libro de bitácora. El Director Responsable de Obra debe dejar constancia en el libro de bitácora, que las diferencias no afectan la seguridad estructural, ni el funcionamiento de la construcción, ni las holguras exigidas entre los edificios adyacentes.

APN-I-101.7 De las visitas de inspección a las obras por parte de las Autoridades. Una vez expedida la licencia de construcción, las Autoridades correspondientes ejercerán las funciones de vigilancia e inspección que correspondan y en las condiciones que juzguen pertinentes, de conformidad a las leyes y reglamentos inherentes a la construcción.

De toda visita se levantará un acta circunstanciada y al término de la diligencia, los inspectores deberán firmar el libro de bitácora en proceso de construcción, anotando la fecha de su visita y sus observaciones correspondientes.

APN-I-101.8 Obligaciones de los Corresponsables de la obra. Es obligación de los Corresponsables notificar al Director Responsable de Obra de cualquier irregularidad durante el proceso de la obra que pueda afectar la seguridad estructural de la misma, que pueda afectar el proceso de la obra o que pueda afectar su ejecución, a través del libro de bitácora.

APN-I-101.9 Sanciones a los Directores Responsables de Obra y Corresponsables. Es motivo de sanción por parte de las Autoridades el no llevar el libro de bitácora y al corriente, en concordancia con el avance y proceso de la obra.

APN-I-101.10 En caso de existir anomalías, cambios o suspensión de la obra que ameritan el retiro de la responsiva del Director Responsable de Obra o Corresponsables, se debe levantar un acta, asentando en detalle los motivos por los que retiran su responsiva y el avance y estado de calidad de la obra hasta el momento, la cual será suscrita por una persona designada por la Autoridad o por los responsables de la obra, según el caso y por el propietario de la misma. Una copia debe quedar anexa al libro de bitácora.

APN-I-101.11 El CEV y los Reglamentos de Construcciones establecen el **compromiso de uso de la Bitácora de Obra** y sancionan a quien no lo presenta en el momento de ser requerida. Una nota es válida 48 horas después de ser asentada, aun cuando no haya sido firmada por alguna de las partes.

APN-I-101.12 Criterio de formulación de las notas del libro de bitácora.

APN-I-101.12.1 Todo evento o accidente que se describa, únicamente se basará en los hechos definidos y concretos, sin calificativos y apreciaciones subjetivas.

APN-I-101.12.2 La periodicidad de las notas en relación con las visitas técnicas, serán con lo

dispuesto en el Reglamento de Construcción vigente y el número de visitas será el necesario en concordancia con el avance y grado de dificultades propias de la obra. Estas visitas deberán previamente estar acordadas en los alcances profesionales del Director Responsable de Obra y Corresponsables.

APN-I-101.12.3 Las notas de bitácora deberán tener continuidad entre sí, tanto en el aspecto del calendario, como en el avance natural de los trabajos.

APN-I-101.12.4 El contenido de las notas de bitácora deberán de concluirse según las indicaciones formuladas por los responsables de la obra, es decir, toda nota de Bitácora deberá quedar resuelta con una nota en la que se indique que se dio cumplimiento a las indicaciones. En caso de no haberse concluido las indicaciones, trabajos u observaciones anotadas anteriormente a la nueva visita del Director Responsable de Obra, las notas que se realicen en esa visita también estarán contempladas y referenciadas, incluyendo las notas inconclusas en lo que se refiere a su contenido respectivo.

APN-I-101.12.5 Toda nota de bitácora deberá estar ubicada dentro del espacio físico del lugar de referencia: área, entre ejes, niveles, referencia a notas anteriores de bitácora, croquis, planos, especificaciones y reportes de calidad hechos por los laboratorios designados. No deberá existir duda en la interpretación del sitio a que se refiere la nota.

APN-I-101.12.6 Toda indicación de anomalías, desviación de los trabajos con referencia a los planos, especificaciones o memorias descriptivas oficiales, soluciones o aclaraciones específicas, o autorizaciones de avance en los trabajos, deberán estar anotados en la bitácora con la sustentación y justificación correspondiente.

APN-I-101.12.7 Se permitirán las notas de bitácora de réplica o puntos y criterios divergentes a las indicaciones, soluciones o aclaraciones anotadas con anterioridad, cuando estén sustentadas y justificadas dentro de los documentos oficiales de la construcción.

APN-I-101.12.8 El contenido de las notas de bitácora serán únicamente de índole técnico, con excepción de las indicaciones a los desvíos en los programas y calendarios originales.

APN-I-101.12.9 Toda nota de bitácora deberá estar avalada con la firma autorizada del que la escribe y con su respectiva identificación del cargo que desempeña en la obra.

APN-I-101.12.10 Las copias podrán retirarse 48 horas después de haberse llenado la hoja respectiva, para dar tiempo a las firmas faltantes. La falta de alguna firma no elimina la posibilidad de retiro ni invalida la nota, excepto si la Bitácora no está disponible de acuerdo al Reglamento para el Uso de la misma.

APN-I-101.12.11 En caso de ser necesario asentar notas apremiantes, se deberá cancelar el resto de la hoja para enviar de inmediato la copia correspondiente al Propietario.

APN-I-101.12.12 Las notas de bitácora que tienen errores, deberán cerrarse entre paréntesis y de ninguna manera presentarán enmendaduras o tachaduras.

APN-I-101.12.13 Evitar en la redacción, las palabras repetitivas e implícitas en los inicios de cada nota de bitácora. Su redacción deberá ser sencilla y concreta.

APN-I-101.12.14 La escritura deberá ser legible y con letra de imprenta.

APN-I-101.12.15 Se deberá cuidar la sintaxis y la ortografía en la redacción de las notas de bitácora.

APN-I-101.13 Clasificación de las notas de bitácora. Las notas de una Bitácora de Obra pueden clasificarse en:

APN-I-101.13.1 Órdenes.- El "Director Responsable de Obra" nunca solicita, pide y mucho menos suplica por medio de la "Bitácora de Obra".

APN-I-101.13.2 Certificaciones.- Se da fe, se actúa en calidad de Notario, por lo que está prohibido equivocarse. La responsabilidad es enorme, por lo que debe respaldarse la certificación.

APN-I-101.13.3 Autorizaciones.- Se requiere una cuidadosa revisión.

APN-I-101.13.4 Recomendaciones.- Son notas para mejorar.

APN-I-101.13.5 Informes.- Cambios, visitas oficiales, oficios, faxes, etc.

APN-I-101.14 El **Control por "Bitácora de Obra"** es la función fundamental del "Director Responsable de Obra", sobre todo en caso de conflictos. Para resolver éstos, debe seguirse el siguiente procedimiento:

APN-I-101.14.1 Nota inicial.- Con una orden para el constructor, indicando un plazo razonable.

APN-I-101.14.2 Segunda nota.- Vencido el plazo, se hará referencia a la primera nota informando al Propietario, el "Director Responsable de Obra" tratará de convencer (no de vencer) al Constructor, atendiendo argumentos razonables. Se dará un segundo plazo razonable.

APN-I-101.14.3 Última nota.- Vencido el segundo plazo, se hará referencia a las notas

anteriores, fundamentándolas con el Reglamento de Construcciones y las Normas Técnicas Complementarias, dando un nuevo plazo.

APN-I-101.14.4 Aviso al Propietario.- Si el Constructor no actúa en el nuevo plazo, el "Director Responsable de Obra" dará aviso escrito al Propietario, advirtiendo el retiro de la responsiva y la actuación que deberá tener la Autoridad Municipal o Delegacional, suspendiendo la obra e imponiendo sanciones.

APN-I-101.14.5 Retiro de responsiva.- Si no son atendidas las indicaciones, el "Director Responsable de Obra" debe presentar un informe a la Delegación u Oficina de Licencias, con copia para los Colegios y la Comisión de Admisión de los Directores Responsables de Obra y los Corresponsables, indicando detalladamente los motivos. El "Director Responsable de Obra" no debe ser ni ingenuo ni cándido, la complejidad del control de la obra requiere destreza, experiencia, inteligencia y profesionalismo, pero sobre todo requiere de una ética profesional "blindada".

APN-I-101.15 Para estructurar una nota de Bitácora se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

APN-I-101.15.1 Clasificación de la nota.- La primera parte define el tipo de nota, por lo que debe iniciarse con alguna de las frases:

"Se ordena"…,
"Se certifica"…,
"Se autoriza"…,
"Se informa"…, etc.

APN-I-101.15.2 Descripción del asunto.- La segunda parte de la nota debe aclarar cual es el motivo de la nota, por lo que deberá emplearse alguna de las frases:

"corregir el armado"…,
"las pruebas de resistencia del concreto"…, etc.

APN-I-101.15.3 Ubicación.- Debe ser exacta, no debe dejar duda alguna que permita interpretar algo distinto, por lo que deberá utilizarse alguna expresión como:

"de la trabe T-2 sobre el eje 'A', entre los ejes '1' y '2', en el segundo nivel"…, etc.

APN-I-101.15.4 Causas del problema.- Explicarlas brevemente, basándose en el proyecto específico, en el CEV o el Reglamento de Construcciones y la Normatividad local vigente.

APN-I-101.15.5 Solución.- Proponer la mejor solución, fundamentándola en el CEV o el Reglamento de Construcciones y la Normatividad local vigente..

APN-I-101.15.6 Plazo para la ejecución.- Definir un plazo prudente, indicando claramente la fecha fija.

APN-I-101.15.7 Prevención.- Esta es la función primordial del "Director Responsable de Obra", por lo que debe anotar claramente las razones e incluirlas en la nota.

APN-I-101.15.8 Responsabilidad y consecuencias.- En caso de incumplimiento, sobre todo en causas graves, la nota debe indicar las responsabilidades por su incumplimiento y las consecuencias económicas, administrativas y/o penales en su caso.

APN-I-101.15.9 Croquis explicativo.- En el espacio asignado debe hacer un croquis claro que no deje lugar a duda de lo que se indica en la nota. En caso necesario puede utilizarse una hoja especial, pero en ella se hará referencia a la nota, fechándola y firmándola como parte integrante de la misma.

APN-I-101.15.10 Seguimiento.- Esta Es una función imprescindible del "Director Responsable de Obra", y es la forma en que puede llegar al momento de cerrar la nota con la indicación de "cumplido".

APN-I-101.16 Cuando por alguna circunstancia especial no se cuente con la Bitácora de Obra oficial al principio de los trabajos, podrá utilizarse una **Bitácora Improvisada**, pero deberán seguirse las siguientes recomendaciones:

APN-I-101.16.1 Bajo cada nota deben firmar tanto el Propietario como el Constructor y el "Director Responsable de Obra".

APN-I-101.16.2 Las notas incluidas en esta Bitácora improvisada se deberán transcribir y validar en la "Bitácora de Obra" oficial, anulando las hojas sobrantes para inutilizar su uso posterior.

APN-I-101.16.3 Esta Bitácora improvisada formará parte integrante de la documentación oficial.

APN-I-101.17 Puede utilizarse un **Auxiliar de la "Bitácora de Obra"** que se conoce como El diario de obra. Es una libreta particular del "Director Responsable de Obra", o de cualquiera de los Agentes de la construcción, que se utiliza para hacer las anotaciones personales y los borradores de las notas finales que se asientan en la "Bitácora de Obra". Es un buen auxiliar para cuidar la redacción, la ortografía y sobre todo decidir sobre la conveniencia de asentar la nota en la Bitácora Oficial.

APN-I-101.18 Para facilitar el uso de la Bitácora y prever posibles controversias futuras, se recomienda redactar e incluir como una de las primeras notas un **Reglamento para el uso de la "Bitácora de Obra"**. Se recomienda asentarla junto con la nota de apertura de la "Bitácora", cuando las relaciones son buenas. Esto permite oficializar las reglas por medio del convencimiento

de las partes en el momento que predomina la cordialidad. Se recomienda incluir los siguientes temas:

APN-I-101.18.1 Recorridos de obra.- Son básicos para el planteamiento de dudas, autorizaciones, certificaciones, etc.

APN-I-101.18.2 Juntas de trabajo.- Es recomendable realizarlas a continuación de un recorrido por la obra.

APN-I-101.18.3 Disponibilidad de la "Bitácora de Obra".- Debe custodiarse dentro de la obra y estar disponible en los horarios laborables de la obra.

APN-I-101.18.4 Firmado.- Es recomendable asentar la "obligación" de firmar por todas las partes involucradas.

APN-I-101.18.5 Retiro de copias.- Aclarar perfectamente que cada una de las partes puede retirar su copia 48 horas después de haberse completado la hoja foliada, y que la nota tiene validez aunque no haya firmado alguna de las partes.

APN-I-101.18.6 Inviolabilidad de los asientos.- Las notas no pueden ser modificadas ni siquiera por la misma persona que hizo el asiento de la misma.

APN-I-101.18.7 Claridad de las copias.- Es responsabilidad de quien asienta la nota.

APN-I-101.18.8 Instrumento de escritura.- Es conveniente utilizar un bolígrafo con tinta negra.

APN-I-101.18.9 Control por Bitácora.- Indicar el procedimiento para control de la obra, sobre todo en casos trascendentales, es fundamental para el trabajo del "Director Responsable de Obra".

APN-I-101.18.10 Revisión de trazos.- Indicar la importancia de la comunicación con el "Director Responsable de Obra".

APN-I-101.18.11 Revisión de colindancias.- Se debe tener un cuidado especial con las áreas circundantes, por la responsabilidad con terceros.

APN-I-101.18.12 Revisión de excavaciones.- Es fundamental para la prevención de accidentes.

APN-I-101.18.13 Revisión de armados.- Deben ser previas a los colados.

APN-I-101.18.14 Control de calidad.-Debe documentarse la participación de los laboratorios y especificar claramente las pruebas que se deberán realizar.

APN-I-101.18.15 Pruebas de instalaciones.- Asentar la necesidad del aviso oportuno al "Director Responsable de Obra".

APN-I-101.19 Una vez concluida la construcción y cerrada la Bitácora de Obra, el Director responsable de Obra debe tramitar la terminación oficial de los trabajos y obtener de la Autoridad el certificado de ocupación.

APN-I-101.20 La documentación completa de la Obra, sobre todo la Bitácora de Obra, los planos detallados de la construcción, las memorias de cálculo, las manifestaciones y/o licencias de construcción, el aviso de terminación de obra y el certificado de ocupación, son los elementos base que ocupa el Director Responsable de Obra para elaborar los "Manuales de Operación y Mantenimiento" que le servirán al propietario para conservar su inmueble y mantenerlo en las mejores condiciones de operación.

GRUPO COORDINADOR DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA, EDICIÓN 2010

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

ACT. ARIEL CANO CUEVAS
ARQ. JORGE LEÓN WOLPERT KURI
ARQ. CRISTINA GONZÁLEZ ZERTUCHE
LIC. RICARDO LERIN RUEDA

CONSEJO ASESOR DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA (CACEV)

INTERNATIONAL CODE COUNCIL
ALBERTO HERRERA
ING. ALBERTO TOMÁS IEZZI

LEAN HOUSE
ING. FERNANDO MAYAGOITIA WITRON

URBI
ARQ. HÉCTOR DOMÍNGUEZ TAPIA

INTERPLAN
ARQ. JOSE ANTONIO SOTO MONTOYA
ARQ. ELEAZAR ACUÑA CABRERA

UNAM. INSTITUTO DE INGENIERÍA
MTRO. CARLOS JAVIER MENDOZA ESCOBEDO

CEMEX
ING. ROBERTO URIBE AFIF
M. en I. ANGEL PONCE CÓRDOVA

INSTITUTO DE VIVIENDA DEL ESTADO DE COLIMA
ARQ. JOSÉ FRANCISCO RIVAS VALENCIA
ING. MARCO ANTONIO PRECIADO CASTILLO

INSTITUTO DE LA VIVIENDA DE NUEVO LEÓN
LIC. JUAN MANUEL FERNÁNDEZ GARCÍA
ING. DANIEL GUAJARDO RODRÍGUEZ

RODRÍGUEZ ASOCIADOS
ARQ. JOSE LUIS RODRÍGUEZ ESCOTO

ALTTA HOMES
ING. OSCAR EDGARDO VILLAGRAN

ICC-ES ADVISORY BOARD
ARQ. EVNGELINA HIRATA NAGASAKO

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA

2010

SOCIEDAD HIPOTECARIA FEDERAL (SHF), INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES (INFONAVIT); FONDO DE VIVIENDA DEL INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO (FOVISSSTE); SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL), SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES; SECRETARÍA DE ENERGÍA; INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE); COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA); COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE); INTERNATIONAL CODE COUNCIL (ICC); CONSEJO NACIONAL DE ORGANISMOS ESTATALES DE VIVIENDA, A.C; INSTITUTO DE VIVIENDA DEL ESTADO DE COLIMA (IVECOL); INSTITUTO DE LA VIVIENDA DE NUEVO LEÓN (IVNL); FACULTAD DE ARQUITECTURA-UNAM; INSTITUTO DE INGENIERÍA-UNAM; CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE VIVIENDA (CANADEVI); CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (CMIC); SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL (SMIE); COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS Y ELECTRICISTAS, A.C (CIME); ASOSIACIÓN NACIONAL DE COMPAÑIAS DE SUPERVISIÓN (ANCSAC; FEDERACIÓN DE COLEGIOS DE INGENIEROS CIVILES DE LA REPÚBLICA MEXICANA, A.C (FECIC); ASOCIACIÓN MEXICANA DE DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA Y CORRESPONSABLES, A.C; (AMDROC); FEDERACIÓN MEXICANA DE COLEGIOS DE INGENIEROS CIVILES (FEMCIC); CONFEDERACIÓN NACIONAL DE ASOCIACIONES DE COMERCIANTES DE MATERIAL Y EQUIPO ELÉCTRICO A.C (CONACOMEE); Y COMISIÓN DE CERTIFICACIÓN PROFESIONAL DEL EJERCICIO DE LA ARQUITECTURA EN EL ESTADO DE SONORA (CCPAS).

www. conavi.gob.mx