

# GACETA MUNICIPAL

ORGANISMO OFICIAL DE DIVULGACIÓN  
DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA  
BARRANCA, JALISCO.

H. AYUNTAMIENTO DE SAN CRISTÓBAL DE LA  
BARRANCA, JALISCO.  
2012-2015



**H. AYUNTAMIENTO DE  
SAN CRISTÓBAL DE LA  
BARRANCA, JALISCO.**



EL C. ALFREDO CASTRO CASTRO, PRESIDENTE MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA, JALISCO; EN CUMPLIMIENTO POR LO DISPUESTO EN EL ARTICULO 115 FRACCIÓN II DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EN RELACIÓN CON EL ARTICULO 77 FRACCIÓN I DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE JALISCO, ASÍ COMO LOS NUMERALES 37 FRACCIONES II Y VII Y 40 DE LA LEY DE GOBIERNO Y LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL DEL ESTADO DE JALISCO; A TODOS LOS HABITANTES HAGO SABER.

QUE EN EL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA, JALISCO, EN SESIÓN ORDINARIA DE AYUNTAMIENTO CELEBRADA EL DÍA 25 DE ABRIL DEL AÑO 2008 HE TENIDO A BIEN DIRIGIR EL PRESENTE:

### **ACUERDO:**

**PRIMERO.-** SE APRUEBA POR UNANIMIDAD DE LOS MIEMBROS DEL CABILDO, TANTO EN LO GENERAL COMO EN LO PARTICULAR LA APROBACIÓN DE LA CREACIÓN DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES Y DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA, JALISCO Y NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO.

# **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES Y DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA, JALISCO Y NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO.**

## **TÍTULO PRIMERO**

### **De las Disposiciones Generales**

#### **Capítulo Único**

##### **Disposiciones Generales**

**Artículo 1°.** El presente Reglamento se expide con fundamento en los artículos 27 párrafo tercero, 115 fracciones II y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1 al 6 y 9 de la Ley General de Asentamientos Humanos; 73, 77 y 80 de la Constitución Política del Estado de Jalisco; 1 al 3, 12, 279 al 297 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco y 1, 6 y 7 del Reglamento Estatal de Zonificación del Estado de Jalisco.

**Artículo 2°.** Se declara de orden público e interés social las normas contenidas en el presente Reglamento, el cual tiene por objeto la regulación y el control de cualquier excavación, explotación de bancos de materiales, reparación, acondicionamiento, edificación o demolición de cualquier género que se ejecute en propiedad pública, social o privada; así como todo acto de ocupación y utilización del suelo.

**Artículo 3°.** Corresponde al Municipio de San Cristóbal de la Barranca, Jalisco, el autorizar y supervisar las actividades a que se refiere el artículo anterior, por conducto de la Dirección General de Obras Públicas, así como la vigilancia para el debido cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento por conducto de la Dirección General de Inspección de Reglamentos.

**Artículo 4°.** La Dirección General de Obras Públicas del Municipio, tendrá las siguientes facultades:

- I. Determinar la aplicación de las normas técnicas, para que las edificaciones, instalaciones, calles y servicios públicos, reúnan las condiciones necesarias de seguridad, higiene, comodidad e imagen urbana que correspondan;
- II. Regular el crecimiento urbano de acuerdo con el interés público, ejecutando lo dispuesto en los Planes Parciales de Desarrollo Urbano y las disposiciones legales en materia urbana vigentes;
- III. Dictaminar para autorizar, otorgar, negar o revocar de acuerdo con este Reglamento, el Reglamento Estatal de Zonificación, la Ley de Desarrollo Urbano del Estado, los Planes de Desarrollo Urbano correspondientes y demás disposiciones aplicables al respecto; las licencias y permisos para cualquiera de las actividades a que se refiere el Artículo 2 de este Reglamento;
- IV. Supervisar todas las actividades a que se refiere el artículo segundo, ya sea que estas se encuentren en Ejecución o concluidas para verificar lo dispuesto en el presente reglamento;
- V. Las Dependencias Municipales podrán en todo tiempo ordenar las visitas de inspección que

juzguen convenientes a los trabajos de edificación que se estén llevando a cabo, para que, en caso de no ajustarse a los planos aprobados en la licencia respectiva, se dispongan las modificaciones necesarias o se ordene la suspensión de la Obra, imponiéndose al propietario o responsable de la misma, la sanción que se determine conforme a este y otros Reglamentos en la materia. Proponiendo a la Secretaría del Ayuntamiento, las sanciones que correspondan por violaciones a este reglamento, para que sean consignadas en la Ley de Ingresos del Municipio de San Cristóbal de la Barranca;

- VI.** Ordenar la suspensión de actividades en los términos previstos por este Reglamento; y en los casos no previstos, se aplicará supletoriamente lo señalado en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, el Reglamento Estatal de Zonificación, el Reglamento Interno del Ayuntamiento y la Administración Pública de San Cristóbal de la Barranca, las normas de derecho administrativo en general, el derecho común, la jurisprudencia en materia administrativa, los principios generales de derecho y demás relativos;
- VII.** Dictaminar con relación a las edificaciones e instalaciones existentes que representen un riesgo o insalubridad para el Municipio, o que causen molestias, para que cese tal peligro y perturbación; además, sugerir si es el caso, a la Dirección General de Inspección de Reglamentos, el cierre de los establecimientos y desocupación de los edificios para la resolución por dicha autoridad;
- VIII.** Advertir y recomendar, en base a un dictamen técnico, a la Dirección General de Inspección de Reglamentos, sobre las demoliciones de fincas, en los casos previstos por este Reglamento para que ésta autoridad resuelva;
- IX.** Dictaminar, de acuerdo a este Reglamento y al Plan de Desarrollo Urbano vigente, la ocupación o el uso del suelo, vía pública, construcción, estructura o instalación;
- X.** Integrar y administrar el padrón de Peritos de Proyecto, de Obra y de supervisión municipal, Peritos Corresponsales o Especializados y de contratistas; y
- XI.** Las demás que señale este Reglamento y el resto de las normas legales aplicables.

**Artículo 5°.** Para efectos de este Reglamento se entenderá por:

**I. ACCIÓN URBANÍSTICA:** la urbanización del suelo comprendiendo también la transformación de suelo rural a urbano; los cambios de utilización, las subdivisiones y fraccionamientos de áreas y predios para el asentamiento humano; la rehabilitación de fincas y zonas urbanas; así como la introducción, conservación o mejoramiento de las redes públicas de infraestructura y la edificación del equipamiento urbano;

**II. ALERO:** es el borde exterior de un techo que sobresale del paño de la construcción.

**III. ALINEAMIENTO DE LA EDIFICACION:** la delimitación sobre un lote o predio en el frente a la vía pública, que define la posición permisible del inicio de la superficie edificable.

**IV. ANDAMIO:** construcción provisional que sostiene plataformas, que sirve para la Ejecución de una Obra;

**V. APERCIBIMIENTO:** medio de informar a los propietarios de una finca en construcción las posibles violaciones de algunas disposiciones del Reglamento.

**VI. AREAS DE PROTECCION PATRIMONIAL:** son aquellas cuya fisonomía y valores, tanto naturales como culturales, forman parte de un legado histórico o artístico que requiere de su preservación, según las leyes en la materia y se encuentran debidamente clasificadas y señaladas en el Plan de Desarrollo Urbano vigente correspondiente. Se dividen en: áreas de protección al patrimonio histórico, del patrimonio cultural y a la fisonomía urbana;

**VII. BANQUETA:** porción de la vía pública destinada al tránsito de peatones;

**VIII. BARDEO:** Acotamiento o lienzo para delimitar un predio, construido con ladrillo, block o cualquier material similar;

**IX. CAMELLÓN:** espacio delimitado de una vía pública que divide en dos cuerpos el arroyo de una calle;

**X. CARGAS VIVAS:** son los esfuerzos, fuerzas y presiones que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter permanente;

**XI. CARGAS MUERTAS:** se considerarán 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 substancialmente con el tiempo;

**XII. CASETA DE VIGILANCIA:** aquella que sea construida dentro o fuera del área de restricción dentro de un predio con cualquier elemento constructivo, que sirva de resguardo al personal de vigilancia de una propiedad privada;

**XIII. CERTIFICADO DE ALINEAMIENTO:** es el documento que marca las restricciones y servidumbres a respetar en el predio e indica la nomenclatura oficial que deberá identificar al mismo;

**XIV. CFE:** Comisión Federal de Electricidad;

**XV. CERCA:** lienzo para delimitar un predio construido con malla, reja con visibilidad o cualquier material similar de manera provisional;

**XVI. CNA:** Comisión Nacional del Agua;

**XVII. CRECIMIENTO:** la expansión de las áreas ocupadas con edificios, instalaciones o redes que integran la infraestructura y el equipamiento urbano de los centros de población; y la expansión de los límites de los centros de población para integrar áreas de reservas o de conservación;

**XVIII. DEMOLICIÓN:** retiro o destrucción de una edificación total o parcial con métodos manuales o mecánicos;

**XIX. DENSIDAD DE LA EDIFICACION:** el conjunto de características físicas referentes al volumen, tamaño y conformación exterior, que debe reunir la edificación en un lote determinado, para un uso permitido. La reglamentación de la densidad de la edificación determina el máximo aprovechamiento que se puede dar en un lote sin afectar las condiciones de la zona donde se encuentra ubicado;

**XX. DENSIDAD DE VIVIENDA:** número de viviendas por unidad de superficie;

**XXI. DEPENDENCIA MUNICIPAL:** la dependencia técnica y administrativa que señale el Gobierno Municipal competente para expedir los dictámenes, acuerdos, autorizaciones, licencias y permisos previstos en la Ley de Desarrollo Urbano, el Reglamento Estatal de Zonificación y el presente Reglamento;

**XXII. DESMONTAJE:** retiro de estructuras o cubiertas ligeras;

**XXIII. DICTAMEN DE TRAZO, USOS Y DESTINOS ESPECÍFICOS:** certificación para un determinado predio fundado en el plan de desarrollo urbano de centro de población y en su caso, en el plan parcial de desarrollo urbano, donde se precisarán las normas y lineamientos para la elaboración del plan parcial de urbanización, el Proyecto definitivo de urbanización o el Proyecto de edificación;

**XXIV. DICTAMEN DE USOS Y DESTINOS:** mediante el cual se certificará la clasificación y la utilización determinadas para el predio en la zonificación vigente, para los efectos legales de actos o documentos donde se requiera esta información;

**XXV. DICTAMEN TÉCNICO:** resolución emitida por la dependencia técnica o autoridad municipal correspondiente, que establece la procedencia de autorizar el Plan Parcial de Urbanización, el Proyecto de urbanización, lo relativo a la entrega y recepción de Obras de urbanización, el Proyecto de edificación, el certificado de habitabilidad y los demás dictámenes y certificaciones previstos;

**XXVI. DIRECCIÓN:** Dirección General de Obras Públicas del Municipio de San Cristóbal de la Barranca;

**XXVI Bis. Drenaje Pluvial:** son las instalaciones para la recolección y alojamiento del agua producto de las lluvias.

**XXVII. ELEMENTOS CON VALOR PATRIMONIAL:** todos aquellos elementos susceptibles de protección, que formen parte o sean complementarios a las características de los inmuebles que conforman, dentro de las zonas con valor patrimonial y aún si estos se encontrarán aislados. Se consideran como tales:

- a) Edificios que tengan valor de tipo documental, respecto a las actividades o características culturales que constituyen parte integral de la identidad del lugar y contribuya a su carácter de singularidad;
- b) Mobiliario urbano;
- c) Bienes inmuebles integrados o parte integral de los diseños originales, hechos ex profeso para el inmueble; y
- d) Elementos distintivos, hitos o particularidades del contexto urbano inmediato.

**XXVIII. FUSIÓN:** unión legal de dos o más predios convirtiéndolos en uno solo;

**XXIX. GUARNICIÓN:** machuelo de una banquetta;

**XXX. INAH:** Instituto Nacional Antropología e Historia;

**XXXI. LEY:** Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco;

**XXXII. LÍNEA AÉREA:** cables de conducción eléctrica o de señal soportados por postes;

**XXXIII. LIMPIEZA DE TERRENO:** retiro de los elementos ajenos al mismo, con medios manuales o mecánicos que no impliquen excavaciones mayores de 30 centímetros;

**XXXIV. MAMPOSTERÍA:** muros construidos por piezas prismáticas de piedra natural o artificial, macizas o huecas, unidas por un mortero aglutinante;

**XXXIV Bis. Manejo de Aguas Pluviales:** son las acciones de captación, canalización, retenida, escurrido, regulación, infiltración y aprovechamiento o rehúso de escurrimientos pluviales que deben realizar los edificadotes y/o urbanizadotes a efecto de no ampliar el impacto hidrológico con su acción urbanística, y en caso de que ya se hayan causado impactos hidrológicos, las medidas de mitigación y remediación que deben de prever y realizar para el mismo propósito.

**XXXV. MARQUESINA:** es toda cubierta cuya superficie superior no es habitable, que sobresalga del paño de la construcción;

**XXXVI. MOVIMIENTO DE TIERRA:** modificación de la topografía original del terreno por medios mecánicos en una capa superior a los 30 cm, lo que no implica autorización para usarse considerarse como banco de materiales;

**XXXVII. NOMENCLATURA:** los nombres oficiales de los sitios, calles y avenidas del Municipio;

**XXXVIII. NÚMERO OFICIAL:** número que le corresponde a un predio, asignado por la Dirección para su identificación;

**XXXIX. OBRAS DE EDIFICACIÓN NUEVA:** las relativas a los elementos técnicos de construcción para dar a los predios de suelo urbanizado, un aprovechamiento específico;

**XL. OBRAS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:** las relativas a los elementos técnicos de construcción existentes, para modificarlas y permitir un aprovechamiento específico, similar o diferente al anterior;

**XLI. OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:** las relativas a los elementos técnicos de construcción en edificaciones existentes, para su preservación o restauración;

**XLII. OBRAS PARA LA REMODELACIÓN:** reestructuración del inmueble en la que puede haber cambios en su uso y en sus elementos arquitectónicos y físicos, pero conservando sus caracteres físicos arquitectónicos originales;

**XLIII. OBRAS PARA LA SEGURIDAD Y SANIDAD DE PREDIOS Y EDIFICACIONES:** las relativas a los elementos técnicos de construcción en predios y fincas existentes, necesarias a realizar cuando el estado de los mismos no pueda garantizar la seguridad y salud pública;

**XLIV. OCHAVO:** Esquina cortada o matada por un plano determinado;

**XLV. ORDENAMIENTO URBANO:** el conjunto de dispositivos que tienden a lograr el desarrollo físico integral de los mismos, mediante la armónica relación y jerarquización de sus elementos; expresándose, mediante planes, reglamentos y demás instrumentos administrativos, para éste fin, emanados de los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal, tales como la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de

Jalisco, el Reglamento Estatal de Zonificación, los Planes Parciales de Desarrollo, este Reglamento, entre otros;

**XLVI. PANCOUPE:** esquina redondeada;

**XLVII. PARAMENTO:** cara o paño de un muro;

**XLVIII. PAVIMENTO:** revestimiento del suelo destinado a darle firmeza, belleza y comodidad al tránsito;

**XLIX. PERITOS:** profesionistas de la planeación urbana, del diseño urbano, de la ingeniería urbana o de la edificación en general, reconocidos por la autoridad municipal, que, según su función, lo serán:

- a) En Proyecto de Edificación o Urbanización, los que avalan las solicitudes de licencias de los Proyectos sujetos a autorización, que previamente sujetaron a su revisión, conforme a la normatividad aplicable en la materia;
- b) En Ejecución de Obra de Edificación o de Urbanización, aquellos que avalan la correcta Ejecución de los Proyectos autorizados mediante licencia de construcción o de urbanización, responsables de dirigir y supervisar el proceso de construcción, de acuerdo al Proyecto aprobado;
- c) Supervisor Municipal en Obras de Urbanización o Edificación, aquellos que son contratados por la autoridad municipal para supervisar por delegación de ésta, que las acciones urbanísticas se ejecuten estrictamente de acuerdo a los Proyectos y especificaciones aprobados por la autoridad municipal, reportando las anomalías que detecte, asumiendo en cada caso las responsabilidades legales que de tal proceso se deriven, teniendo, asimismo, la responsabilidad de informar periódicamente, o antes en el caso de ser necesario, a la dependencia municipal correspondiente; para la Ejecución de la Obra, son los profesionistas de la planeación urbana, del diseño urbano, de la ingeniería urbana o de la edificación en general, reconocidos por la autoridad municipal y estatal, con la capacidad de avalar las solicitudes de los Proyectos mencionados, garantizando que éstos cumplen con lo establecido por la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, el Reglamento Estatal de Zonificación, los programas y planes de Desarrollo Urbano, el presente Reglamento y demás leyes y reglamentos aplicables, así como de dirigir y supervisar la Ejecución de las Obras, responsabilizándose de que se realicen de acuerdo a los Proyectos aprobados y respetando las leyes y reglamentos que sean aplicables; y
- d) Corresponsables o especializado en Proyecto, en Ejecución de Obra: el que tiene conocimientos especializados en un área específica de Proyecto, de construcción o de urbanización, y que por ello puede responsabilizarse junto con el Perito en Proyecto o en Ejecución de Obra, cuando éste así lo desee o cuando la complejidad o el tamaño de la Obra lo requiera en el área específica de su especialidad.

**L. PIEZAS HABITABLES:** son las que se destinan a estudios, alcobas, salas, estancias, comedores, dormitorios, oficinas, aulas y similares;

**LI. PIEZAS NO HABITABLES:** las destinadas a cocina, cuartos de baño, inodoros, lavaderos, cuartos de planchado, pasillos, circulaciones, vestíbulos y similares;

**LII. PLAN:** Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población vigente, de acuerdo a la ubicación del predio;

**LIII. PLAN PARCIAL:** Plan Parcial de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Urbanización vigentes, de acuerdo a la ubicación del predio y al nivel de aplicación que corresponda;

**LIV. PÓRTICO:** la techumbre que corona el ingreso, peatonal y vehicular en el alineamiento de una propiedad;

**LIV Bis. Pozos de Absorción:** obra hidráulica a la que se destina aguas pluviales con el propósito de restituir las a las aguas subterráneas;

**LV. PREDIO:** propiedad de terreno, que según sus características se considera como:

- a) Urbano: es aquel que ha sido lotificado, como consecuencia de la acción urbanística y que ha sido declarado como suelo urbanizado.
- b) Rústico: es aquel de carácter rural, localizado fuera del centro de población.
- c) Rústico intraurbano: es aquel de carácter rural localizado dentro del centro de población, ya en áreas de renovación urbana, urbanización progresiva o reserva urbana y que no cuenta con la declaratoria de suelo urbanizado por parte de la Dirección.

**LVI. RAMAL:** ramificación de la línea principal de una instalación;

**LVII. RECONSTRUCCION O REPOSICION:** volver a construir o substituir una edificación o construcción;

**LVIII. REESTRUCTURACIÓN:** reforzar o reparar la estructura existente;

**LIX. RELOTIFICACIÓN:** el cambio en la distribución o dimensiones de los lotes en un predio, cuyas características hayan sido autorizadas con anterioridad;

**LX. REPARACIÓN:** son los trabajos encaminados a corregir y arreglar los desperfectos de una construcción;

**LXI. RESTAURACIÓN:** conjunto de acciones especializadas o no, cuyo objetivo es recuperar los valores arquitectónicos y constructivos de un bien inmueble que ha sufrido alteraciones y deterioros considerables, procurando que dicha Obra conserve sus características originales;

**LXII. RESTRICCIÓN A LA EDIFICACIÓN:** es la superficie que debe dejarse libre de construcción dentro de un lote, medida desde el límite del lote y el límite de la edificación, ya sea a partir de la vialidad o de las colindancias laterales o posteriores, en cuyo caso se limitará igualmente la altura de la construcción;

**LXIII. RETENIDA:** cable que sirve para tensar las líneas eléctricas o telefónicas aéreas, tanto en los extremos como en los cambios de Dirección;

**LXIV. SEDEUR:** Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco;

**LXV. RESTRICCIÓN FRONTAL:** la superficie que debe dejarse libre de construcción dentro de un lote, medida desde la línea del límite con la vía pública o privada, o área común, hasta el alineamiento de la edificación por todo el frente del mismo;

**LXVI. RESTRICCIÓN LATERAL:** la superficie que debe dejarse libre de construcción dentro de un lote, medida desde la línea de la colindancia lateral

hasta el inicio permisible de la edificación, por toda la longitud de dicho lindero o por una profundidad variable, según se señale en el Plan Parcial de Urbanización;

**LXVII. RESTRICCIÓN POSTERIOR:** la superficie en la cual se restringe la altura y/o la distancia de la construcción dentro de un lote, con objeto de no afectar la privacidad y el asoleamiento de las propiedades vecinas, medida desde la línea de colindancia posterior hasta el inicio permisible de la edificación;

**LXVIII. JIAP:** Junta Intermunicipal de Agua Potable ;

**LXIX. SUBDIVISIÓN:** la partición de un predio en dos o más fracciones, para su utilización independiente, de manera formal ante las autoridades correspondientes;

**LXX. TAPIAL:** muro o cerca provisional;

**LXXI. TEJABÁN:** toda cubierta a base de una estructura ligera, ya sea de madera o metálica que soporta directamente teja de barro o similar y es susceptible de remover;

**LXXII. TERRAPLENES:** son las operaciones necesarias para la colocación de materiales producto de excavaciones o bancos de préstamo, cuya compactación aumenta la densidad de un suelo con el objeto de incrementar su resistencia y compresibilidad, así como disminuir la permeabilidad, y erosión;

**LXXIII. TOLDO:** es toda saliente o estructura ligera con lona o material similar, que con carácter no permanente se adose a la fachada de un edificio con el fin de proteger contra el sol y la lluvia;

**LXXIV. USO DEL SUELO:** los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas, áreas y predios de un centro de población; que en conjunción con los destinos determinan la utilización del suelo;

**LXXV. VOLADIZO:** es la parte accesorio de una construcción que sobresalga del paño del alineamiento, y que contiene un área construida o alero;

**LXXVI. VOLADO:** es todo elemento como los abultados, pilastras, cornisas, cornizuelas, molduras y demás detalles de las fachadas que sobresalgan del paño de la construcción;

**LXXVII. AREAS DE PROTECCIÓN:** son las áreas zonificadas de los planes de desarrollo urbano vigentes, que contienen dentro de sus perímetros bienes o valores del Patrimonio Cultural Urbano;

**LXXVIII. HOTELES:** comprenden instalaciones para alojamiento temporal, que funcionan mediante el arrendamiento de cuartos y servicios complementarios, como son cocina, restaurante, áreas de esparcimiento, entre otros. Contarán con playas de estacionamiento diseñadas para el servicio de las habitaciones;

**LXXIX. MOTELES DE PASO:** comprenden instalaciones para alojamiento temporal, que funcionan mediante el arrendamiento de cuartos cuya disposición de los mismos, deberá de ser independiente de los demás, pudiendo prescindir de los servicios complementarios de los hoteles, y cuenta con cajón de estacionamiento integrado al cuarto o habitación. Para efectos de su

emplazamiento, estarán ubicados fuera del Centro de Población del Plan de Desarrollo Urbano Municipal;

**LXXX. CERTIFICADO DE ALINEAMIENTO Y NÚMERO OFICIAL:** documento expedido por la Dirección, en el que se fija el frente del lote con relación a una vialidad pública, donde además se fijará la ubicación del número oficial que le corresponde, relacionado a la nomenclatura municipal. Además, en el se fijarán las restricciones para construir en el predio a edificar, pudiendo ser al frente, lateral o en la parte posterior del lote, según se especifica en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Municipio de San Cristobal de la Barranca, Jalisco;

**LXXXI. DECLARATORIA DE SUELO URBANIZADO:** declaración emitida por la Dirección, donde se determinan los usos y destinos de un predio, así como el cumplimiento de la Ejecución de las Obras de urbanización y la entrega de las áreas de cesión para destinos y su equipamiento;

**LXXXII. LOTE:** fracción de un predio resultado de su división, debidamente deslindado, con frente a vialidad pública como consecuencia de la urbanización del terreno;

**LXXXIII. TERRENO:** superficie de tierra o suelo;

**LXXXIV. UNIDAD PRIVATIVA:** el conjunto de bienes cuyo aprovechamiento y libre disposición corresponden al condómino de un lote;

**LXXXV. VIALIDAD PÚBLICA:** es todo espacio del dominio público, de uso común que por disposición de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano Municipal, se encuentra destinado al libre tránsito, de conformidad a las leyes y reglamentos de la materia. Sirve para dar acceso a los predios o lotes que la limiten, así como para la aeración, iluminación y asoleamiento de los predios que la limiten;

**LXXXVI. VIALIDAD PRIVADA:** son las calles o espacios de uso restringido, de propiedad privada y que no forman parte de los destinos del Plan de Desarrollo Urbano Municipal; las cuales tienen capacidad de acceso tranquilizado de vehículos y peatones; y

**LXXXVII. REGULARIZACIÓN DE CONSTRUCCIONES:** consisten en la manifestación espontánea y voluntaria de Obras de edificación realizadas sin haber obtenido los permisos o licencias correspondientes, para efectos de obtener su registro, mediante el procedimiento previsto en este Reglamento, a efecto de poder hacer uso del mismo.

Para la interpretación de los términos no previstos en este Reglamento, deberá de remitirse a lo dispuesto en la Ley de Desarrollo Urbano y al Reglamento Estatal de Zonificación.

## **TÍTULO SEGUNDO**

### **De los Planes Parciales de Urbanización con Relación al Otorgamiento de las Licencias de Construcción**

#### **Capítulo Único**

##### **Disposiciones Generales**

**Artículo 6°.** Las actividades a las que se refiere el Artículo 2, para ser autorizadas requerirán del dictamen de trazo, usos y destinos específicos, emitido por la misma Dirección de acuerdo al artículo 285 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco.

## **TÍTULO TERCERO**

### **De las Vías Públicas y Áreas de Uso Común**

#### **Capítulo I**

##### **Disposiciones Generales**

**Artículo 7°.** Vía pública es todo espacio municipal, estatal o federal de uso común que por disposición de la autoridad administrativa se encuentre destinado al libre tránsito, de conformidad con las leyes y reglamentos de la materia, así como todo inmueble que de hecho se utilice para este fin. Es característica propia de la vía pública el servir para la ventilación, iluminación y asoleamiento de los edificios que la limiten, para dar acceso a los predios colindantes o para alojar cualquier instalación de infraestructura de una Obra pública o de un servicio público.

**Artículo 8°.** Las vías de propiedad municipal, mientras no se desafecten del uso público a que están destinadas por resolución de las autoridades municipales, tendrán carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Corresponde a la Autoridad Municipal normar sobre vialidades municipales, iluminación artificial, ventilación, accesos y otros semejantes que se refieren al destino de las vías públicas, conforme a los ordenamientos respectivos.

**Artículo 9°.** Corresponde a la Dirección el dictar las medidas necesarias para remover los impedimentos y obstáculos para el más amplio goce de los espacios de uso público, en los terrenos a que se refiere el artículo anterior, considerándose de orden público la remoción de tales impedimentos.

**Artículo 10°.** Las vías públicas tendrán las especificaciones que fije el Reglamento Estatal de Zonificación y las resoluciones del Ayuntamiento tomadas en cada caso, así como los Decretos que en su caso se hayan establecido al respecto por otras autoridades competentes en la materia.

#### **CAPÍTULO II**

##### **De la Ocupación y Utilización de la Vía Pública**

**Artículo 11.** Los particulares, instituciones públicas o privadas que sin previo permiso de la Dirección ocupen la vía pública con escombros o materiales, tapiales, andamios, anuncios, aparatos o en cualquier forma; o bien ejecuten alteraciones de cualquier tipo de sistemas de agua potable, o alcantarillados, pavimentos, guarniciones, banquetas, postes o cableado del

alumbrado público, están obligados al cumplimiento de las sanciones administrativas o penales a que se hagan acreedores, a retirar los obstáculos y hacer las reparaciones a las vías y servicios públicos en la forma y plazos que al efecto le sean señalados por la Dirección y al pago de la licencia para su uso en caso procedente a la Tesorería del Ayuntamiento y a retirar los obstáculos y hacer las reparaciones a las vías y servicios públicos en la forma y plazos que al efecto le sean señalados por la Dirección.

En caso de que vencido el plazo que se les haya fijado al efecto, no se haya terminado el retiro de los obstáculos o finalizado las reparaciones a que se refiere el párrafo anterior, la Dirección procederá a ejecutar por su cuenta los trabajos relativos y pasará relación de los gastos que ello haya importado a la Tesorería del Municipio, con relación del nombre y domicilio del responsable, para que esta dependencia proceda coactivamente a hacer efectivo el importe de la liquidación presentada por la mencionada dependencia más la multa correspondiente según la Ley de Ingresos vigente del Municipio.

**Artículo 12.** Queda igualmente prohibida la ocupación de la vía pública para algunos de los fines de carga y descarga a que se refiere este Reglamento, sin el previo permiso del Ayuntamiento la cual en consecuencia tendrá que fijar horarios para el estacionamiento de vehículos para carga y descarga de materiales.

**Artículo 13.** La permanencia en vía pública de materiales o escombros será solo por el tiempo necesario para la realización de las Obras (si estas se realizan en vía pública, o por el tiempo necesario para su acarreo dentro de la Obra); teniendo los responsables de la Obra la obligación de garantizar el señalamiento de los obstáculos, para asegurar el expedito y seguro tránsito en las vías públicas en la forma que la misma Dirección determine y autorice previo pago de derechos de acuerdo a la ley de ingresos vigente del Municipio, debiendo tomar las medidas y levantando las infracciones que en violación de sus disposiciones a este efecto sean cometidas. Para tal efecto no se autorizará el uso de las vías públicas en los siguientes casos:

- I. Para aumentar el área de un predio o de una construcción; y
- II. Para instalar comercios fijos o semifijos en vías de acceso controlado y en el resto de las vías sólo con licencia específica.

Por lo que toda persona física o moral que ocupe con Obras o instalaciones la vía pública, estará obligada a retirarlas por su cuenta cuando la Dirección lo requiera, concediéndose el tiempo que se estime necesario para tal efecto.

### **Capítulo III**

#### **De las Instalaciones Subterráneas y Aéreas en la Vía Pública**

**Artículo 14.** Las instalaciones subterráneas en la vía pública tales como las correspondientes a teléfonos, alumbrado, semáforos, conducción eléctrica, gas u otras semejantes, deberán alojarse bajo de aceras y en tal forma que no interfieran entre sí, de conformidad a los trazos y niveles determinados por la Dirección. Por lo que se refiere a las redes de agua potable, pozos de absorción y alcantarillado, sólo por excepción se autorizará su colocación debajo de las aceras o camellones, debiendo por regla general colocarse bajo los arroyos de tránsito, salvo el caso de los pozos de absorción que podrán instalarse en áreas de cesión para destinos o en áreas de propiedad privada, cuando el subsuelo tenga

capacidad para recibir el agua pluvial sin poner en riesgo la estabilidad de las construcciones y de la infraestructura.

**Artículo 15.** En toda licencia, aún cuando no se exprese, se tendrá por puesta la obligación de cualquier persona física o jurídica de índole privada o pública, de remover y/o restituir las instalaciones que ocupen las vías públicas u otros bienes municipales de uso común con la misma calidad de terminado y materiales originales sin costo alguno para el Ayuntamiento, cuando sea necesaria para la Ejecución de Obras que requieran dicho movimiento.

**Artículo 16.** Es facultad de la Dirección el otorgar las licencias para la colocación de postes, provisionales o permanentes, que deban instalarse en las vías públicas; así como la dictaminación del lugar de colocación, con sujeción a las normas de este Reglamento. Los postes provisionales que deban permanecer instalados por un término menor de 15 días, sólo se autorizarán cuando exista razón plenamente justificada para su colocación el cableado que en cuyo caso soporten dichos postes deberá tener una altura mínima de 6.00 mts.

Las instituciones y organismos de servicio público, en casos de fuerza mayor, podrán colocar postes provisionales sin previo permiso, quedando obligadas dentro de los 5 días hábiles siguientes al que se inicien las instalaciones, a obtener el permiso correspondiente.

**Artículo 17.** Cuando se modifique el ancho de las banquetas o se efectúe sobre la vía pública cualquier Obra que exija el cambio de lugar de los postes o el retiro de ellos, será obligatorio para los propietarios de los postes efectuar el cambio, sin que esto pueda exigirse, con cargo a los mismos, por más de una vez cada tres años, a partir de la fecha de licencia concedida para la colocación del poste; por lo que sí hubiere necesidad de algún nuevo cambio para los efectos antes dichos, los gastos serán absorbidos por el Ayuntamiento.

Todo permiso que se expida para la ocupación de la vía pública con postes, quedará sujeto a lo dispuesto por este artículo aunque no se exprese.

**Artículo 18.** Cuando según un dictamen técnico emitido por la autoridad, sea necesario por razones de seguridad la reposición o el cambio de lugar de uno o más postes, los propietarios de los postes están obligados a ejecutar el cambio o retiro y en su caso, a la sustitución. Al efecto, se hará la notificación correspondiente al propietario del poste, fijando el plazo dentro del cual debe hacerse el cambio y de no hacerlo, lo hará la Dirección y se procederá en los términos del párrafo segundo del artículo 16 de este Reglamento.

**Artículo 19.** Es responsabilidad de los propietarios y usuarios la conservación de los postes, líneas y señales soportadas por ellos, así como de los daños que puedan causar por negligencia en este cuidado.

**Artículo 20.** Es obligación de los propietarios y usuarios de los postes, la reparación de los pavimentos que se deterioren con motivo de la colocación o remoción de ellos, así como el retiro de escombros y material sobrante, dentro de los plazos que en la autorización para colocar los mismos se hayan señalado. Es permanente la obligación de todo concesionario de aportar a la Dirección los datos

sobre el número de postes que tenga establecidos en el Municipio, acompañando un plano de localización de los mismos actualizado cada seis meses.

**Artículo 21.** El Ayuntamiento se reserva el derecho de colocar señales autorizadas por la Dirección en postes dentro de la vía pública.

#### **Capítulo IV**

##### **De la Nomenclatura y Asignación de Números Oficiales**

**Artículo 22.** Es facultad del Ayuntamiento la denominación de las vías públicas, parques, plazas, jardines, mercados, escuelas, bibliotecas, centros sociales, unidades asistenciales y demás espacios de uso común o bienes públicos dentro del Municipio; por lo que queda estrictamente prohibido y sujeto a sanción, el que los particulares alteren las placas de nomenclatura o pongan nombres no autorizados.

Los particulares podrán designar a vías y espacios de dominio privado destinados a dar acceso a propiedades privadas, nombres de calle, callejón, plaza, retorno u otro similar propios de las vías públicas, previa autorización de la autoridad correspondiente.

**Artículo 23.** Es obligación de los propietarios de fincas ubicadas en las esquinas permitir la colocación de placas de nomenclatura en lugar visible y en el caso de no ser así, en el lugar más adecuado.

**Artículo 24.** Es facultad de la Dirección, previa solicitud de los interesados, indicar el número que corresponde a la entrada de cada finca o lote, siempre que éste tenga frente a la vía pública; y corresponderá a esta dependencia el control de la numeración y el autorizar u ordenar el cambio de un número cuando este sea irregular o provoque confusión, quedando obligado el propietario a colocar el nuevo número en un plazo no mayor de diez días de recibido el aviso correspondiente, pero con derecho a reservar el antiguo hasta 90 días después de dicha notificación.

**Artículo 25.** El número oficial debe ser colocado en parte visible cerca de la entrada a cada predio o finca.

**Artículo 26.** Es obligación de la Dirección el dar aviso a la Dirección de Catastro, al Registro Público de la Propiedad del Estado de Jalisco, a las oficinas de correos y de telégrafos del Municipio y a cualquier otra dependencia federal, estatal y municipal que deba tener conocimiento de cualquier cambio que hubiere en la denominación de las vías y espacios públicos, así como en la numeración de los inmuebles.

**Artículo 27.** No podrán imponerse a las vialidades y demás sitios públicos municipales los nombres de personas que desempeñan funciones municipales, estatales o federales, ni de sus cónyuges o parientes hasta en segundo grado, durante el periodo de su gestión y un período posterior.

**Artículo 28.** En caso de que se asignen o cambien nombres de personas a vialidades y lugares públicos, sólo podrán ser de quienes se hayan destacado por sus logros ó actos en beneficio de la comunidad y el medio ambiente.

**Artículo 29.** En las placas que se fijan con motivo de la inauguración de las Obras públicas que realice la administración municipal, cuando se trate de Obras llevadas a cabo con recursos municipales, no deberán consignarse los nombres del presidente municipal, vicepresidente municipal, regidores y demás servidores públicos, durante el periodo de su cargo, ni de sus cónyuges o parientes hasta en segundo grado. Sin embargo deberá asentarse que fueron realizadas por el Gobierno Municipal, con el esfuerzo del pueblo y se entregan para su beneficio.

**Artículo 30.** En las denominaciones oficiales de las Obras, bienes y servicios públicos, sin perjuicio de poderse incluir sus finalidades, funciones o lugares de su ubicación, se procurará hacer referencia a los valores nacionales, a nombres de personas ameritadas a quienes la nación, el estado o el municipio deba exaltar para engrandecer de esta manera nuestra esencia popular, tradiciones y el culto a los símbolos patrios, en los términos y condiciones señaladas en el presente reglamento.

## **Capítulo V**

### **De los Certificados de Alineamiento**

**Artículo 31.** La Dirección, con sujeción a los ordenamientos urbanos, así como en casos de utilidad pública, señalará las áreas de los predios que deben dejarse libres de construcción; las cuales se entenderán como servidumbre o restricción, fijando al efecto la línea límite de construcción, la cual se respetará en todos los niveles; a excepción del subsuelo y de los voladizos que para el caso se autoricen en los niveles superiores.

**Artículo 32.** Es lícito permitir que el frente de un edificio se construya remetido respecto al alineamiento oficial, con el fin de construir partes salientes por razones de estética o conveniencia privada, siempre que no afecte derechos de terceros.

En caso de construcción de marquesinas y pórticos, la superficie cubierta no deberá rebasar el veinte por ciento del total del área de la restricción frontal.

**Artículo 33.** Cuando por causas de un plan de desarrollo urbano aprobado, quedare una construcción fuera del alineamiento oficial, no se autorizarán Obras que modifiquen la parte de dicha construcción que sobresalga del alineamiento, con excepción de aquellas que a juicio de la Dirección sean necesarias para la estricta seguridad de la construcción o para la corrección de las mismas al nuevo alineamiento.

**Artículo 34.** La Dirección negará la expedición de licencias o permisos para predios situados frente a vialidades no autorizadas, a excepción de aquellos predios intra-urbanos de suelo no urbanizado en las áreas en donde el Ayuntamiento haya dictaminado técnica, jurídica y administrativamente factible su regularización.

**Artículo 35.** La vigencia de un certificado de alineamiento oficial será indefinida, reservándose la Dirección el derecho de modificarlo como consecuencia de la planificación urbana o de alguna modificación a la superficie del predio.

**Artículo 36.** El bardeo perimetral como delimitación del predio, respetará las restricciones señaladas.

**Artículo 37.** Toda construcción efectuada en áreas no autorizadas podrá ser demolida, conforme a las normas establecidas al respecto, para lo cual se solicitará a la Dirección General de Inspección de Reglamentos instrumentar el procedimiento correspondiente. De proceder la demolición; se dará el aviso correspondiente al propietario o poseedor del inmueble para que la realice por su cuenta, dentro del plazo que al efecto señale la Dirección General de Inspección de Reglamentos; en caso de que llegado este plazo no se hiciera tal demolición y liberación de espacios, la Dirección General de Inspección de Reglamentos efectuará la demolición, y el costo de dichos trabajos se constituirá en crédito fiscal para ser requerido y cObrado por la Tesorería Municipal, bajo el procedimiento administrativo de Ejecución, sin perjuicio de las sanciones a que se haga acreedor el infractor.

Para efectos de lo dispuesto en este artículo se entenderá por construcción toda Obra por la que se fijen o desplanten sobre el piso elementos materiales, sea que se encuentren cimentados o no, realizadas con el fin de dar al predio un aprovechamiento específico; la demolición procederá en los casos en que se realicen las Obras citadas sin la correspondiente licencia o permiso, en contravención a éstos, sobre áreas de protección a cauces y cuerpos de agua, áreas de conservación ecológica, en predios de propiedad municipal, o en áreas de restricción de cualquier tipo.

En el procedimiento de demolición la Dirección General de Inspección de Reglamentos respetará las garantías de audiencia de los interesados, siguiendo un procedimiento sumario en el que se desahoguen las pruebas ofrecidas en descargo por el presunto infractor, salvo que se trate de una demolición decretada como medida de seguridad para garantizar la seguridad e integridad física de las personas.

## **Capítulo VI**

### **De las Restricciones a la Edificación**

**Artículo 38.** Los muros laterales ubicados en área de restricción frontal, que limiten con predios vecinos, tendrán una altura máxima de 2.40 mt.

**Artículo 39.** No se permitirá la apertura de vanos en muros colindantes a predios vecinos, a excepción de aquellos en que los propietarios de los predios involucrados lo autoricen expresamente y por escrito ante la Dirección debido a una causa justificada.

**Artículo 40.** Dentro de los predios se permitirá la construcción de muros al frente de hasta 2.40 metros de altura en el área de restricción frontal, tanto con reja metálica o cualquier material en el 100% del frente.

**Artículo 41.** Cuando se trate de terrenos entresolados, se exigirán muros de contención con el criterio técnico establecido por la Dirección, permitiendo en estos casos la construcción de las rampas o escaleras que permitan acceso adecuado al predio.

## **TÍTULO CUARTO**

### **De la Ejecución de las Obras**

#### **Capítulo Único**

##### **De la Instalación de Tapiales y Andamios**

**Artículo 42.** Es obligación de quien ejecute Obras al exterior (demolición, excavación, construcción, reparación, pintura, colocación de anuncios, etc.), colocar los dispositivos de protección necesarios para garantizar la seguridad de los peatones. La Dirección definirá los casos en los que se obligará la colocación de tapiales en las Obras que por sus características o por su ubicación en zonas de intenso tránsito peatonal, lo requieran.

**Artículo 43.** La colocación de tapiales y andamios en la vía pública requerirá autorización de la Dirección, la que fijará el plazo de su permanencia conforme a la importancia de la Obra y a la intensidad de tráfico.

**Artículo 44.** En banquetas de dos o más metros de anchura, la invasión máxima de la misma por el tapial será de un metro y cuando se trate de banqueta de menor anchura, deberá dejarse libre de cualquier invasión cuando menos la mitad de ésta.

**Artículo 45.** Tratándose de Obras cuya altura sea inferior a 10 metros, los tapiales podrán consistir en un paramento vertical con la altura mínima de 2.40 metros; cuando la altura de la Obra exceda de 10 metros, deberá hacerse hacia la vía pública un paso cubierto para peatones sin que sobresalga de la guarnición de la banqueta y continuarse el tapial arriba del borde exterior del paso cubierto, para que la altura de dicho tapial nunca sea inferior a la quinta parte de la altura de la Obra.

**Artículo 46.** Los tapiales y andamios deben construirse y colocarse de manera que protejan de todo peligro a las personas que los usen y a las que pasen en las proximidades o debajo de ellos y tendrá las dimensiones y dispositivos adecuados para reunir las condiciones de seguridad necesarias a criterio de la Dirección.

## **TÍTULO QUINTO**

### **De la Solicitud para el Otorgamiento de las Licencias de Edificación**

#### **Capítulo I**

#### **De los Criterios, Definiciones y Requisitos para Licencias de Edificación**

**Artículo 47.** Las licencias no contempladas en este reglamento, quedarán sujetas a permisos especiales o extraordinarios, los que se determinarán por la Dirección en base a un análisis razonado y por analogía de circunstancias, pero siempre procurando que el criterio establecido preserve los intereses del municipio. Lo referente a pago de derechos será determinado por la Tesorería Municipal.

**Artículo 48.** Se entiende como licencia mayor para las construcciones, sean nuevas o ampliaciones, aquellas cuya superficie a construir sea superior a los de 50.00 metros cuadrados de construcción

**Artículo 49.** Se entiende como licencia menor aquellas ampliaciones entre 20.00 y 50.00 metros cuadrados a construir, correspondientes a remodelaciones o adecuaciones de cualquier tamaño, no incluye Obras nuevas, ya que estas invariablemente se consideran como licencia mayor.

**Artículo 50.** Se otorgará permiso de edificación, cuando se trate de ampliaciones que no excedan de 20.00 metros cuadrados o modificaciones menores en beneficio de la finca, mediante la expedición de una orden de pago que cubra los derechos correspondientes, siempre que no se modifique el uso de suelo. Tratándose de ampliaciones sólo se otorgarán estos permisos de edificación en la misma finca con una diferencia de seis meses entre ellas.

**Artículo 51.** Los trabajos menores de edificación podrán realizarse sin permiso o licencia de construcción siempre y cuando no se trate de fincas ubicadas en áreas patrimoniales, de protección o fincas protegidas por el INAH, sólo en alguno de los siguientes casos:

- I. Construcción y reparación de banquetas;
- II. Reposición o reparación de pisos interiores;
- III. Reparaciones, reposiciones, trabajos de mantenimiento o mejoramiento llevados al cabo en el interior de una edificación, siempre y cuando no impliquen modificaciones estructurales, de espacios interiores, del estado original de la edificación o de cambios de uso de suelo;
- IV. Los trabajos de mantenimiento, reparación, reposición de fachadas menores a dos niveles, bardas, rejas, marquesinas o pórticos que no modifiquen el estado original de la edificación;

La exención de la licencia de edificación no libera a los propietarios de la responsabilidad de la Ejecución de los trabajos, ni de la obligación de respetar las normas técnicas de construcción de la legislación vigente, además de que los mismos trabajos, estarán sujetos a la supervisión de la autoridad municipal para efectos de su verificación y cumplimiento.

- V. Acciones emergentes para prevención de accidentes, con reserva de comunicar a la Dirección dentro del plazo menor a las setenta y dos horas a partir de la iniciación de las Obras;
- VI. Construcciones de carácter provisional para uso de oficina de Obra, bodegas, letrinas o vigilancia en el predio donde se edifique la Obra y los servicios provisionales correspondientes, entendiéndose que estas construcciones provisionales sólo se utilizarán durante el tiempo de Ejecución de la Obra y al término de la misma deberán ser retiradas por el edificador;
- VII. Reparaciones en instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, que no impliquen ningún tipo de ampliaciones o modificaciones a la estructura de la finca; y
- VIII. Impermeabilizaciones, reparaciones integrales de azoteas sin afectar los elementos estructurales.

**Artículo 52.** La expedición de la licencia de edificación no requerirá responsiva del Perito de Proyectos y Obras cuando se trate de los siguientes casos:

- I. Ampliaciones con área máxima de 20.00 metros cuadrados, siempre y cuando se trate de plantas bajas;
- II. Remodelaciones menores donde las modificaciones de espacios interiores o del estado original de la edificación, se realice con cambios mínimos o elementos ligeros que no impliquen modificaciones en apoyos, aumento de cargas o refuerzos estructurales;
- III. Amarre de cuarteaduras, arreglo de techos de azoteas o entrepisos sobre vigas de fierro, cuando en la reposición se emplee el mismo tipo de materiales y

siempre que el claro no sea mayor de cuatro metros ni se afecten miembros estructurales importantes en planta baja; esto para Obras en un solo nivel;

- IV. Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros de medida lineal como máximo, en construcciones hasta de dos pisos, si no se afectan elementos estructurales;
- V. Construcción de bardas interiores o exteriores, con altura máxima de 2.5 metros o hasta una longitud máxima de 30 metros en línea recta;
- VI. Construcción de albañales y registros;
- VII. Canchas deportivas a nivel de piso, más no las graderías de espectadores;
- VIII. Banquetas en fincas o áreas de protección al patrimonio histórico, cultural, edificado, etc.
- IX. Forjado de pretilas en azotea de menos de un metro de altura;
- X. Desmontaje y montaje de láminas sin desmontado de estructuras; y
- XI. Pórticos o marquesinas.

**Artículo 53.** La expedición de licencia de edificación requerirá responsiva de Perito de Proyectos y Obras cuando se trate de los siguientes casos:

- I. Edificaciones nuevas o ampliaciones mayores a 20.00 metros cuadrados;
- II. Cualquier ampliación o bardeo en planta alta de más de un metro de altura, cuando éste sea permitido;
- III. Demoliciones y desmonte de estructuras;
- IV. Reestructuraciones o remodelaciones mayores que impliquen modificaciones de espacios interiores o del estado original de la edificación, donde los elementos modificados motiven cambios de puntos de apoyo, de cargas por nuevos elementos o muros, que obliguen a revisar o reforzar la estructura;
- V. Bardas mayores a 2.5 metros de altura o con longitud mayor a 30 metros en línea recta;
- VI. Construcción de albercas con profundidad mayor a 1.25 metros y con capacidad mayor a 50 metros cúbicos;
- VII. Aljibes con profundidad mayor a 2 metros y/o capacidad mayor a 8 metros cúbicos; y
- VIII. Construcciones subterráneas.

**Artículo 54.** Para efectos de información o para iniciar cualquier acción urbanística, ya sean trabajos de urbanización o edificación, exceptuando el caso previsto en el siguiente artículo, será indispensable el trámite de lo siguiente:

- I. Dictamen de trazo, usos y destinos específicos; y
- II. Certificado de alineamiento y asignación de número oficial.

Este último, a juicio de la autoridad municipal, podrá implicar la previa inspección en campo del predio a fin de verificar y validar las condiciones del mismo, así también, podrá obviarse cuando su información sea parte integral del dictamen de trazo, usos y destinos específicos.

**Artículo 55.** Será condición indispensable para otorgar una licencia de edificación en Obras que no sean de uso habitacional unifamiliar, el contar con dictamen de trazo, usos y destinos específicos y certificado de alineamiento; este último, en caso de que no pueda obviarse como se preveé en el artículo anterior, con lo cual se fijarán los parámetros y las restricciones que sobre las edificaciones deben respetarse conforme a los ordenamientos urbanos salvo casos excepcionales a juicio fundado emitido como criterio general del Consejo Técnico de Desarrollo Urbano, debiendo cumplir, además de lo de la Dirección sus lineamientos además de cumplir lo que soliciten otras dependencias mencionadas en el dictamen.

**Artículo 56.** Para licencias mayores en Obras de uso habitacional unifamiliar se deberá necesariamente contar con certificado de alineamiento.

**Artículo 57.** Las licencias deberán solicitarse por escrito en los formatos expedidos por la autoridad municipal y deberán estar firmadas por el propietario y por el Perito de Proyectos y Obras cuando se exija, con ello aceptan ser solidariamente responsables de las obligaciones económicas y de las sanciones pecuniarias en que incurran por transgresiones a este ordenamiento.

**Artículo 58.** El otorgamiento de las licencias causará los derechos a que se refieran en la Ley de Ingresos vigente en el Municipio. En caso de que habiéndose entregado la orden de pago, se omitiera el pago por parte del solicitante; en el término de 10 días hábiles la Dirección se reservará el derecho de disponer del expediente como mejor convenga.

**Artículo 59.** Sólo hasta que el propietario o Perito de Proyectos y Obras hayan obtenido y tengan en su poder la licencia, bitácora y los planos aprobados, podrá iniciarse la construcción, misma que deberá contar con los servicios sanitarios adecuados durante el proceso de la construcción.

**Artículo 60.** No se concederá autorización para la Ejecución de ampliaciones sobre las áreas de servidumbre, en fincas ya existentes que invadan el alineamiento oficial vigente.

**Artículo 61.** En fincas ya construidas con una antigüedad mayor a 5 años donde hubiese existido un cambio entre el alineamiento original y el actual, no deberá obligarse a cambiar su situación original y podrá tramitar modificaciones respetando el alineamiento vigente que no estuviera edificado.

**Artículo 62.** Para hacer modificaciones al Proyecto original, éstas se podrán ejecutar siempre y cuando sea el mismo uso y superficie del Proyecto autorizado y durante el tiempo de vigencia de la licencia, debiendo presentarse el Proyecto autorizado y sus modificaciones antes de la habitabilidad. Todo cambio deberá respetar el presente Reglamento y las restricciones y especificaciones del dictamen y alineamiento y en caso de no cumplirse, se aplicarán las sanciones correspondientes. No se harán las modificaciones hasta obtener la nueva licencia.

**Artículo 63.** Los cambios en Proyectos que impliquen aumento de superficie mayores al 5%, no deberán efectuarse en tanto no se tramite el cambio de

Proyecto y el pago de los derechos correspondientes. Todo cambio deberá respetar el presente Reglamento y las restricciones y especificaciones del dictamen y alineamiento y en caso de no cumplirse se aplicarán las sanciones correspondientes.

**Artículo 64.** Las Obras terminadas que no tengan licencia podrán obtenerla para regularizar la situación de las mismas. Para su obtención el interesado deberá llenar los mismos requisitos que para las construcciones nuevas excepto bitácora, además de que en todos los casos en que las fincas no cumplan con los requisitos de normas de diseño contempladas en este reglamento, no podrán obtener la licencia correspondiente hasta que no regularicen esta situación haciendo los cambios necesarios en la Obra que le señale la dependencia técnica, aún cuando ésta esté totalmente terminada.

**Artículo 65.** Cuando en dos o más trámites diferentes a otorgarse, en el mismo predio y al mismo propietario, se soliciten por parte de la Dirección los mismos documentos, se podrá eximir la presentación de los mismos en los trámites subsecuentes, siempre y cuando no haya transcurrido un año de diferencia entre la tramitación de éstos y se tramiten en la misma Dependencia.

**Artículo 66.** Para la obtención de los siguientes trámites se deberá cumplir respectivamente con los siguientes requisitos:

**I. Certificado de Alineamiento:**

- a) Solicitud firmada por el propietario o promotor;
- b) Escritura pública del predio inscrita en el Registro Público de la Propiedad;
- c) Recibo del pago actualizado del Impuesto Predial;
- d) Recibo de pago actualizado de la JIAP o del organismo operador que proporcione servicios de agua potable;
- e) Croquis de ubicación señalando como mínimo seis de los números oficiales colindantes más próximos al predio y la distancia a la esquina más cercana;
- f) Copia de identificación oficial del firmante;
- g) Para uso distinto al habitacional unifamiliar, anexar dictamen de trazo, usos y destinos específicos procedente al uso solicitado; y
- h) En caso de ser un predio que no cuente con la declaratoria de suelo urbanizado se deberá cumplir con lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano;

**II. Permiso de Construcción:**

Únicamente se autorizarán ampliaciones de hasta 20.00 metros cuadrados en planta baja, modificaciones menores que no afecten a la estructura y el bardeo de predios baldíos. Esto no aplica para Obras nuevas, solo ampliaciones, ni para viviendas con régimen de condominio, o en los casos en que se requiera Perito:

- a) Solicitud firmada por propietario;
- b) Copia de identificación oficial del propietario con nombre y firma;

- c) Copia del recibo del pago predial con nombre del propietario y número oficial correctos o escritura pública con número oficial;
- d) Tres croquis de estado actual y trabajos a realizar todos firmados por el propietario en original;
- e) Para bardeos de predios deberá anexar certificado de alineamiento;
- f) En su caso, visto bueno del Departamento adscrito a la Dirección de Planeación del Desarrollo Territorial encargado de revisar lo correspondiente a las áreas de protección al patrimonio que corresponda; y
- g) En caso de comercio sin cambio de giro, anexar licencia de funcionamiento que tenga 5 años de antigüedad como mínimo o en su caso anexar dictamen de trazo, usos y destinos específicos.

### **III. Certificación de Habitabilidad:**

#### **Para Uso Habitacional Unifamiliar y Plurifamiliar Cuando Se Tramita Una Vivienda en lo Particular:**

- a) Solicitud firmada por el propietario y Perito;
- b) Bitácora(s) utilizada(s) en la Obra firmada(s) por el Perito;
- c) Copia de identificación oficial del propietario con nombre y firma;
- d) Copia de licencia de construcción;
- e) Plano arquitectónico autorizado; y
- f) En su caso, visto bueno del Departamento adscrito a la Dirección de Planeación del Desarrollo Territorial encargado de revisar lo correspondiente a las áreas de protección al patrimonio que corresponda.
- g) Constancia expedida por la Dirección General de Obras Públicas que avale las obras de manejo de aguas pluviales, en los términos que en cada caso resulte procedente a efecto de no general impactos hidrológicos adicionales a los naturales preexistentes.

#### **Para Uso Diferente al Habitacional Unifamiliar o Plurifamiliar, Además de lo Anterior:**

- a) Dictamen de trazo, usos y destinos específicos;
- b) Constancia de cumplimiento técnico y administrativo de la JIAP.
- c) Constancia expedida por la Dirección General de Obras Públicas que avale las obras de manejo de aguas pluviales, en los términos que en cada caso resulte procedente a efecto de no general impactos hidrológicos adicionales a los naturales preexistentes.

### **IV. Construcción menor a 50 m<sup>2</sup>:**

Únicamente se autorizarán ampliaciones hasta 50.00 metros cuadrados, remodelaciones, reconstrucciones y demoliciones, no aplica para Obras nuevas, solo ampliaciones.

#### **Para Uso Habitacional Unifamiliar y Plurifamiliar Cuando Se Tramita Una Vivienda en lo Particular:**

- a) Solicitud firmada por propietario y/o firma del Perito actualizado en su caso;
- b) Copia de identificación oficial del propietario con nombre y firma;

- c) Escritura pública del predio o en su defecto carta notarial que acredite el registro en trámite y recibo del pago del predial;
- d) Cinco copias del Proyecto que contenga el estado actual y propuesto todos firmados por propietario y Perito en su caso en original;
- e) Copia de certificado de alineamiento y número oficial, este documento se puede obviar si la escritura pública indica el número oficial correcto;
- f) En su caso, visto bueno del Departamento adscrito a la Dirección de Planeación del Desarrollo Territorial encargado de revisar lo correspondiente a las áreas de protección al patrimonio que corresponda;
- g) En caso de comercio sin cambio de giro, anexar licencia de funcionamiento que tenga cinco años de antigüedad como mínimo o en su caso anexar dictamen de trazo, usos y destinos específicos;
- h) En caso de propiedad en régimen de condominio anexar carta de anuencia y Proyecto autorizado con firma y sello por la junta correspondiente o la mayoría de los condóminos, de no existir esta apegarse a lo establecido en la escritura pública de régimen de condominio, al Reglamento Estatal de Zonificación y a este Reglamento;
- i) Recibo de pago de la JIAP o del organismo operador que proporcione servicios de agua potable
- j) En caso de ser un predio que no cuente con la declaratoria de suelo urbanizado se deberá cumplir con lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano.

**Para Uso Diferente al Habitacional Unifamiliar o Plurifamiliar Horizontal, Además de lo Anterior:**

- a) Revisión y autorización en planos de acuerdo al dictamen de trazo, usos y destinos específico y demás lineamientos surgidos de acuerdo a las características del Proyecto y a lo solicitado por las dependencias correspondientes;
- b) Copia del Dictamen de trazo, usos y destinos específicos; y
- c) En caso de demolición, anexar fotografías interiores, exteriores y firma en original del Perito y propietario en solicitud y en cada uno de los planos.

**V. Licencia de Construcción Mayor a 50 m<sup>2</sup>:**

**Para Uso Habitacional Unifamiliar y Plurifamiliar Cuando Se Tramita una Vivienda en lo Particular:**

- a) Solicitud firmada por propietario y por Perito actualizado;
- b) Bitácora firmada por el Perito y datos de la Obra;
- c) Copia de identificación oficial del propietario con nombre y firma;

- d) Escritura pública del predio inscrita en el Registro Público, o en su defecto carta notarial que acredite el registro en trámite y recibo del pago del predial;
- e) Recibo de pago de la JIAP o del organismo operador que proporcione servicios de agua potable;
- f) Copia del certificado de alineamiento y número oficial. (En caso de un predio dentro de un condominio horizontal, anexar copia del alineamiento del condominio en general);
- g) En su caso, visto bueno del Departamento adscrito a la Dirección de Planeación del Desarrollo Territorial encargado de revisar lo correspondiente a las áreas de protección al patrimonio que corresponda;
- h) Ocho juegos de copias de planos arquitectónicos y uno estructural (memoria de cálculo firmada en todas sus hojas por el Perito responsable, según sea el caso) a escala, todos firmados por Perito en original con croquis de ubicación, si fuera ampliación anexar planos del estado actual de la finca. En caso de propiedad en régimen de condominio se anexará Proyecto autorizado por la junta de condóminos, de no existir esta, autorización del 51% de los condóminos o mayoría de estos; o en su caso, apegarse a lo establecido en la escritura pública de régimen de condominio, cumpliendo con la normatividad prevista en el Reglamento Estatal de Zonificación y este Reglamento; e
- i) En caso de ser un predio que no cuente con la declaratoria de suelo urbanizado se deberá cumplir con lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano.
- j) Proyecto de manejo de aguas pluviales, en los términos que en cada caso resulte procedente a efecto de no generar impactos hidrológicos adicionales a los naturales preexistentes.

**Para Uso Diferente al Habitacional Unifamiliar o Plurifamiliar, Además de lo Anterior:**

- a) Revisión y autorización en planos de acuerdo al dictamen de trazo, usos y destinos específico y demás lineamientos surgidos de acuerdo a las características del Proyecto y a lo solicitado por las dependencias correspondientes.
- b) Proyecto de captación de manejo de aguas pluviales, en los términos que en cada caso resulte procedente a efecto de no generar impactos hidrológicos adicionales a los naturales preexistentes.

**VI. Suspensión de Obra :**

- a) Escrito dirigido a la Dirección General de Obras Públicas avisando de la suspensión temporal de la Obra, firmada por el Perito actualizado, mencionando el avance de la misma y la responsiva de seguridad en la Obra durante el tiempo en que esté suspendida;

- b) Original para su cotejo y copia de la Licencia de Construcción; y
- c) Bitácora autorizada, actualizada y vigente firmada por el Perito vigente.

**VII. Reinicio de Obra:**

- a) Escrito dirigido a la Dirección General de Obras Públicas avisando que se pretende reiniciar la Obra, firmado por el Perito actualizado;
- b) Licencia de construcción original; y
- c) Bitácora autorizada y firmada por el Perito.

**VIII. Movimientos de tierra:**

- a) Solicitud firmada por propietario y Perito;
- b) Dictamen de la Dirección General de Ecología y Fomento Agropecuario y/o Dictamen de Trazo, Usos y Destinos Específicos;
- c) Escritura pública;
- d) Cinco juegos de planos topográficos del conjunto señalando las áreas a remover y su volumetría;
- e) Planos con perfiles de las áreas a mover, rasantes actuales y propuestas;
- f) Bitácora de Obra; y
- g) Copia de identificación oficial del propietario con nombre y firma.

Para aquellos casos en que el movimiento de tierra se realice en los sesenta días previos al inicio de una edificación y/o urbanización que cuente con las licencias correspondientes, no se requerirá realizar el trámite señalado en este artículo, ya que se deberá considerar como actividad preliminar a la Obra de edificación. En caso de no contar con la licencia de construcción correspondiente deberán cubrirse los derechos correspondientes de acuerdo a la Ley de Ingresos vigente.

**IX. Regularización de Construcciones:** el interesado deberá acudir a la Dirección General de Obras Públicas, a través de la Dirección de Control del Desarrollo Territorial, manifestando por escrito que es su voluntad regularizar la edificación de que se trate acompañando los siguientes documentos:

- a) Acreditación de la propiedad o posesión del inmueble;
- b) Copia de identificación oficial del propietario o poseedor con nombre y firma;
- c) Croquis de ubicación del inmueble;
- d) Tres croquis de la edificación en su estado actual, con las medidas correspondientes y superficie, firmado por el propietario o poseedor, en original;
- e) Fotos del Inmueble en el exterior e interior;

- f) Señalamiento del tipo de materiales utilizados en la edificación, y carta respectiva del propietario o poseedor, por la seguridad estructural de la edificación; y
- g) El interesado en regularizar una construcción deberá de cubrir los derechos que correspondan a la misma, de conformidad con la Ley de Ingresos vigente, no se deberá de cubrir el impuesto sobre negocios jurídicos que grava la realización, celebración o expedición de los actos o contratos relativos a construcciones, reconstrucciones o ampliación de inmuebles, al no tratarse de una Obra que se éste realizando, sino de su regularización, pero deberá de hacerse la manifestación catastral de la misma, en caso de no estar ya incorporado al padrón catastral el predio.

## **CAPITULO II**

### **Vigencias y Refrendos, Suspensiones y Reinicios.**

**Artículo 67.** Las licencias de edificación que expida la Dirección tendrán una vigencia de dos años.

**Artículo 68.** Concluido el plazo para construir lo señalado en la licencia de una Obra, sin que ésta se haya iniciado o terminado, para continuarla deberá solicitarse prórroga para estar vigente y cubrirá los derechos estipulados en la Ley de Ingresos vigente en el Municipio, debiendo presentarse solicitud por escrito firmada por el propietario y el Perito, al cual la Dirección deberá responder en un plazo máximo de una semana, y en caso de ser procedente la misma, se emitirá de forma inmediata la orden de pago, en caso contrario se hará acreedor a las sanciones correspondientes.

**Artículo 69.** Para suspender los trabajos de una Obra durante la vigencia de la licencia, se deberá dar aviso de suspensión a la Dirección, para que en su caso autorice.

**Artículo 70.** Para el reinicio de la Obra deberá presentar la licencia con aviso de suspensión autorizado, y deberá obtener la autorización de reinicio por la Dirección. En caso de no respetar la suspensión, se aplicarán las sanciones administrativas correspondientes, y se anulará la suspensión otorgada.

## **CAPITULO III**

### **Requisitos y Criterios de Manejo de Escurrimientos Pluviales y de los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano**

**Artículo 70 Bis.** Para la autorización de licencias de edificación y/o urbanización se requerirá presentar ante la Dirección un proyecto que incluya las obras mínimas de manejo de aguas pluviales, para su captación, canalización, retenida, escurrido, regulación, filtración y aprovechamiento o rehúso, bajo la propuesta técnica que el promovente estime más conveniente, debiendo ser autorizada la misma por la Dirección, siempre y cuando garantice que no se causarán con

motivo de la acción urbanística efectos hidrológicos adicionales a los naturales preexistentes, que impacten en la cuenca de que se trate o en otra contigua.

En el caso de que una acción urbanística cause impactos hidrológicos adicionales a los preexistentes, será obligación del edificador y/o urbanizador realizar las medidas de litigación y remediación que resulten necesarias para no alterar el gasto de la cuenca.

**Artículo 70 Bis A.** Cuando el edificador y / o urbanizador opte por utilizar en los sistemas de drenaje urbano pozos de absorción, en las zonas donde los estudios de mecánica de suelo lo permitan, sin poner en riesgo la estabilidad de las construcciones, se considerarán los siguientes criterios:

- I. Deberán construirse sistemas separados para la conducción de aguas residuales y pluviales, la perforación de pozos de infiltración con capacidad para captar los escurrimientos pluviales sobre las superficies de viviendas, áreas comunes y vialidades para efecto de que sean captadas, canalizadas e infiltradas, previo dictamen del organismo operador del sistema y de la dirección. Estos pozos deberán de contar con trampas para aceites y grasas cuando las aguas corran por superficies de estacionamientos o vialidades, además de permitir labores de desazolve para su correcto funcionamiento;
- II. El caudal de aguas pluviales se calculará con los lineamientos del organismo operador o en su defecto, con las recomendaciones de la Comisión Nacional del Agua, coordinados con la Dirección General de Obras Públicas;
- III. A falta de indicaciones específicas de la autoridad competente, la intensidad de lluvia se adoptará para un periodo de tiempo que dependerá de la ubicación de la zona, según se indica a continuación:
  - a) Zonas Centrales: 5 a 10 años;
  - b) Zonas Urbanas periféricas: 2 a 5 años; y
  - c) Zonas Suburbanas: 1 a 2 años.
- IV. Las aguas pluviales se conectarán a los colectores existentes, siempre y cuando tengan la capacidad para recibirlas. En caso contrario, se diseñará un sistemas de evacuación independiente hasta alejar el agua a un cuerpo receptor que tenga capacidad suficiente o por medio de un sistema propio, con escurrimiento superficial y captación en sitios estratégicos por medio de coladeras de piso, piso y banquetas, bocas de tormenta, transversales o coladeras de diseño especial, las cuales se conectarán a pozos de absorción. Siendo preferente ésta última opción, cuando las condiciones de estabilidad y permeabilidad del subsuelo lo permitan, ya que además, permitirán la recarga de los mantos freáticos;

- V. El diseño en la zona de captación de agua pluvial por medio de coladeras o bocas de tormenta, será de tal manera que se eviten cambios bruscos dependientes, que afecten la circulación de vehículos;
- VI. La ubicación de todo sitio de captación se llevara a cabo en puntos donde no afecten a los peatones al cruzar las vialidades; y
- VII. Las labores de mantenimiento y desazolve de los pozos de filtración de aguas pluviales correrán a cargo de los propietarios de las edificaciones, y en caso de que estos se encuentren ubicados en áreas públicas, serán obligación del organismo operador de los servicios.

**Artículo 70 Bis B.** En los sistemas de drenaje pluvial, se permitirá la opción de drenaje pluvial superficial, como son escurrimientos naturales, cunetas y canales, cuando se representen peligro para la salud o la integridad de la población.

## **TÍTULO SEXTO**

### **De la Seguridad Estructural de las Construcciones**

#### **Capítulo I**

#### **Disposiciones Generales de Diseño Estructural**

**Artículo 71.** Este Título contiene los requisitos que deben cumplirse en el Proyecto, Ejecución y mantenimiento de una edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, así como un comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación.

La documentación requerida del Proyecto estructural deberá cumplir con lo previsto en este apartado y deberá presentarse como lo indica el Artículo 99.

En el libro de bitácora deberá anotarse, en lo relativo a los aspectos de seguridad estructural, la descripción de los procedimientos de edificación utilizados, las fechas de las distintas operaciones, la interpretación y la forma en que se han resuelto detalles estructurales no contemplados en el Proyecto estructural, así como cualquier modificación o adecuación que resulte necesaria al contenido de los mismos. Toda modificación, adición o interpretación de los planos estructurales deberá ser aprobada por el Perito Urbano Responsable de la Obra o por el Perito Especializado de Seguridad Estructural en su caso. Deberán elaborarse planos que incluyan las modificaciones significativas del Proyecto estructural que se hayan aprobado y realizado.

Las disposiciones de este Título se aplican tanto a las construcciones nuevas como a las modificaciones, ampliaciones, Obras de refuerzo, reparaciones y demoliciones de las Obras a que se refiere este apartado.

Para puentes, túneles, torres, chimeneas y estructuras industriales no convencionales, pueden requerirse disposiciones específicas que difieran en algunos aspectos de las contenidas en este Título. Los procedimientos de revisión de la seguridad para cada uno de estos casos deberán ser aprobados por las Autoridades competentes de la Dirección General de Obras Públicas.

**Artículo 72.** El Ayuntamiento expedirá Normas Técnicas Complementarias para definir los requisitos específicos de ciertos materiales y sistemas estructurales, así como procedimientos de diseño para acciones particulares, como efectos de sismos y de vientos.

**Artículo 73.** Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

**I. Grupo A:** Edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, las que se subdividen en:

- a) **Subgrupo A1:** Edificaciones esenciales como hospitales, estaciones de bomberos y de policía, terminales de transporte aéreo y terrestre, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, tanques o contenedores de agua que pudiera ser utilizada para combatir incendios y cualquier edificación cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana;
- b) **Subgrupo A2:** Edificaciones peligrosas como depósitos de sustancias inflamables o tóxicas o cualquier edificación cuya falla represente un peligro significativo para la comunidad;
- c) **Subgrupo A3:** Edificaciones de ocupación especial. En este subgrupo se encuentran las escuelas, los estadios o cualquier estructura que aloje más de 5,000 personas; así como los museos y edificios que contengan archivos y registros públicos de particular importancia, a juicio de la Dirección General de Obras Públicas; y

**II. Grupo B:** Edificaciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:

- a) **Subgrupo B1:** Edificaciones de más de 15 m. de altura o con más de 3,000 m<sup>2</sup> de área total construida. El área se refiere a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo (acceso y escaleras), incluyen las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje. Además templos, salas de espectáculos y edificios que tengan salas de reunión que puedan alojar más de doscientas personas; y
- b) **Subgrupo B2:** Las demás de este grupo.

**Artículo 74.** El Proyecto arquitectónico de una edificación deberá permitir una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos.

El Proyecto arquitectónico de preferencia permitirá una estructuración regular que cumpla con los requisitos que se establezcan en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

Las construcciones que no cumplan con dichos requisitos de regularidad se diseñarán para condiciones sísmicas más severas, en la forma que se especifique en las normas mencionadas.

**Artículo 75.** Toda construcción deberá separarse de sus linderos con predios vecinos a una distancia cuando menos igual a la que se señala en el Artículo 116 de este Título, el que regirá también las separaciones que deben dejarse en juntas de construcción entre cuerpos distintos de una misma construcción. Los espacios entre construcciones vecinas y las juntas de construcción deberán quedar libres de toda obstrucción. Podrán usarse tapajuntas siempre y cuando éstos no impidan el que las estructuras colindantes se desplacen independientemente durante un sismo.

Las separaciones que deben dejarse en colindancias y juntas se indicarán claramente en los planos arquitectónicos y en los estructurales.

**Artículo 76.** Los acabados y recubrimientos cuyo desprendimiento pueda ocasionar daños a los ocupantes de la construcción o a los que transiten en su exterior, deberán fijarse mediante procedimientos aprobados por el Perito Urbano Responsable de la Obra y por el Perito Especializado en Seguridad Estructural, en su caso. Particular atención deberá darse a los recubrimientos pétreos en fachadas y escaleras, a las fachadas prefabricadas de concreto, así como a los plafones de elementos prefabricados de yeso y otros materiales pesados.

**Artículo 77.** Los elementos no estructurales que puedan restringir las deformaciones de la estructura, o que tengan un peso considerable, muros divisorios, de colindancia y de fachada, pretilos y otros elementos rígidos en fachadas, escaleras y equipos pesados, tanques, tinacos y casetas, deberán ser aprobados en sus características y en su forma de fijación por el Perito Urbano Responsable de la Obra y por el Perito Especializado en Seguridad Estructural en Obras en que éste sea requerido.

El mobiliario, los equipos y otros elementos cuyo volteo o desprendimiento pueda ocasionar daños físicos o materiales, como libreros altos, anaqueles y tableros eléctricos o telefónicos, deben fijarse de tal manera que se eviten estos daños.

**Artículo 78.** Los anuncios adosados, colgantes y de azotea, de gran peso y dimensiones deberán ser objeto de diseño estructural en los términos de este Título, con particular atención a los efectos del viento. Deberán diseñarse sus apoyos y fijaciones a la estructura principal y deberá revisarse su efecto en la estabilidad de dicha estructura. El Proyecto de estos anuncios deberá ser

aprobado por el Perito Urbano Responsable de la Obra o por el Perito Especializado en Seguridad Estructural en Obras en que éste sea requerido.

Cuando en una estructura existente se pretenda instalar un anuncio, deberá revisarse su efecto en la estabilidad de dicha estructura y cuando se requiera, deberán diseñarse los refuerzos que la estructura necesite para cumplir con las disposiciones de este Título. El Proyecto del anuncio, y el de los refuerzos cuando existan, deberán ser aprobados por el Perito Urbano Responsable de la Obra o por el Perito Especializado en Seguridad Estructural en su caso, y presentados a la Dirección General de Obras Públicas para su aprobación.

**Artículo 79.** Cualquier perforación o alteración en un elemento estructural para alojar ductos o instalaciones, y en general, cualquier modificación o afectación de un elemento estructural deberá ser aprobada por el Perito Urbano Responsable de la Obra o por el Perito Especializado en Seguridad Estructural en su caso, quien elaborará planos de detalle que indiquen las modificaciones y refuerzos locales necesarios.

Las fijaciones de portones, cancelas o cualquier elemento no estructural a elementos de la estructura principal deberán diseñarse y tomarse en cuenta su efecto en dicha estructura. No se permitirá ranurar elementos estructurales de concreto reforzado con el fin de soldar algún tipo de anclaje a su acero de refuerzo.

No se permitirá que las instalaciones de gas, agua y drenaje crucen juntas constructivas de un edificio a menos que se provean de conexiones o de tramos flexibles.

**Artículo 80.** Toda estructura y cada una de sus partes deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- I. 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
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

El cumplimiento de estos requisitos se comprobará con los procedimientos establecidos en este Capítulo.

**Artículo 81.** Se considerará como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualesquiera de sus componentes incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Las Normas Técnicas Complementarias de este Título establecerán los estados límite de falla más importantes para cada material y tipo de estructura.

**Artículo 82.** Se considerará como estado límite de servicio la ocurrencia de deformaciones, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la construcción, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

En las edificaciones comunes la revisión de los estados límite de deformaciones se considerará cumplida si se comprueba que no exceden los valores siguientes:

- I. Un desplazamiento vertical en el centro de vigas en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 0.5 cm.; además, en miembros en los cuales sus desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, los cuales no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se considerará como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales igual al claro de la viga entre 480 más 0.3 cm. Para elementos en voladizo los límites anteriores se duplicarán; y
- II. 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 será igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico se observará lo dispuesto en el Capítulo IV de este Título;

Se observará, además, lo que dispongan, las Normas Técnicas Complementarias relativas a los distintos tipos de estructuras.

Adicionalmente se respetarán los estados límite de servicio de la cimentación y los relativos a diseño sísmico, especificados en los Capítulos respectivos de este Título.

Cuando el diseño de un edificio, estructura o parte de una estructura esté basado en diseño por esfuerzos permisibles, la ocurrencia de dichos esfuerzos constituirá el correspondiente estado límite de esfuerzos de trabajo. Las Normas Técnicas Complementarias de este Título establecerán los esfuerzos permisibles para cada material y tipo de estructura.

**Artículo 83.** En el diseño de toda estructura deberán tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuanto este último sea significativo. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse en el diseño y la forma en que deben calcularse sus efectos se especifican más adelante en los Capítulos II, III, IV y V de este Título. La manera en que deben combinarse sus efectos se establecen en los Artículos 86 y 96 de este Título.

Cuando sean significativos, deberán tomarse en cuenta los efectos producidos por otras acciones, como los empujes de tierras y líquidos, los cambios

de temperatura, las contracciones de los materiales, los hundimientos de los apoyos y las sollicitaciones originadas por el funcionamiento de maquinaria y equipo que no estén tomadas en cuenta en las cargas, especificadas en el Capítulo III de este Título para diferentes destinos de las edificaciones. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse para el diseño, la forma en que deben integrarse a las distintas combinaciones de acciones y la manera de analizar sus efectos en las estructuras se apegarán a los criterios generales establecidos en este Capítulo.

**Artículo 84.** Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:

- I. 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 tierras y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a presfuerzos o movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;
- II. Las acciones variables son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente 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 las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenaje; y
- III. Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: Las acciones sísmicas; los efectos del viento; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en la estructuración y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para en el caso que ocurran estas acciones.

**Artículo 85.** Cuando deba considerarse en el diseño el efecto de acciones cuyas intensidades no estén especificadas en este apartado ni en las Normas Técnicas Complementarias de este Título, estas intensidades deberán establecerse siguiendo procedimientos aprobados por la Dirección General de Obras Públicas y con base en los criterios generales siguientes:

- I. Para acciones permanentes se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las otras propiedades relevantes de los materiales, para determinar un valor máximo probable de la intensidad. Cuando el efecto de la acción permanente sea favorable a la estabilidad de la estructura, se determinará un valor mínimo probable de la intensidad;
- II. Para acciones variables la intensidad máxima se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la construcción. Cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura se empleará la intensidad mínima y se tomará, en general, igual a cero; y
- III. Para las acciones accidentales se considerará como intensidad de diseño el valor que corresponde a un periodo de recurrencia de cincuenta años.

Las intensidades supuestas para las acciones no especificadas deberán justificarse en la memoria de cálculo y consignarse en los planos estructurales.

**Artículo 86.** La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones:

- I. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables, se considerarán todas las acciones permanentes que actúen sobre la estructura y las distintas acciones variables; y
- II. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados de acuerdo con el Artículo 97 de este Título y de las Normas Técnicas Complementarias relativas a los distintos tipos de materiales.

**Artículo 87.** Se investigarán las condiciones de carga que causen los máximos cortantes y momentos flexionantes a lo largo de cada miembro de la estructura.

**Artículo 88.** Las fuerzas internas y las deformaciones producidas por las acciones se determinarán mediante un análisis estructural realizado por un método reconocido que tome en cuenta las propiedades de los materiales ante los tipos de carga que se estén considerando.

**Artículo 89.** La fuerza lateral total, de sismo o viento, será distribuida entre todos los elementos del sistema vertical para resistir fuerzas laterales en proporción a sus rigideces considerando la rigidez del diafragma o sistema de contravientos horizontales de cada piso del edificio. No deberá excluirse del análisis ningún elemento, y en particular los elementos rígidos, que puedan tener algún efecto en la acción del sistema. Todos los elementos participantes deberán diseñarse adecuadamente.

**Artículo 90.** Se tomará en cuenta el incremento de fuerzas inducido en los elementos resistentes del sistema estructural que resulten de la torsión producida por la excentricidad entre el centro de aplicación de las fuerzas laterales y el centro de rigidez del sistema para resistir fuerzas laterales del edificio. No se reducirán las fuerzas por efectos de torsión. Los requerimientos por torsión accidental se indican en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

**Artículo 91.** Cada edificio o estructura será diseñada para resistir los efectos de volteo causados por las fuerzas laterales de sismo o de viento especificadas en este apartado.

**Artículo 92.** Los muros y columnas de un edificio deberán tener el anclaje necesario para resistir las fuerzas de levantamiento y deslizamiento que resultan de la aplicación de las fuerzas prescritas en este apartado.

**Artículo 93.** Se entenderá 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 cualesquiera de sus componentes.

En general, la resistencia se expresará 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 entenderá por fuerzas internas las fuerzas axiales y cortantes y los momentos de flexión y torsión que actúan en una sección de la estructura.

**Artículo 94.** Los procedimientos para la determinación de la resistencia de diseño y de los factores de resistencia correspondientes a los materiales y sistemas constructivos más comunes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias de este Título. Para determinar la resistencia de diseño ante estados límite de falla de cimentaciones se emplearán procedimientos y factores de seguridad especificados en el Capítulo VII de este Título y en sus Normas Técnicas Complementarias.

En casos no comprendidos en los documentos mencionados, la resistencia de diseño se determinará con procedimientos analíticos basados en evidencia teórica y experimental, o con procedimientos experimentales de acuerdo con el artículo siguiente de este Capítulo. En ambos casos, el procedimiento para la determinación de la resistencia de diseño deberá ser aprobado por la Dirección General de Obras Públicas.

Cuando se siga un procedimiento no establecido en las Normas Técnicas Complementarias de este Título, la Dirección General de Obras Públicas podrá exigir una verificación directa de la resistencia por medio de una prueba de carga realizada de acuerdo con lo que dispone el Capítulo IX de este Título.

**Artículo 95.** La determinación de la resistencia podrá llevarse a cabo por medio de ensayos 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 el Artículo 86 de este Título.

Cuando se trate de estructuras o elementos estructurales que se produzcan en forma industrializada, los ensayos se harán sobre muestras de la producción o de prototipos. En otros casos, los ensayos podrán 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 deberá hacerse de manera que se obtengan las condiciones

más desfavorables que puedan presentarse en la práctica, pero tomando en cuenta la interacción con otros elementos estructurales.

Con base en los resultados de los ensayos, se deducirá 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 fijarán con base en criterios probabilísticos y deberán ser aprobados por la Dirección General de Obras Públicas, la cual podrá exigir una comprobación de la resistencia de la estructura mediante una prueba de carga de acuerdo con el Capítulo IX de este Título.

**Artículo 96.** Se revisará que para las distintas combinaciones de acciones especificadas en el Artículo 86 de este Título 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 el Artículo 97 y en las Normas Técnicas Complementarias relativas a los diferentes materiales.

También se revisará que bajo el efecto de las posibles combinaciones de acciones sin multiplicar por factores de carga, no se rebase algún estado límite de servicio.

**Artículo 97.** Cuando el diseño de un edificio, estructura o parte de una estructura esté basado en diseño por última resistencia para concreto ó mampostería, diseño plástico para acero, o diseño por factores de carga y resistencia para acero, cada componente será diseñada para resistir los efectos más críticos de los factores de carga y las combinaciones de cargas indicados en las correspondientes Normas Técnicas Complementarias de este Título.

Cuando el diseño de un edificio, estructura o parte de una estructura esté basado en diseño por esfuerzos permisibles o esfuerzos de trabajo, cada componente será diseñada para resistir los efectos más críticos que resulten de las combinaciones de carga indicadas en el Artículo 86, tomando en todos los casos un factor de carga unitario. Cuando las combinaciones de cargas incluyan acciones accidentales (sismo o viento) los esfuerzos permisibles podrán incrementarse en un 33%.

Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se tomará igual a 0.9; además, se tomará como intensidad de la acción el valor mínimo probable de acuerdo con el Artículo 85.

Para la revisión de estados límite de servicio se tomará en todos los casos un factor de carga unitario.

**Artículo 98.** Se podrán emplear criterios de diseño diferentes de los especificados en este Capítulo y en las Normas Técnicas Complementarias de este Título si se

justifica, a satisfacción de la Dirección General de Obras Públicas, que los procedimientos de diseño empleados dan lugar a niveles de seguridad no menores que los que se obtengan empleando los previstos en este ordenamiento, tal justificación deberá realizarse previamente a la solicitud de la licencia.

**Artículo 99.** El Proyecto estructural de una Obra deberá contener:

I. Planos estructurales debidamente acotados y especificados que contengan una descripción completa y detallada de las características de la estructura incluyendo su cimentación. Deberán especificarse en ellos los datos esenciales del diseño como las cargas vivas y los coeficientes sísmicos considerados, y las calidades de materiales. Deberán indicarse los procedimientos de construcción recomendados, cuando éstos difieran de los tradicionales. Deberán mostrarse en planos los detalles de conexiones, cambios de nivel y aberturas para ductos. En particular, para estructuras de concreto se indicarán mediante dibujos acotados los detalles de colocación y traslapes de refuerzo de las conexiones entre miembros estructurales.

En los planos de estructuras de acero se mostrarán todas las conexiones entre miembros, así como la manera en que deben unirse entre sí los diversos elementos que integran un miembro estructural. Cuando se utilicen tornillos, se indicará su diámetro, número, colocación y calidad, y cuando las conexiones sean soldadas se mostrarán las características completas de la soldadura; éstas se indicarán utilizando una simbología apropiada y, cuando sea necesario, se complementará la descripción con dibujos acotados y a escala.

En el caso de que la estructura esté formada por elementos prefabricados o de patente, los planos estructurales deberán indicar las condiciones que éstos deben cumplir en cuanto a su resistencia y otros requisitos de comportamiento. Deberán especificarse los herrajes y dispositivos de anclaje, las tolerancias dimensionales y procedimientos de montaje.

Deberán indicarse, asimismo, los procedimientos de apuntalamiento, erección de elementos prefabricados, conexiones de una estructura nueva con otra existente, en su caso.

En los planos de fabricación y en los de montaje de estructuras de acero o de concreto prefabricado, se proporcionará la información necesaria para que la estructura se fabrique y monte de manera que se cumplan los requisitos indicados en los planos estructurales;

II. Memoria de cálculo en la cual se describirán, con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser evaluados por un especialista externo al Proyecto, los criterios de diseño estructural adoptados y los principales resultados del análisis y el dimensionamiento. Se incluirán los valores de las acciones de diseño, y los modelos y procedimientos empleados para el análisis estructural. Se incluirá una justificación del diseño de la cimentación y de los demás documentos especificados en este Título;

III. Proyecto de protección a colindancias y estudio de mecánica de suelos, cuando proceda de acuerdo con lo establecido en este apartado; y

IV. Legajo de especificaciones complementarias cuando la importancia del Proyecto así lo requiera.

Todos estos documentos deberán estar firmados por el Perito Urbano Responsable de la Obra y el Perito Especializado de Seguridad Estructural en su caso.

El que la memoria de cálculo y los planos estructurales no contengan la información suficiente para que el Proyecto estructural pueda ser sancionado sin

la necesidad de efectuarse cálculos adicionales será motivo suficiente para que la Dirección General de Obras Públicas rechace dicho Proyecto.

## **Capítulo II**

### **De las Cargas Muertas**

**Artículo 100.** Se considerarán 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 substancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán 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 emplearán valores máximos probables.

**Artículo 101.** El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se incrementará en 20 kg./m<sup>2</sup>. 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 incrementará también en 20 kg./m<sup>2</sup>, de manera que el incremento total será de 40 kg./m<sup>2</sup>. Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modificarán en proporción a los pesos volumétricos.

Estos aumentos no se aplicarán cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.

## **Capítulo III**

### **De las Cargas Vivas**

**Artículo 102.** Las cargas vivas, a menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en el artículo siguiente.

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, libreros pesados o cortinajes en salas de espectáculos. Cuando se prevean tales cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adaptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

**Artículo 103.** Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

- I. La carga viva máxima  $W_m$  se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;
- II. En las combinaciones de carga para diseño sísmico ó para diseño por viento también se usará la carga viva máxima  $W_m$  puesto que los factores de carga correspondientes en el caso de diseño por resistencia o el incremento en esfuerzos permisibles en el caso de diseño por esfuerzos de trabajo, en cierta medida, toman en consideración la probabilidad de la ocurrencia simultánea;
- III. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición del Artículo 85; y
- IV. Las cargas uniformes de la tabla siguiente se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento:

**Tabla de Cargas Vivas Unitarias, en kg./m<sup>2</sup>**

<b>Destino de piso o cubierta</b>	<b><math>W_m</math></b>	<b>Observaciones</b>
<b>a)</b> Habitación (casa/habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	190	(1)
<b>b)</b> Oficinas, despachos y laboratorios	250	(2)
<b>c)</b> Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	400	(3) (4)
<b>d)</b> Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales incluyendo salones de baile y gimnasios	480	(5)
<b>e)</b> Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, restaurantes, áreas de lectura en bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	350	(5)
<b>f)</b> Comercio, fábricas, talleres, bodegas y áreas de almacenaje	$W_m$	(6)
<b>g)</b> Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	100	(4) (7)
<b>h)</b> Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	40	(4) (7) (8)
<b>i)</b> Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	300	
<b>j)</b> Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	250	(9)

**Observaciones a la Tabla de Cargas Vivas Unitarias**

**1.** Para elementos con área tributaria mayor de 36 m<sup>2</sup>,  $W_m$  podrá reducirse, tomándola igual a  (A es el área tributaria en m<sup>2</sup>). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de  $W_m$ , una carga de 500 kg. aplicada sobre un área de 50 X 50 cm. en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de  $W_m$ , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 250 kg. para el diseño de los elementos de soporte y de 100 kg. para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se considerarán sistemas de piso ligero aquellos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 80 cm. y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

**2.** Para elementos con área tributaria mayor de 36 m<sup>2</sup>,  $W_m$  podrá reducirse, tomándola igual a  (A es el área tributaria en m<sup>2</sup>). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de  $W_m$ , una carga de 1,000 kg. aplicada sobre un área de 50 X 50 cm. en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, definidos como en la nota (1), se considerará en lugar de  $W_m$ , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 500 kg. para el diseño de los elementos de soporte y de 150 kg. para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.

**3.** En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se considerará la misma carga viva que en el caso (a) de la tabla.

**4.** En el diseño de pretilas de cubiertas, azoteas y barandales para escaleras, rampas, pasillos y balcones, se supondrá una carga viva horizontal no menor de 100 kg./m<sup>2</sup> actuando al nivel y en la dirección más desfavorables.

**5.** En estos casos deberá prestarse particular atención a la revisión de los estados límite de servicio relativos a vibraciones.

**6.** Atendiendo al destino del piso se determinará con los criterios del Artículo 85, la carga unitaria,  $W_m$ , que no será inferior a 350 kg./m<sup>2</sup> y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción.

**7.** 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 o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente los elementos de las cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 100 kg. en la posición más crítica.

**8.** Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga, debida al granizo de 30 kg. por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes según el Artículo 97.

**9.** Más una concentración de 1,500 kg. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

**Artículo 104.** En sistemas de piso las combinaciones de carga pueden ser limitadas a la carga muerta completa en todos los claros en combinación con la carga viva completa  $W_m$  en claros adyacentes y en claros alternados.

**Artículo 105.** Durante el proceso de edificación deberán considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse; éstas incluirán 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 que 150 kg./m<sup>2</sup>. Se considerará, además, una concentración de 150 kg. en el lugar más desfavorable.

**Artículo 106.** El propietario o poseedor será responsable de los perjuicios que ocasione el cambio de uso de una construcción, cuando produzca cargas muertas o vivas mayores o con una distribución más desfavorable que las del diseño aprobado.

#### **Capítulo IV**

##### **Del Diseño por Sismo**

**Artículo 107.** En este Capítulo se establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño para que las estructuras tengan seguridad adecuada ante los efectos de los sismos. Los métodos de análisis y los requisitos para estructuras específicas se detallarán en las Normas Técnicas Complementarias de este Título.

**Artículo 108.** Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno. Las deformaciones y fuerzas internas que resulten se combinarán entre sí como lo especifiquen las Normas Técnicas Complementarias de este Título, y se combinarán con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan según los criterios que establece el Capítulo I de este Título.

Según sean las características de la estructura de que se trate, ésta podrá analizarse por sismo mediante el método simplificado, el método estático o uno de los dinámicos que describan las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo", con las limitaciones que ahí se establezcan.

En el análisis se tendrá en cuenta la rigidez de todo elemento, estructural o no, que sea significativa. Con las salvedades que corresponden al método simplificado de análisis, se calcularán las fuerzas sísmicas, deformaciones y desplazamientos laterales de la estructura, incluyendo sus giros por torsión y teniendo en cuenta los efectos de flexión de sus elementos y, cuando sean significativos, los de fuerza cortante, fuerza axial y torsión de los elementos, así como los efectos de segundo orden, entendidos éstos como los de las fuerzas gravitacionales actuando en la estructura deformada ante la acción tanto de dichas fuerzas como de las laterales.

Se verificará que la estructura y su cimentación no alcancen ningún estado límite de falla o de servicio a que se refiere este apartado. Los criterios que deben aplicarse se especifican en este Capítulo.

Para el diseño de todo elemento que contribuya en más de 35% a la capacidad total en fuerza cortante, momento torsionante o momento de volteo de un entrepiso dado, se adoptarán, factores de resistencia 20% inferiores a los que le corresponderían de acuerdo con las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

**Artículo 109.** En estructuras de concreto reforzado los momentos de inercia de los miembros estructurales en el análisis de cargas de servicio deben ser representativos del grado de agrietamiento de dichos miembros bajo la carga de servicio investigada. A menos que se tenga una estimación más exacta del grado de agrietamiento al nivel de la carga de servicio de diseño, para el análisis de cargas de servicio es satisfactorio usar las siguientes propiedades para los miembros de la estructura:

a) Módulo de elasticidad	(ver Artículo 125)
b) Momentos de inercia	
Vigas	0.50 $I_g$
Columnas	1.00 $I_g$
Muros que no se agrietarán en flexión	1.00 $I_g$
Muros que se agrietarán al flexionarse	0.50 $I_g$
c) Área	1.00 $A_g$

donde  $I_g$  es el momento de inercia de la sección total del concreto con respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el refuerzo y  $A_g$  es el área total de la sección.

**Artículo 110.** Tratándose de muros divisorios, de fachada o de colindancia, se deberán observar las siguientes reglas:

I. Los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se ligarán adecuadamente a los marcos estructurales o a castillos y dalas en todo el perímetro del muro, su rigidez se tomará en cuenta en el análisis sísmico y se verificará su resistencia de acuerdo con las correspondientes Normas Técnicas Complementarias de este Título;

Los castillos y dalas a su vez estarán ligados a los marcos. Se verificará que las vigas o losas y columnas resistan la fuerza cortante, el momento flexionante, las fuerzas axiales y en su caso, las torsiones que en ellas induzcan los muros. Se verificará, asimismo, que las uniones entre elementos resistan dichas acciones; y

II. Cuando los muros no contribuyan a resistir fuerzas laterales, se sujetarán a la estructura de manera que no restrinjan su deformación en el plano del muro. Preferentemente estos muros serán de materiales muy flexibles o débiles.

**Artículo 111.** El coeficiente sísmico,  $c$ , es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel.

Con este fin se tomará 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 tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan según los Capítulos II y III de este Título.

El coeficiente sísmico para las construcciones clasificadas como del grupo B en el Artículo 73 se tomará igual a 0.36, a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fijen las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo". Para las estructuras del subgrupo A1 y del subgrupo A2 se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento, y para las estructuras del subgrupo A3 se incrementará el coeficiente sísmico en 30 por ciento.

**Artículo 112.** Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, podrán reducirse con fines de diseño las fuerzas sísmicas calculadas, empleando para ello los criterios que fijen las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo", en función de las características estructurales y del terreno. Los desplazamientos calculados de acuerdo con estos métodos, empleando las fuerzas sísmicas reducidas, deben multiplicarse por el factor de comportamiento sísmico que marquen dichas normas.

Los coeficientes que especifiquen las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo" para la aplicación del método simplificado de análisis tomarán en cuenta todas las reducciones que procedan por los conceptos mencionados. Por ello las fuerzas sísmicas calculadas por este método no deben sufrir reducciones adicionales.

**Artículo 113.** Se verificará que tanto la estructura como su cimentación resistan las fuerzas cortantes, momentos torsionantes de entrepiso y momentos de volteo inducidos por sismo combinados con los que correspondan a otras sollicitaciones, y afectados del correspondiente factor de carga.

**Artículo 114.** Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos debidos a las fuerzas cortantes horizontales, calculadas con alguno de los métodos de análisis sísmico mencionados en el Artículo 108, no excederán a los especificados en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

El cálculo de deformaciones laterales podrá omitirse cuando se aplique el método simplificado de análisis sísmico.

**Artículo 115.** En fachadas tanto interiores como exteriores, la colocación de los vidrios en los marcos o la liga de éstos con la estructura serán tales que las

deformaciones de ésta no afecten a los vidrios. La holgura que debe dejarse entre vidrios y marcos o entre éstos y la estructura se especificará en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

**Artículo 116.** Toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 5 cm. ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.006 de la altura de dicho nivel sobre el terreno. El desplazamiento calculado será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que fijan las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo", multiplicado por el factor de comportamiento sísmico marcado por dichas Normas.

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberán tomarse precauciones para evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada no será, en ningún nivel, menor de 5 cm. ni menor de la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.012.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes será cuando menos igual a la suma de las que de acuerdo con los párrafos precedentes corresponden a cada uno.

Podrá 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.

Se anotarán en los planos arquitectónicos y en los estructurales 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.

**Artículo 117.** El análisis y diseño estructurales de puentes, tanques, chimeneas, silos, muros de retención y otras construcciones que no sean edificios, se harán de acuerdo con lo que marquen las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo" y, en los aspectos no cubiertos por ellas, se hará de manera congruente con ellas y con este Capítulo, previa aprobación de la Dirección General de Obras Públicas.

## **Capítulo V**

### **Del Diseño por Viento**

**Artículo 118.** En este Capítulo se establecen las bases para la revisión de la seguridad y condiciones de servicio de las estructuras ante los efectos del viento. Los procedimientos detallados de diseño se encontrarán en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento".

**Artículo 119.** Las estructuras se diseñarán para resistir los efectos de viento proveniente de cualquier dirección horizontal. Deberá revisarse el efecto del viento sobre la estructura en su conjunto y sobre sus componentes directamente expuestos a dicha acción.

Deberá verificarse la estabilidad general de las construcciones ante volteo. Se considerará, asimismo, el efecto de las presiones interiores en construcciones en que pueda haber aberturas significativas. Se revisará también la estabilidad de la cubierta y de sus anclajes.

**Artículo 120.** En edificios en que la relación entre la altura y la dimensión mínima en planta es menor que cinco y en los que tengan un periodo natural de vibración menor de dos segundos y que cuenten con cubiertas y paredes rígidas ante cargas normales a su plano, el efecto del viento podrá tomarse en cuenta por medio de presiones estáticas equivalentes deducidas de la velocidad de diseño especificada en el artículo siguiente.

Se requerirán procedimientos especiales de diseño que tomen en cuenta las características dinámicas de la acción del viento en construcciones que no cumplan con los requisitos del párrafo anterior, y en particular en cubiertas colgantes, en chimeneas y torres, en edificios de forma irregular y en todos aquellos cuyas paredes y cubiertas exteriores tengan poca rigidez ante cargas normales a su plano o cuya forma propicie la generación periódica de vórtices.

**Artículo 121.** En las áreas urbanas y suburbanas del Municipio se tomará como base una velocidad de viento de 125 km./hr. para el diseño de las construcciones del grupo B del Artículo 73.

Las presiones que se producen para esta velocidad se modificarán tomando en cuenta la importancia de la construcción, las características del flujo del viento en el sitio donde se ubica la estructura y la altura sobre el nivel del terreno a la que se encuentra ubicada el área expuesta al viento.

La forma de realizar tales modificaciones y los procedimientos para el cálculo de las presiones que se producen en distintas porciones del edificio se establecerán en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento".

## Capítulo VI De los Materiales Estructurales

**Artículo 122.** En este Capítulo se establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño y construcción para los diferentes materiales. Los métodos de análisis y los requisitos correspondientes a los materiales y sistemas constructivos más comunes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias de este Título.

En casos no comprendidos en los documentos mencionados, las propiedades mecánicas de los materiales y sistemas constructivos que deberán usarse en el análisis, así como la resistencia de diseño se determinarán con procedimientos analíticos basados en evidencia teórica y experimental, o con procedimientos experimentales de acuerdo con el Artículo 95. En ambos casos, el procedimiento para la determinación de la resistencia de diseño deberá ser aprobado por la Dirección General de Obras Públicas.

Cuando se siga un procedimiento no establecido en las Normas Técnicas Complementarias de este Título, la Dirección General de Obras Públicas podrá exigir una verificación directa de la resistencia por medio de una prueba de carga realizada de acuerdo con lo que dispone el Capítulo IX de este Título.

**Artículo 123.** Los procedimientos para la determinación de la resistencia de diseño y de los factores de resistencia correspondientes a las estructuras de mampostería se establecerán en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería".

**Artículo 124.** Los elementos estructurales de concreto de cualquier estructura cumplirán con los requisitos mínimos especificados en el "Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado" elaborado por el Comité 318 del Instituto Americano del Concreto (ACI) que hará las veces de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto Reforzado referidas en el presente cuerpo normativo. La edición oficial vigente será la última publicación en español del citado reglamento que el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. haya hecho. El uso de una edición más reciente del Reglamento ACI 318 que no haya sido traducida todavía no se contrapondrá con lo establecido anteriormente en esta Norma Técnica.

Deberá cumplirse con el Capítulo de Disposiciones Especiales para el Diseño Sísmico del Reglamento ACI 318, tal y como lo establece para regiones de elevado riesgo sísmico.

**Artículo 125.** El módulo de elasticidad,  $E_c$ , para concreto de peso normal deberá considerarse como  a menos que mediante pruebas autorizadas por la Dirección General de Obras Públicas se determine otro valor. No deberá tomarse el valor indicado en el Capítulo 8 del Reglamento ACI 318.

**Artículo 126.** Para el diseño de estructuras de acero se cumplirá con los requisitos mínimos especificados en el "Manual de Construcción en Acero" del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), en su última edición, que hará las veces de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero referidas en el presente apartado. Podrá emplearse el método de diseño por esfuerzos permisibles (ASD), o el método de diseño plástico, o el método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) del AISC.

Deberá cumplirse con el detallamiento sísmico para edificios de acero estructural que especifica el Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC) para regiones de elevado riesgo sísmico.

## **Capítulo VII**

### **Del Diseño de Cimentaciones**

**Artículo 127.** Este Capítulo contiene los requisitos mínimos para el diseño y construcción de cimentaciones. Requisitos adicionales relativos a los métodos de diseño y construcción y a ciertos tipos específicos de problemas geotécnicos que se establecerán en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

Toda construcción se soportará por medio de una cimentación apropiada, y en ningún caso se podrá desplantar sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o desechos. Sólo será aceptable cimentar sobre terreno natural competente o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

**Artículo 128.** Se deberá realizar un estudio geotécnico (o de mecánica de suelos y rocas) para el diseño de cimentaciones, estructuras de retención o excavaciones de cualquier construcción.

A juicio del Perito Urbano Responsable de la Obra, se podrá obviar el estudio geotécnico en edificaciones de uno o de dos niveles, que vayan a ocupar un área de desplante menor de 200 m<sup>2</sup>, y que al menos el 75% de la totalidad de las cargas bajen a la cimentación por muros. En este caso, el Perito Urbano Responsable de la Obra deberá presentar a la Dirección General de Obras Públicas un escrito aportando los datos del Proyecto y del terreno así como las razones técnicas que soportan su decisión de omitir el estudio geotécnico para el caso particular en cuestión. No obstante, la Dirección General de Obras Públicas podrá exigir que se efectúe el estudio geotécnico si en la zona donde se ubicará la construcción hubiera antecedentes de comportamiento desfavorable del subsuelo (rellenos sueltos, suelos colapsables, arcillas expansivas, suelos licuables, etc.).

Tendrán validez oficial únicamente los estudios geotécnicos realizados por Peritos Especializados de Geotecnia autorizados por la Dirección General de Obras Públicas.

**Artículo 129.** Los estudios de mecánica de suelos para cimentación deberán comprender de sondeos y pruebas en campo, pruebas de laboratorio y análisis geotécnico.

Los sondeos y pruebas de campo deberán realizarse hasta una profundidad tal que los incrementos de esfuerzos que vaya a transmitir la estructura al subsuelo no sobrepasen el 10% de la presión de contacto.

Deberán realizarse las pruebas de laboratorio pertinentes para complementar la investigación de campo. La clasificación de los diferentes estratos de suelo se hará de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Como parte del análisis geotécnico, se deberá establecer el procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad durante y después de la construcción. Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamientos verticales u horizontales del suelo por causas de la construcción. Se deberá cumplir con las especificaciones que dictan las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 130.** El reporte geotécnico o de mecánica de suelos deberá ser por escrito, y deberá incluir, aunque no necesariamente deberá limitarse a, la siguiente información:

- I. Un diagrama mostrando la ubicación de los sondeos y/o excavaciones;
- II. La descripción y clasificación de los materiales encontrados. La clasificación deberá ser de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS);
- III. Los resultados de las pruebas de campo y laboratorio;
- IV. La profundidad del nivel freático, si se encontró;
- V. La descripción del comportamiento esperado del suelo durante un sismo de gran intensidad;
- VI. La propuesta del tipo o tipos de cimentación que deberán usarse;
- VII. Los criterios de diseño y el cálculo de las capacidades de carga;
- VIII. Los asentamientos totales y diferenciales que pueden ocurrir;
- IX. Los empujes para el diseño de las estructuras de retención, si las fuera a haber; y
- X. Deberá establecer el procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad

durante y después de la construcción.

**Artículo 131.** Los esfuerzos máximos admisibles se determinarán por medio de un estudio geotécnico del sitio, y se deberá prevenir la falla por cortante así como los asentamientos perjudiciales, observando los límites establecidos en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 132.** Todos los esfuerzos permisibles y los valores de soporte de los suelos especificados en este apartado para el diseño por esfuerzos de trabajo pueden ser incrementados en un tercio (33%) cuando se consideran las fuerzas de sismo o de viento bien sea actuando solas o cuando se combinan con cargas verticales. No se permitirá ningún incremento para el caso de fuerzas verticales actuando solas.

**Artículo 133.** Las cimentaciones superficiales serán aquellas del tipo zapatas, aisladas o corridas que se desplantarán a una profundidad máxima de cinco veces su ancho a partir de la superficie de la rasante del terreno. Su diseño se hará en función del reporte geotécnico, o de las capacidades de carga aproximadas que indican las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 134.** Las fuerzas axiales y cortantes, así como los momentos transmitidos por las columnas y muros a la cimentación deberán a su vez ser equilibradas por las presiones del suelo en la cimentación.

Si el cálculo indica la aparición de tensiones en el terreno, se considerará que en esa zona de cimentación no existen esfuerzos de contacto, debiendo satisfacerse el equilibrio con el resto del área pero sin sobrepasar los esfuerzos permisibles del terreno de acuerdo a lo que establezcan las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 135.** La colocación de construcciones y estructuras en taludes o cerca de taludes con pendientes mayores de 1:2 (vertical: horizontal) deberá hacerse observando lo estipulado en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 136.** Los materiales de la cimentación se ajustarán a las normas y especificaciones correspondientes de este Capítulo.

Se podrán utilizar para formar los elementos de cimentación los siguientes materiales:

- I. Mampostería de piedras naturales la cual cumplirá con las especificaciones correspondientes de las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería". Se rematará en su parte superior con una superficie de mortero o concreto sobre la cual se apoyará la dala de repartición. Deberá tener una altura mínima de 80 cm., a menos que el estudio geotécnico especifique algo diferente;

- II. Para concreto simple, deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 100 kg./cm<sup>2</sup> y requerirá de una dala de repartición para el desplante de muros. Deberá tener una altura mínima de 80 cm., a menos que el estudio geotécnico especifique algo diferente;
- III. Para concreto reforzado, será de 200 kg./cm<sup>2</sup> de resistencia mínima a la compresión y cumplirá con lo establecido en el Capítulo VI de este Título; y
- IV. Para suelo-cemento, podrá usarse únicamente para edificaciones de uno o dos niveles, y deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 60 kg./cm<sup>2</sup> y una altura mínima de 80 cm., a menos que el estudio geotécnico especifique algo diferente. Además, su elaboración deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
  - a) Se podrá usar el material producto de excavación o de banco, siempre y cuando esté libre de materia orgánica, basura o escombros;
  - b) La proporción deberá ser de al menos 10:1 (10 volúmenes de suelo por uno de cemento); y
  - c) La mezcla deberá hacerse en seco y lo más homogénea posible, y su colocación se realizará en un plazo máximo de 1 hora, humedeciendo y compactando la mezcla en capas no mayores de 15 cm.

No se autorizará utilizar ni rellenos ni adobe para formar elementos de cimentación.

**Artículo 137.** Se considerarán cimentaciones profundas aquellas desplantadas a una profundidad superior a la establecida en el Artículo 133 para cimentaciones superficiales. Estas podrán ser del tipo pilotes, pilas o cajones.

**Artículo 138.** Las cimentaciones profundas requerirán de un estudio geotécnico formal que será parte del Proyecto estructural que deberá entregarse a la Dirección General de Obras Públicas para su revisión antes de iniciar los trabajos de construcción.

En el estudio deberá detallarse el procedimiento constructivo y deberá garantizarse la integridad de las construcciones y servicios vecinos a la Obra.

En el análisis se contemplarán las solicitaciones en la superficie (compresión, tensión, cortante y momentos) y la forma en que éstas se transmiten y se disipan con la profundidad. Se estimarán además capacidades de carga y asentamientos.

Los cálculos efectuados se comprobarán con pruebas de campo sobre los prototipos. Los resultados de las pruebas se proporcionarán a la Dirección General de Obras Públicas y se anexarán al expediente de trámite y licencia de construcción.

**Artículo 139.** Los estudios de mecánica de suelos que se realicen con la finalidad de diseñar cimentaciones para maquinarias que produzcan vibración, deberán contemplar la determinación de los parámetros del suelo ante cargas dinámicas, como son el módulo de cortante (G) y la relación de amortiguamiento para los rangos de deformación que se esperan.

Con el fin de evitar daños a construcciones vecinas, el diseño de la cimentación deberá contemplar el producir, en el límite de sus instalaciones, amplitudes de desplazamiento por debajo del rango de "fácilmente detectable por personas" que se establecen en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".

**Artículo 140.** Para efectos de considerar el suelo como elemento aplicador de la excitación sísmica y establecer la interacción suelo-estructura, deberán realizarse pruebas de campo y laboratorio para así poder determinar el período de vibración del suelo ( $T_s$ ).

Deberá revisarse la potencialidad de licuación cuando se tengan suelos arenosos con menos de 35% de finos (partículas que pasan la malla No. 200), densidades relativas ( $D_r$ ) menores de 75%, y que el nivel freático se encuentre dentro de los 6 m. más próximos a la superficie.

El reporte geotécnico deberá analizar las consecuencias de la licuación y de la pérdida de resistencia del suelo durante un sismo, incluyendo la estimación de asentamientos diferenciales, movimientos laterales o reducción en la capacidad de carga de la cimentación. Además deberá discutir medidas preventivas como: estabilización del suelo, selección del tipo de cimentación y profundidad de desplante apropiadas; selección del sistema estructural apropiado para absorber los desplazamientos pronosticados; o cualquier combinación de estas medidas.

## **Capítulo VIII**

### **De Las Estructuras de Retención, Excavaciones y Taludes**

**Artículo 141.** Los muros de contención constituidos para dar estabilidad a desniveles del terreno, deberán desempeñarse con factores de seguridad adecuados, indicados en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones", contra 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 revisarán los estados límite de servicio, como: asentamiento; giro; o deformación excesiva del muro.

Los empujes se estimarán tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de relleno y el método de colocación del mismo. Las estructuras de retención deberán diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas además de las fuerzas estáticas, y en este caso los factores de seguridad contra volteo y deslizamiento podrán reducirse a un valor de 1.2. La determinación de las fuerzas sísmicas podrá efectuarse utilizando cualquier método de análisis reconocido como el de Mononobe-Okabe.

Dentro de los empujes deberán contemplarse también los debidos a construcciones cercanas existentes.

Los muros de contención deberán contar con un sistema apropiado de drenaje que limite el desarrollo de empujes superiores a los de diseño por efecto de presión del agua.

**Artículo 142.** Las excavaciones deberán diseñarse y realizarse de manera tal que no se pongan en riesgo las estructuras vecinas existentes. Para esto será necesario en algunos casos proporcionar alguna estructura de retención temporal, que deberá trabajar con un factor de seguridad de al menos 1.5.

**Artículo 143.** Para la estabilidad de taludes durante un sismo deberá considerarse, además de las fuerzas estáticas, una fuerza horizontal igual al peso de la masa deslizante multiplicado por la aceleración horizontal máxima, y una fuerza vertical igual al peso de la masa deslizante multiplicado por la aceleración vertical máxima, ubicadas en su centro de gravedad.

Será necesario realizar un estudio más cuidadoso si existen posibilidades de licuación.

## **Capítulo IX**

### **De las Pruebas de Carga**

**Artículo 144.** Será necesario comprobar la seguridad de una estructura por medio de pruebas de carga en los siguientes casos:

- I. En todas aquellas construcciones en las que pueda haber frecuentemente aglomeración de personas y la Dirección General de Obras Públicas lo juzgue conveniente, así como las Obras provisionales que puedan albergar a más de cien personas;
- II. Cuando no exista suficiente evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión; y
- III. Cuando la Dirección General de Obras Públicas lo estime conveniente en razón de duda en la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto a los procedimientos constructivos.

**Artículo 145.** Para realizar una prueba de carga mediante la cual se requiera verificar la seguridad de la estructura se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará, de acuerdo a las siguientes disposiciones:

- I. Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten, bastará seleccionar una fracción representativa de ellos, pero no menos de tres, distribuidos en distintas zonas de la estructura;
- II. La intensidad de la carga de prueba deberá ser igual a 85% de la de diseño incluyendo los factores de carga que correspondan;
- III. La zona en que se aplique será la necesaria para producir en los elementos o conjuntos seleccionados los efectos más desfavorables;
- IV. Previamente a la prueba se someterán a la aprobación de la Dirección General de Obras

Públicas el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos;

- V. Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga la prueba se dejará actuando sobre la estructura no menos de veinticuatro horas. Para elementos de concreto se cumplirá con el Capítulo de Evaluación de la Resistencia de Estructuras Existentes del Reglamento ACI 318 que se indica en el Artículo 124;
- VI. Se considerará que la estructura ha fallado si ocurre colapso, una falla local o incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección. Además, si veinticuatro horas después de quitar la sobrecarga la estructura no muestra una recuperación mínima de setenta y cinco por ciento de sus deflexiones, se repetirá la prueba;
- VII. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de setenta y dos horas de haberse terminado la primera;
- VIII. Se considerará que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en veinticuatro horas, el setenta y cinco por ciento 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, deberá repararse localmente y reforzarse;
- X. Podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aún si la recuperación de las flechas no alcanzase el setenta y cinco por ciento, siempre y cuando la flecha máxima no exceda de dos milímetros +  $L^2/(20,000 h)$ , 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 tomará L como el doble del claro libre;
- XI. En caso de que la prueba no sea satisfactoria, deberá presentarse a la Dirección General de Obras Públicas un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, y una vez realizadas éstas, se llevará a cabo una nueva prueba de carga;
- XII. Durante la Ejecución de la prueba de carga, deberán tomarse las precauciones necesarias para proteger la seguridad de las personas y del resto de la estructura, en caso de falla de la zona ensayada;
- XIII. El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes será el incluido en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones"; y
- XIV. Cuando se requiera evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una construcción ante efectos sísmicos, deberán diseñarse procedimientos de ensaye y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica, como son la imposición de efectos dinámicos y de repeticiones de cargas alternadas. Estos procedimientos y criterios deberán ser aprobados por la Dirección General de Obras Públicas.

## **Capítulo X**

### **De la Rehabilitación de Edificaciones**

**Artículo 146.** Todo propietario o poseedor de un inmueble tiene obligación de denunciar ante la Dirección General de Obras Públicas los daños de que tenga conocimiento que se presenten en dicho inmueble, como los que pueden ser debidos a efectos del sismo, viento, explosión, incendio, hundimiento, peso propio

de la construcción y de las cargas adicionales que Obran sobre ellas, o a deterioro de los materiales.

**Artículo 147.** Los propietarios o poseedores de edificaciones que presenten daños, recabarán un dictamen de estabilidad y seguridad por parte de un Perito Especializado en Seguridad Estructural, y del buen estado de las instalaciones, por parte de los Peritos Especializados respectivos. Si los dictámenes demuestran que no afectan la estabilidad y buen funcionamiento de las instalaciones de la edificación en su conjunto o de una parte significativa de la misma puede dejarse en su situación actual, o bien solo repararse o reforzarse localmente. De lo contrario, el propietario o poseedor de la edificación estará obligado a llevar a cabo las Obras de refuerzo y renovación de las instalaciones que se especifiquen en el Proyecto respectivo, según lo que se establece en el artículo siguiente.

**Artículo 148.** El Proyecto de refuerzo estructural y las renovaciones de las instalaciones de una edificación, con base en los dictámenes a que se refiere el artículo anterior, deberán cumplir con lo siguiente:

- I. Deberá proyectarse para que la edificación alcance cuando menos los niveles de seguridad establecidos para las edificaciones nuevas en este Apartado;
- II. Deberá basarse en una inspección detallada de los elementos estructurales, y de las instalaciones, en la que se retiren los acabados y recubrimientos que puedan ocultar daños estructurales, y de las instalaciones;
- III. Contendrá las consideraciones hechas sobre la participación de la estructura existente y de refuerzo en la seguridad del conjunto, así como detalles de liga entre ambas, y las modificaciones de las instalaciones;
- IV. Se basará en el diagnóstico del estado de: la estructura y las instalaciones dañadas, y en la eliminación de las causas de los daños que se hayan presentado;
- V. Deberá incluir una revisión detallada de la cimentación y de las instalaciones ante las condiciones que resulten de las modificaciones a la estructura; y
- VI. Será sometido al proceso de revisión que establezca la Dirección General de Obras Públicas para la obtención de la licencia respectiva.

**Artículo 149.** Antes de iniciar las Obras de refuerzo y reparación, deberá demostrarse que el edificio dañado cuenta con la capacidad de soportar las cargas verticales estimadas y 30 por ciento de las laterales que se obtendrían aplicando las presentes disposiciones con las cargas vivas previstas durante la Ejecución de las Obras. Para alcanzar dicha resistencia será necesario en los casos que se requiera, recurrir al apuntalamiento o rigidización temporal de algunas partes de la estructura.

## **Capítulo XI**

### **De la Supervisión y Control de Calidad**

**Artículo 150.** El Perito Urbano Responsable de la Obra deberá presentar a la Dirección General de Obras Públicas un plan para el aseguramiento de calidad de la estructura por construirse. Los requisitos estipulados en el plan deberán incluir las pruebas e inspecciones necesarias para garantizar que la estructura cumpla con el Proyecto estructural y con las disposiciones de este Apartado.

**Artículo 151.** La copia de los planos registrados y la licencia de construcción, deberán conservarse en las Obras durante la Ejecución de éstas y estar a disposición de los supervisores de la Dirección General de Obras Públicas.

Con independencia de la guarda del expediente administrativo relativo al trámite llevado a cabo ante la Dirección General de Obras Públicas, tratándose de edificaciones de lugares de concentración pública, la Dependencia Municipal remitirá una copia de los planos a la Dirección de Protección Civil para que, en caso de algún siniestro, esta Dependencia cuente con los elementos que le permitan una intervención oportuna y eficiente.

**Artículo 152.** Los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

- I. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias de este Título y las Normas de Calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; y
- II. Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas Técnicas Complementarias o Normas de Calidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el Perito Urbano Responsable de la Obra deberá solicitar la aprobación previa de la Dirección General de Obras Públicas, para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material.

**Artículo 153.** Los materiales de construcción deberán ser almacenados en las Obras de tal manera que se evite su deterioro o la intrusión de materiales extraños.

**Artículo 154.** El Perito Urbano Responsable de la Obra, deberá vigilar que se cumpla con este Apartado y con lo especificado en el Proyecto, particularmente en lo que se refiere a los siguientes aspectos:

- I. Propiedades mecánicas de los materiales;
- II. 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;
- III. Nivel y alineamiento de los elementos estructurales; y
- IV. Cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se deban a la colocación de materiales durante la Ejecución de la Obra.

**Artículo 155.** Podrán utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización de la Dirección General de Obras Públicas, para lo cual el Perito Urbano Responsable de la Obra presentará una justificación de idoneidad detallando el procedimiento propuesto y anexando en su caso, los datos de los estudios y los resultados de las pruebas experimentales efectuadas.

**Artículo 156.** Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de materiales que señalen las Normas Oficiales Correspondientes y las Normas Técnicas Complementarias de este Título. En caso de duda, la Dirección General de Obras Públicas podrá exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aun en las Obras terminadas.

El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren que el conjunto de muestras sea representativo en toda la Obra.

La Dirección General de Obras Públicas llevará un registro de los laboratorios o empresas que, a su juicio, puedan realizar estas pruebas.

**Artículo 157.** 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, deberán ser de material resistente a dichos efectos, o recubiertos con materiales o sustancias protectoras y tendrán un mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el Proyecto.

Los paramentos exteriores de los muros deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores construidos con materiales aparentes, el mortero de las juntas deberá ser a prueba de roedores y contra intemperie.

**Artículo 158.** Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:

- I. El Perito Urbano Responsable de la Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el Proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romper los pisos, muros, plafones y elementos estructurales; y
- II. En los casos en que se requiera ranurar muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y su Ejecución será aprobada por el Perito Urbano Responsable de la Obra. Las ranuras en elementos de concreto no deberán sustraer los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto Reforzado" mencionadas en el Artículo 124.

**Artículo 159.** Los vidrios y cristales deberán colocarse tomando en cuenta los posibles movimientos de la edificación y contracciones ocasionadas por cambios de temperatura. Los asientos y selladores empleados en la colocación de piezas mayores de uno y medio metros cuadrados deberán absorber tales deformaciones y conservar su elasticidad, debiendo observarse lo dispuesto en el Capítulo IV de este Título, respecto a las holguras necesarias para absorber movimientos sísmicos.

**Artículo 160.** Las ventanas, cancelas, fachadas integrales, y otros elementos de fachada, deberán resistir las cargas ocasionadas por ráfagas de viento, según lo que establece el Capítulo V de este Título y las "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento".

Para estos elementos la Dirección General de Obras Públicas podrá exigir pruebas de resistencia al viento a tamaño natural.

**Artículo 161.** El hecho de que la Dirección General de Obras Públicas revise el Proyecto estructural e inspeccione y apruebe los procedimientos que se lleven a cabo en la construcción, no exime de responsabilidad al Perito Urbano Responsable de la Obra y al Perito Especializado en Seguridad Estructural sobre cualquier violación que se haya cometido a las disposiciones de este apartado.

La responsabilidad en primer término, de que una edificación cumpla con todas y cada una de las especificaciones que contiene este apartado, en particular las del presente Título de la Seguridad Estructural de las Construcciones, y las que se indican en las Normas Técnicas Complementarias de este Título recaerá en el Perito Urbano Responsable de la Obra, y en el Perito Especializado en Seguridad Estructural en Obras en que éste sea requerido.

## **TÍTULO SÉPTIMO**

### **De La Supervisión**

#### **Capítulo Único**

#### **De la Supervisión y Control de Obras**

**Artículo 162.** Es facultad de la Dirección el intervenir durante la Ejecución de una Obra, para verificar si los trabajos se efectúan conforme al Proyecto y especificaciones autorizadas, así como verificar si cuenta con las normas de calidad en construcción vigentes, en caso contrario lo reportará a la Dirección General de Inspección de Reglamentos. El Perito y/o propietario deben proporcionar la información que se solicite referente al desarrollo de los trabajos de las Obras a su cargo, así como copia de los resultados de los estudios, pruebas de calidad y demás datos que estime pertinente la Dirección.

**Artículo 163.** La supervisión de Obras quedará a cargo de los supervisores nombrados para tal efecto por parte de la Dirección. Estos, para fines de supervisión, podrán entrar en edificios no habitados previa identificación, en Obras

en construcción. Mediante orden escrita y fundada de la Dirección, podrán penetrar en edificios habitados exclusivamente para el cumplimiento de la orden mencionada, satisfaciendo en su caso los requisitos constitucionales necesarios. El visitado por su parte tendrá la obligación de permitirle el acceso al lugar de que se trate, en caso de detectar alguna anomalía se apercibirá al propietario de la finca. Se reportará cotidianamente a la Dirección General de Inspección de Reglamentos la relación de fincas apercibidas para que obre en consecuencia.

**Artículo 164.** Es facultad de la Dirección General de Inspección de Reglamentos la de intervenir en cualquier momento durante la Ejecución de una Obra, verificar que tenga la licencia correspondiente. La bitácora oficial de la Obra que registra el proceso de la misma, deberá ser firmada por los inspectores anotando la fecha de su visita y las observaciones que se hagan. Si fuera el caso, al término de la diligencia se levantará acta circunstanciada en la que se harán constar los hechos u omisiones constitutivos de la infracción, los artículos del reglamento que resulten violados y observando sobre el particular lo que dispone este Reglamento.

## **TÍTULO OCTAVO**

### **De la Utilización y Conservación de Edificios y Predios**

#### **Capítulo Único**

##### **De las Cercas en Predios no Edificados**

**Artículo 165.** Es obligación de los propietarios o poseedores a título de dueño de predios no edificados de localización dentro del área urbana del Municipio, aislarlos de la vía pública por medio de una cerca. En caso de que el propietario o poseedor a título de dueño no acate esta disposición, podrá el Ayuntamiento hacerlo por su cuenta, sin perjuicio de las sanciones que se impongan por desobediencia al mandato de la autoridad.

**Artículo 166.** Las cercas se instalarán siguiendo el alineamiento fijado por la Dirección y no requerirán licencia de edificación de ésta dependencia. Cuando no se ajusten al mismo, dicha Dirección notificará al interesado concediéndole un plazo no mayor de 45 días para alinear su cerca y si no lo hiciera dentro de ese plazo, se observará la parte aplicable del artículo anterior.

**Artículo 167.** El material con que se construyan las cercas deberá ser de tal naturaleza que no ponga en peligro la seguridad de las personas y bienes, por lo que queda prohibido cercar con cartón, alambrado de púas y otros materiales frágiles, flamables o peligrosos.

**Artículo 168.** En caso de derrumbe total o parcial o peligro en la estabilidad de una cerca, podrá la Dirección ordenar su demolición, reconstrucción o de la reparación de las cercas y proceder en su caso, en los términos del presente Reglamento.

**Artículo 169.** Al tener conocimiento la Dirección de que una edificación o instalación presenta peligro para personas o bienes, ordenará al propietario de esta llevar a cabo de inmediato las Obras de aseguramiento, reparaciones o demoliciones necesarias, conforme a dictamen técnico, fijando plazos en que debe de iniciar los trabajos que le sean señalados y en el que deberán quedar terminados los mismos. En caso de inconformidad contra la orden a que se refiere el párrafo anterior, el propietario podrá oponerse a todas o parte de las medidas que le sean exigidas, mediante escrito que, para ser tomado en cuenta, deberá estar firmado por el Perito responsable y dentro de los tres días siguientes a la presentación de la inconformidad, la Dirección resolverá en definitiva si ratifica, modifica o revoca la orden.

Transcurrido el plazo fijado al interesado para iniciar las Obras de aseguramiento, reparaciones o demoliciones necesarias, sin que el propietario haya procedido como corresponde, o bien en caso de que fenezca el plazo que le señaló, sin que tales trabajos estén terminados, la Dirección podrá proceder a la Ejecución de estos trabajos a costa del propietario, aplicando en lo conducente el artículo 14 del presente Reglamento.

Tratándose de inmuebles o áreas de protección al patrimonio, la Dirección dictaminará de acuerdo a las disposiciones de las autoridades competentes.

**Artículo 170.** En caso de inminencia de siniestro, la Dirección aún sin mediar la audiencia previa del propietario o interesado, podrá tomar las medidas de carácter urgente que considere indispensables para prevenir su acontecimiento. Notificará a los ocupantes del inmueble y pedirá el auxilio de las autoridades competentes para lograr la inmediata desocupación.

## **TÍTULO NOVENO**

### **De las Prevenciones**

#### **Capítulo I**

##### **De Usos del Suelo de Alto Riesgo**

**Artículo 171.** La Dirección podría permitir las construcciones para los usos del suelo de alto riesgo, en edificaciones o terrenos dentro de las zonas previamente establecidas en los planes municipales de desarrollo urbano y las edificaciones serán de acuerdo a los lineamientos señalados en el Reglamento Estatal de Zonificación y demás ordenamientos legales en la materia.

**Artículo 172** Para los efectos del artículo anterior, será requisito para los usuarios el recabar la autorización previa de las instancias involucradas y de la Dirección para la utilización del predio y/o de la construcción.

**Artículo 173.** La autoridad Municipal, previo dictamen técnico, podrá promover la desocupación del inmueble o la necesidad de Ejecución de Obras, adaptaciones, instalaciones u otros trabajos, con el fin de eliminar los inconvenientes que se estén causando.

**Artículo 174.** Para cualquier edificación que tenga como fin alguna actividad considerada como contaminante, se deberá remitir a lo establecido en el Reglamento Estatal de Zonificación y las disposiciones aplicables en materia ecológica y de preservación al medio ambiente.

## **CAPÍTULO II**

### **De las Previsiones Contra Incendios**

**Artículo 175.** Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y equipos necesarios para prevenir y combatir incendios, observando las medidas de seguridad previstos en los reglamentos de bomberos, Protección Civil y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

**Artículo 176.** Los edificios deberán contar con sistema de extinción de fuegos a base de hidrantes y contar con salidas de emergencias, según lo marca el Reglamento Estatal de Zonificación.

**Artículo 177.** En edificios con una altura mayor a 15 niveles ó 45 metros, deberán contar en la azotea con un helipuerto que reúna los requisitos establecidos por el Departamento de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para que en caso de emergencia pueda aterrizar un helicóptero para maniObras de rescate.

**Artículo 178.** Las circulaciones que funcionen como salidas a la vía pública o conduzcan directa a éstas, estarán señaladas con letreros y flechas permanentemente iluminadas y con la leyenda escrita "SALIDA", ó "SALIDA DE EMERGENCIA", según el caso.

**Artículo 179.** Las salidas de emergencias, escaleras y circulaciones horizontales se regirán de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 180.** Las edificaciones tendrán siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen a todos sus niveles, aún cuando existan elevadores, escaleras eléctricas o montacargas, según diseño que establezcan las Normas Técnicas Complementarias para cada tipo de edificación.

## **CAPÍTULO III**

### **De las Medidas Preventivas en Demoliciones**

**Artículo 181.** Bajo su más estricta responsabilidad, la Dirección tendrá el control para que quienes puedan ejecutar una demolición recaben la licencia respectiva, la cual deberá estar avalada por un Perito de Proyectos y Obras, quien sea responsable y adopte las precauciones debidas para no causar daños a las construcciones vecinas o a la vía pública, tanto por los efectos propios de esta como por el empleo de puntales, vigas, armaduras o cualquier otro medio de protección. Queda restringido el uso de explosivos para llevar a cabo demoliciones en la zona urbana, por lo que en aquellos casos en que sea necesario el uso de

estos, la Dirección determinará apoyándose en los criterios de autoridades e instituciones especializadas, los lineamientos a que deberán sujetarse dichas demoliciones las cuales quedarán bajo la exclusiva responsabilidad del Perito de Proyectos y Obras.

**Artículo 182.** Cuando a juicio de la Dirección las demoliciones se estén ejecutando en forma inadecuada o con peligro o molestias graves hacia las construcciones vecinas, ordenará la suspensión de las Obras y la protección necesaria con costo de los interesados pudiendo en su caso tomar las medidas correspondientes y aplicar lo dispuesto en lo conducente por el artículo 14 del presente Reglamento.

**Artículo 183.** Con la solicitud de la licencia se deberá presentar un programa de demolición, en caso de prever el uso de explosivos, el programa de demolición señalará con toda precisión el o los días y las horas en que se realizarán las explosiones que estarán sujetas a la aprobación de la Dirección, la cual deberá avisar a los vecinos colindantes, la fecha y hora exacta de las explosiones, cuando menos con 24 horas de anticipación, anexando para este efecto la autorización de la Secretaría de la Defensa Nacional.

**Artículo 184.** Cualquier demolición en zonas de patrimonio histórico y artístico, requerirá previamente a la licencia de demolición de la autorización correspondiente por parte de las instancias correspondientes, así como lo observado por la Dirección.

## **Capítulo IV**

### **Memorias de Cálculo**

**Artículo 185.** Es obligatorio en las licencias mayores de 50 metros cuadrados, tener un cálculo previo de las estructuras a la realización de cualquier Proyecto. Los datos utilizados en el análisis deben contemplar las circunstancias reales de uso y ubicación, así como prever efectos de acciones accidentales. El Proyecto estructural de una Obra deberá cumplir con lo estipulado en el Título De la Seguridad Estructural de las Construcciones de este ordenamiento así como lo estipulado en las Normas Técnicas Complementarias, dicho cálculo será firmado en todas sus partes por el Perito de Proyectos y de Obras o por el Perito Especializado en caso de haberlo.

## **TÍTULO DÉCIMO**

### **Autoconstrucción**

#### **Capítulo Único**

##### **De la Autoconstrucción**

**Artículo 186.** Con el objeto de facilitar los trámites para la construcción de viviendas construidas por sus mismos propietarios sólo con la ayuda de sus

familiares de primer grado, la Dirección cuenta con el programa de autoconstrucción, y a fin de obtener el beneficio de este programa se deberán cumplir con las siguientes características:

- I. Las licencias de autoconstrucción podrán expedirse solo a personas físicas que pretendan ejecutar la Obra por sí mismos, que demuestren única propiedad en zona de densidad alta, debidamente regularizada, o en su caso en acciones urbanísticas que tengan convenio con el Ayuntamiento, debiéndose comprobar esta situación con un estudio socioeconómico emitido por la Dirección General de Desarrollo Social del Ayuntamiento;
- II. Los planos podrán ser elaborados sin costo por la Dirección;
- III. La Obra por autoconstrucción deberá ser supervisada por la Dirección por medio de un Perito de oficio y podrán expedirse licencias en los siguientes casos:
  - a) Sólo para casa habitación unifamiliar;
  - b) Para primera etapa, vivienda nueva: por una superficie no mayor a 75.00 metros cuadrados de construcción;
  - c) Podrán autorizarse ampliaciones posteriores hasta completar un máximo de construcción total de 100 m<sup>2</sup>.
- IV. La vigencia de toda licencia expedida bajo este rubro será de tiempo indefinido, por lo cual la Dirección hará supervisión constante a fin de evitar de cambios de Proyecto no autorizados, como de la calidad de los trabajos y seguridad;
- V. La constancia de terminación será expedida sin costo por la Dirección cuando la Obra este en condiciones de ser habitada y se haya construido respetando el Proyecto autorizado con calidad y resistencia suficiente; y
- VI. Se cancelará la licencia de autoconstrucción en los siguientes casos:
  - a) Cuando no sea respetado el Proyecto autorizado, únicamente se aceptarán cambios autorizados expresamente por esta Dirección;
  - b) Por darle a la finca un uso que no sea el de casa habitación;
  - c) Por excedencias en la construcción; y
  - d) Por invadir la servidumbre o vía pública.

En caso de cancelación se deberá tramitar una nueva licencia por la vía normal, además de hacerse el propietario acreedor a las infracciones correspondientes.

**Artículo 187.** Los requisitos a cumplir son los necesarios para la obtención de una licencia mayor de 50 m<sup>2</sup> de acuerdo a la fracción V del artículo 66 de este Reglamento, además de solicitar por escrito el beneficio de ingresar al programa de autoconstrucción.

**Artículo 188.** El Perito de oficio firmará la solicitud, bitácora y planos de la Obra, con el fin de cumplir con los requisitos para el trámite de la autorización para la construcción, de manera gratuita. El Perito de oficio deberá visitar la Obra cuando menos una vez al mes.

## **TÍTULO DÉCIMO PRIMERO**

### **De Las Habitabilidades**

#### **Capítulo Único**

#### **Habitabilidades de Obras de Edificación**

**Artículo 189.** Recibida la manifestación de terminación de Obra, solicitando el certificado de habitabilidad, en un plazo de acuerdo a la Ley de Desarrollo Urbano, la Dirección realizará la inspección correspondiente para verificar el cumplimiento de los requisitos señalados en la licencia de edificación respectiva, comparando lo ejecutado con los planos de Proyecto y demás documentos que hayan servido de base para el otorgamiento de la licencia de edificación. En caso procedente, se otorgará el certificado de habitabilidad, previo pago de los derechos correspondientes, constituyéndose desde este momento el propietario como responsable de la operación y mantenimiento de la edificación a fin de satisfacer sus condiciones de seguridad e higiene.

**Artículo 190.** La Dirección, permitirá diferencias en la Obra ejecutada con respecto al Proyecto aprobado, siempre que no se afecten las restricciones y condiciones marcadas en dictámenes y alineamiento, tolerancias y normas de este Reglamento.

Tolerancias en superficie construida respecto de la autorizada sin cambio de Proyecto será:

- I. Diferencias hasta 2% de superficie construida, no tendrá pago adicional de derechos; y
- II. Diferencias entre 2% y 5% simplemente se pagarán los derechos mencionados sin necesidad de obtener licencia correspondiente, del 5% en adelante será necesaria la obtención de la licencia correspondiente, mayor o menor según sea el caso, cuidando no haber excedido los coeficientes de ocupación y utilización del suelo ni haber eliminado áreas verdes mínimas requeridas, ni cajones de estacionamiento.

Si como resultado de la inspección y el cotejo de la documentación correspondiente, apareciera que la Obra no se ajustó a las normas, restricciones y licencia autorizadas, la Dirección aplicará las sanciones correspondientes y ordenará al propietario, efectuar las modificaciones que fuesen necesarias y en tanto éstas no se ejecuten a satisfacción de la propia dependencia, no se autorizará el uso y ocupación de la edificación.

**Artículo 191.** Requerirán certificado de habitabilidad, todas aquellas edificaciones nuevas o ampliaciones mayores a 50 metros cuadrados.

**Artículo 192.** Será requisito indispensable para obtener el certificado de habitabilidad, el cumplimiento según lo señalado en el artículo anterior, de:

- I. La Ejecución de la Obra en los términos de lo autorizado constatado por el supervisor de la autoridad municipal;
- II. La Ejecución dentro de la tolerancia marcada por este Reglamento;
- III. La regularización del pago de diferencias por excedencias de áreas;
- IV. Las correcciones o modificaciones al Proyecto marcadas por la autoridad;
- V. El pago de sanciones y derechos correspondientes; y
- VI. La firma de Perito cuando haya sido requisito en la licencia de edificación.

**Artículo 193.** Toda construcción nueva o ampliación mayor, deberá tramitar su certificado de habitabilidad dentro de los treinta días naturales siguientes a la terminación de la Obra a la vigencia de su licencia de edificación, lo que ocurra primero. De no ser así, ésta deberá refrendarse hasta el tiempo que tramite su habitabilidad y cubrirá los costos de acuerdo a la Ley de Ingresos vigente en el Municipio.

**Artículo 194.** Recibida la manifestación de la terminación de una construcción, la Dirección previa supervisión, autorizará la ocupación y uso de la misma y relevará al Perito de Proyectos y Obras, de responsabilidad por modificaciones o adiciones que hagan posteriormente sin su intervención, lo que se realizará en los términos y plazos dispuestos por la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco.

**Artículo 195.** Los requisitos mínimos para habitar una edificación serán:

1. Contar con servicios de agua y drenaje;
2. Contar con una unidad sanitaria completa y utilizable; y
3. Contar con condiciones de higiene y seguridad, con puertas y ventanas exteriores.

**Artículo 196.** Se podrán tramitar habitabilidades parciales, cuando la finca cuente con los requisitos mínimos para poder habitarse dignamente, así como cuando se trate de Obras en régimen de condominio y se pretenda habitar alguna de las unidades que componen éstas, siempre y cuando el resto de las Obras no representen peligro para los moradores y los vecinos.

En el caso de la habitabilidad parcial no se dará por concluida la vigencia de la licencia de edificación, por lo tanto continuará transcurriendo el tiempo de la vigencia de la licencia para poder terminar el resto de la Obra a menos que expresamente se solicite la suspensión de la misma.

## **TÍTULO DÉCIMO SEGUNDO**

### **De los Peritos**

#### **Capítulo Único**

#### **De los Peritos de Proyectos y Obras y Peritos Corresponsables o Especializados**

**Artículo 197.** El Municipio, a través de la Dirección, concede a los Peritos de Proyectos y Obras, que sean seleccionados por los propietarios, la facultad de avalar las solicitudes de licencia para construcciones, demoliciones, excavaciones, urbanizaciones, o remodelaciones, imponiéndoles por otra parte la obligación de conocer y acatar la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, el Reglamento Estatal de Zonificación, el presente Reglamento y otras leyes y reglamentos de la materia, en el Proyecto y Ejecución de los trabajos para los que se haya otorgado la licencia. Estos Peritos deberán revisar previamente los expedientes que se presenten ante la Dirección, y constatar que contengan los documentos necesarios y que cumplan la normatividad y reglamentación señalada en cada caso, para su ingreso de solicitud de licencia.

**Artículo 198.** La Dirección deberá llevar un registro pormenorizado de los Peritos de Proyectos, Peritos en Ejecución de Obra y Peritos Corresponsables o Especializados que hayan reunido los requisitos correspondientes y a quienes por tanto se haya otorgado la inscripción de dicho registro. La Dependencia exhibirá durante todo el año la lista de los Peritos de Proyectos y Obras vigentes, conteniendo domicilios y teléfonos, la cual actualizará en los meses de enero y julio de cada año.

**Artículo 199.** Todo Perito con registro vigente, contará con una credencial expedida por la Dirección que lo acredite como tal y deberá presentarla para todos los trámites de licencias que realice ante la misma Dirección, la renovación de la credencial será dentro de los dos meses anteriores a la fecha de su vencimiento. La Dirección se reserva el derecho de cancelar el registro y exigir la devolución de la credencial de los Peritos en cualquier momento, cuando existan causas justificadas para ello.

**Artículo 200.** Para poder fungir como Perito en cualquiera de sus ramas será requisito indispensable estar inscrito y contar con registro vigente como tal ante la Dirección.

Los requisitos mínimos para obtener el registro de los Peritos en Proyectos y en Ejecución de Obras, y Peritos Corresponsables o Especializados, ante la Dirección, son los siguientes:

- I. Tener Título profesional, a nivel de licenciatura de Ingeniero Civil o Arquitecto, lo cual deberá comprobarse mediante cédula profesional expedida por la Secretaría de Educación Pública;
- II. Estar registrado ante la Dirección General de Profesiones del Estado de Jalisco;
- III. Tener una práctica profesional no menor de 3 años en la rama o especialidad en la que pretendan registrarse;

IV. Para el caso de los Peritos Corresponsables o Especializados deberán comprobar los conocimientos que los acrediten como expertos en su especialidad, ya sea presentando constancia de estudios realizados o experiencia en trabajos relacionados a la especialidad mencionada; y

V. No haber sido cancelada anteriormente su inscripción en el registro de Peritos de la Dirección.

**Artículo 201.** El Perito en Proyecto y sus Peritos Corresponsables o Especializados para una Obra podrán actuar también como Peritos en Ejecución de Obra para la misma. El Perito en supervisión municipal y sus Corresponsables para una Obra no podrán ser en ningún caso Peritos en Proyecto, en Ejecución de Obra o sus Corresponsables o especializados para la misma Obra.

Los Peritos en Proyecto, así como sus Peritos Corresponsables o Especializados tienen la obligación de asentar en la bitácora de la Obra, las instrucciones que correspondan, debiendo firmar en ella el avance del proceso, al menos una vez por semana a menos que la Dirección indique una periodicidad diferente en función de la complejidad de la Obra, quedando prohibido adelantar avances y firmas en la bitácora, cuya sanción se estipulará en la Ley de Ingresos vigente en el Municipio, sin perjuicio de las que se establezcan en el presente reglamento.

**Artículo 202.** Los Peritos en Proyectos, en Ejecución de Obra, y los Corresponsables o Especializados deberán avisar a la Dirección sobre cualquier cambio de su domicilio dentro de los 10 diez días hábiles siguientes de haberlo efectuado.

**Artículo 203.** Los Peritos en Proyecto, en Ejecución de Obra, así como sus Peritos Corresponsables, están obligados a colocar en lugar visible y de manera legible desde la vía pública desde la fecha en que se inicien los trabajos, de manera conjunta o por separado en pancartas de dimensiones mínimas de 45 por 60 centímetros: su nombre, profesión, número de registro como Perito, área de responsabilidad o de corresponsabilidad, número de licencia de la Obra y domicilio oficial del predio.

**Artículo 204.** En caso de un cambio temporal o definitivo del Perito de Proyecto o en Ejecución de Obra, o de alguno de sus Peritos Corresponsables en una construcción, cuando se dé de alta el nuevo Perito, debe presentar ante la Dirección, una carta compromiso en la cual manifieste que supervisó el estado actual de la Obra y asuma la plena responsabilidad de las acciones que realice y los efectos de éstas respecto de las Obras ejecutadas. El cambio de Perito no exime al anterior de su responsabilidad por la parte de la Obra que le haya correspondido dirigir, esto es, hasta la fecha de formalización del cambio de Perito. Será facultad del nuevo Perito en Ejecución de Obra renovar la corresponsabilidad con los anteriores Peritos Corresponsables o Especializados, con otros o con ninguno, de lo que deberá dar aviso por escrito a la Dirección.

**Artículo 205.** Cuando el Perito en Ejecución de Obra o alguno de sus Peritos Corresponsables no deseen seguir dirigiendo una Obra o el propietario no desee que ellos continúen dirigiéndola, darán aviso con expresión de motivos a la Dirección, quien ordenará la inmediata suspensión de la Obra hasta que se designen y acepten nuevos Peritos en sustitución de ellos, debiendo la Dirección verificar lo ejecutado y levantar una constancia del estado de avance de la Obra hasta la fecha del cambio para determinar la responsabilidad de cada uno de los Peritos.

**Artículo 206.** Cuando los Peritos de Proyectos y Obras no deseen seguir dirigiendo una Obra o el propietario no desee que el Perito de Proyectos y Obras continúe dirigiéndola, darán aviso con expresión de los motivos a la Dirección, quien ordenará la inmediata suspensión de la Obra hasta que se designe y acepte nuevo Perito de Proyectos y Obras, debiendo dicha Dirección verificar lo ejecutado y levantar una constancia del estado de avance de la Obra hasta la fecha del cambio del Perito de Proyectos y/o de Obras para determinar las responsabilidades de los Peritos.

**Artículo 207.** El Perito en Ejecución de Obra y sus Peritos Corresponsables o Especializados responderán solidaria y mancomunadamente por adiciones o modificaciones al Proyecto autorizado de la Obra. La función de la gestión del Perito en Ejecución de Obra y sus Peritos Corresponsables o Especializados terminará con la expedición del certificado de habitabilidad de la Obra, o la suspensión o cambio de Perito, en los términos de los artículos 206 y 209 del presente Reglamento. El incumplimiento de la tramitación de la habitabilidad cuando ya esté terminada la construcción autorizada, en el plazo señalado por la Ley de Desarrollo Urbano, generará la suspensión del registro del Perito en Ejecución de Obra, hasta no concluir con el trámite del certificado de habitabilidad.

**Artículo 208.** El Perito de Proyectos y Obras se obliga a notificar cualquier alta, baja, sustitución de Peritos Corresponsables o Especializados durante la vigencia de la Obra, a la Dirección en un plazo no mayor de 15 quince días hábiles a partir del día siguiente al que se realiza el acto que deba notificarse.

**Artículo 209.** Cuando un Perito Corresponsables o especializado tuviere la necesidad de abandonar temporal o definitivamente la vigilancia de una Obra, deberá comunicarlo al Perito en Ejecución de Obra y a la Dirección. El Perito de Proyectos y Obras tomará la responsabilidad integral de la Obra, previa constancia del estado de avance de la Obra a la fecha de la separación del Perito Corresponsables o especializado para determinar el alcance de su corresponsabilidad.

**Artículo 210.** Cuando el Perito en Ejecución de Obra no desee que algún Perito Corresponsables o especializado continúe dirigiendo la Obra, deberá notificarlo, conjunta o separadamente, con expresión de motivos, a la Dirección; lo que ocasionará la inmediata responsabilidad total del Perito en Ejecución de Obra,

debiendo la Dirección levantar constancia del estado de avance de la Obra hasta la fecha del cambio del Perito Corresponsables o especializado para determinar las responsabilidades de los mismos.

**Artículo 211.** El Perito Corresponsables o especializado se obliga a notificar su baja, durante la vigencia de la Obra, a la Dirección, en los mismos términos que señala el artículo 209, de lo contrario se hará acreedor a la sanción correspondiente.

**Artículo 212.** El Perito Corresponsables o especializado dará por escrito el alcance de su corresponsabilidad de la Obra, al Perito del cual es Corresponsables y a la Dirección en el momento de su registro.

**Artículo 213.** El Perito Corresponsables o especializado responderá conjuntamente con el (o los) Perito(s) de Proyectos y Obras por adiciones o modificaciones a las Obras. La función de la gestión del Perito Corresponsables o especializado terminará a la presentación de la habitabilidad de la Obra en los términos del artículo 214 del presente Reglamento.

**Artículo 214.** El Perito Corresponsables o especializado de un Perito en Proyecto deberá entregarle firmadas las memorias de cálculo y los planos de los trabajos relativos a la especialidad en la cual es Corresponsables al Perito en Proyecto.

**Artículo 215.** El número del registro de Perito en cualquiera de sus modalidades será vitalicio, siempre y cuando no se dé alguna causal que a juicio de la Dirección y de conformidad con este Reglamento amerite su cancelación. La vigencia de dicho registro deberá actualizarse una vez al año.

**Artículo 216.** Las responsabilidades de los Peritos en Proyecto, en Ejecución de Obra y sus Corresponsables o especializados por la seguridad estructural y vicios ocultos, terminarán a los cinco años contados a partir de la fecha de expedición del certificado de habitabilidad para las edificaciones, o del acta de entrega-recepción en el caso de Obras de urbanización. La responsabilidad será efectiva siempre y cuando la Obra sea conservada en las condiciones de mantenimiento mínimas de la Obra entregada, manifestadas por los Peritos.

**Artículo 217.** Los Peritos en Proyecto, en Ejecución de Obra y Corresponsables o especializados deberán entregar por escrito al propietario del inmueble, las recomendaciones mínimas de mantenimiento preventivo de la Obra ejecutada.

**Artículo 218.** Por la especialidad de sus conocimientos teóricos y prácticos los Peritos Corresponsables o Especializados se clasifican en:

Peritos de Proyecto arquitectónico;  
Peritos de Proyecto urbano;  
Peritos de mecánica de suelos;  
Peritos de cálculo estructural;

Peritos en diseño urbano;  
Peritos en instalaciones eléctricas;  
Peritos en instalaciones hidráulicas;  
Peritos en instalaciones de aire acondicionado;  
Peritos en instalaciones generales;  
Peritos bioclimáticos;  
Peritos de Arquitectura de Paisaje; y  
Peritos en sistemas de seguridad y prevención de incendios.

Así como cualquier otra especialidad que, por la naturaleza específica de una Obra se requiera.

El Municipio, a través de la Dirección, aceptará que uno o varios Peritos Corresponsables o Especializados funjan como responsables de manera solidaria y mancomunada con los Peritos en Proyecto, en Ejecución de Obra, en las áreas de especialización en las que estén registrados ante la Dirección.

**Artículo 219.** Se exigirá la intervención de los Peritos Corresponsables o Especializados en todas las urbanizaciones y en las edificaciones mayores de 5,000 metros cuadrados o de más de cinco niveles; sin embargo, es prerrogativa del Perito de Obra el solicitar el apoyo de cualquier clase de Perito Corresponsables o especializado, si a su criterio lo considera necesario en cualquier otro caso.

**Artículo 220.** El Perito en Ejecución de Obra presentará al Perito Corresponsables o especializado, por medio de un escrito a la Dirección antes de la fecha en que inicien los trabajos que serán supervisados por el Perito Corresponsables o especializado, dicho escrito deberá contar con los datos completos de la licencia de construcción, una descripción general de los trabajos a supervisar y el tiempo estimado que durarán éstos y la aceptación del Perito Corresponsables.

## **TITULO DÉCIMO TERCERO**

### **De las Sanciones**

#### **Capítulo Único**

#### **De las Suspensiones y Clausuras**

**Artículo 221.** La Dirección General de Inspección de Reglamentos para hacer cumplir lo dispuesto en el presente Reglamento, aplicará las siguientes sanciones:

- I. Apercibimiento;
- II. Infracción;
- III. Suspensión;
- IV. Clausura; y
- V. Demolición.

**Artículo 222.** Las sanciones que se aplicarán a los propietarios de las Obras por la falta de cumplimiento de este Reglamento podrán consistir en:

- I. Apercibimiento;
- II. Multa conforme a la Ley de Ingresos vigente en el Municipio o arresto administrativo hasta por treinta y seis horas, atendiendo a la gravedad y circunstancias de la infracción cometida;
- III. Pérdida de los beneficios fiscales por actos ejecutados en contra de las disposiciones de este Reglamento;
- IV. Clausura temporal o definitiva, total o parcial, de las instalaciones, las construcciones, las Obras y servicios realizados en contravención de los ordenamientos aplicables o del Proyecto aprobado;
- V. Suspensión o revocación de las licencias para edificaciones o urbanizaciones, cuando no se cumpla con sus términos o con el Proyecto aprobado; y
- VI. Demolición de lo construido en contravención a los ordenamientos legales vigentes.

Estarán afectados de nulidad, las autorizaciones, licencias, permisos, convenios o contratos que contravenga las declaratorias de provisiones, usos, destinos y reservas derivadas de los programas y planes de desarrollo urbano, las que se expidan con base a información falsa o incorrecta o se expidan sin observar los requisitos y procedimientos que se establecen en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, el Reglamento Estatal de Zonificación y este Reglamento.

**Artículo 223.** Las sanciones a los Peritos se aplicarán en función de los siguientes criterios:

- I. Se hará acreedor a una amonestación el Perito que:
  - a) No firme la bitácora oficial, de conformidad con lo señalado en el presente Reglamento;
  - b) Efectúe o tolere cambios en el Proyecto, tomando en cuenta lo considerado en los artículos 62 y 63 de este Reglamento, en el caso de no contar al momento de la inspección, con la nueva licencia de edificación que modifique al Proyecto original, cuando se hubiese ejecutado una modificación del Proyecto antes del trámite de habitabilidad, siempre y cuando no violenten el cumplimiento de las Normas de Desarrollo Urbano ni del Plan Parcial de Desarrollo Urbano;
  - c) Se separe de sus funciones por más de 30 treinta días hábiles, sin la autorización correspondiente por parte de la Dirección General de Obras Públicas, respecto a las Obras de las que sea responsable;
  - d) No solicite darse de baja como Perito de una Obra, de conformidad con el artículo 206 y 211 del presente Reglamento; o
  - e) No notifique a la Dirección General de Obras Públicas del cambio de su domicilio.

**II.** Se suspenderá el ejercicio del Perito por un período comprendido entre cinco y seis meses, cuando:

- a) Omita la tramitación del certificado de habitabilidad, una vez terminada la construcción autorizada;
- b) Acumule 3 tres amonestaciones en un período de un año, a partir de la primera amonestación que se pretenda computar; o
- c) No respete las restricciones de edificación.

**III.** Se procederá a la cancelación del registro de un Perito cuando:

- a) Acumule tres suspensiones; o
- b) Realice modificaciones sustanciales al Proyecto que impliquen daños a la infraestructura municipal, al medio ambiente o que ponga en riesgo inminente la integridad de las personas o de las cosas.

La imposición de las sanciones a los Peritos, referidas en el presente Capítulo, correrá a cargo del Director General de Obras Públicas; el cual, dentro de un procedimiento sumario y garantizando el derecho de audiencia del afectado, determinará la sanción correspondiente.

**Artículo 224.** En el caso de los Peritos de Obra, podrán ser suspendidos cuando omitan atender oportunamente las indicaciones asentadas en la bitácora de Obra por el Perito de supervisión municipal, cuyo incumplimiento signifique grave peligro para la seguridad de las Obras bajo su responsabilidad.

**Artículo 225.** Si la Ejecución de la Obra no corresponde al Proyecto aprobado, salvo cuando las variaciones entre dicho Proyecto y la Obra no cambien substancialmente las condiciones de estabilidad, destino e higiene; además de la sanción correspondiente al Perito, se suspenderá la Obra, debiendo presentar nuevos planos de lo construido. En caso de no ser aprobados por la Dirección estos nuevos planos, se ordenará la demolición de lo construido irregularmente, conforme al procedimiento establecido en el presente Reglamento.

**Artículo 226.** No se concederán nuevas licencias para las Obras a los Peritos responsables, mientras no subsanen las omisiones de que se trata en los siguientes casos:

- I. No refrendar su registro en los términos de éste Reglamento;
- II. No cumplir las sanciones que les hubieren sido impuestas en la aplicación del presente Reglamento; o
- III. Cuando haya infringido el presente ordenamiento, al no haber tramitado la habitabilidad de una Obra concluida; a pesar de haber cumplido con la suspensión.

**Artículo 227.** Podrá ordenarse la suspensión, clausura o demolición de una Obra por las siguientes causas:

- I. Por haberse comprobado la falsedad de los datos consignados en las solicitudes de licencia o en los documentos presentados;
- II. Por omitirse en las solicitudes de licencia la declaración de que el inmueble está sujeto a disposiciones sobre protección y conservación de monumentos arqueológicos o históricos, así como fincas consideradas relevantes;
- III. Por estarse ejecutando sin licencia una Obra para la que sea necesaria aquélla;
- IV. Por ejecutarse una Obra modificando el Proyecto, las especificaciones o los procedimientos aprobados;
- V. Por no presentar plano y licencia autorizada al momento de la inspección;
- VI. Por ejecutarse la Obra sin las debidas precauciones y con peligro de la vida o seguridad de las personas o propiedades;
- VII. Por no enviarse en los términos del presente Reglamento a la Dirección los informes y datos que preceptúa este ordenamiento;
- VIII. Por impedirse u obstaculizarse al Perito en supervisión municipal, a sus Peritos Corresponsables, al personal de la Dirección o al de la Dirección General de Inspección de Reglamentos el cumplimiento de sus funciones;
- IX. Por usarse una construcción o parte de ella sin haberse terminado u obtenido el certificado de habitabilidad;
- X. Por ejecutar Obras o trabajos de construcción que causen daños o molestias a los vecinos, tales como el almacén de material de construcción o elaboración de mezclas en la vía pública;
- XI. Por invadir las restricciones;
- XII. Por eliminar el área jardinada de las restricciones;
- XIII. Por omitir cajones de estacionamiento, con respecto a los autorizados; y
- XIV. Por la Ejecución de una Obra sin Perito, cuando éste sea necesario.

En cualquiera de los casos, se deberá regularizar la situación de la Obra, fijando la Dirección los plazos para corregir las deficiencias que motiven la suspensión. Respetado el derecho de audiencia del interesado y vencido el plazo sin haberse ejecutado las correcciones, se ordenará la demolición de lo irregular por cuenta del propietario y la sanción correspondiente al Perito en Ejecución de Obra.

**Artículo 228.** Podrá decretarse la clausura de una Obra ejecutada sin licencia, por modificaciones no aprobadas al Proyecto, especificaciones o procedimientos, sin intervención del Perito responsable cuando dicho requisito sea necesario.

**Artículo 229.** Todo acto u omisión que contravenga lo dispuesto en este Reglamento, en los demás ordenamientos legales vigentes, a los acuerdos y a las demás disposiciones que se expidan, serán sancionados por las autoridades correspondientes en el ámbito de su competencia, imponiendo al infractor las sanciones establecidas por su infracción.

## **TÍTULO DÉCIMO CUARTO**

### **De los Recursos y Defensa de los Particulares**

#### **Capítulo Único**

#### **Disposiciones Generales**

**Artículo 230.** Contra las resoluciones que se dicten en la aplicación de este Reglamento y los actos u omisiones de las autoridades responsables de aplicarlas, las personas que resulten afectadas en sus derechos podrán interponer los siguientes recursos, con independencia de los previstos en otras leyes o reglamentos:

- I. El de reconsideración; y
- II. El de queja.

**Artículo 231.** En cuanto al procedimiento para tramitar los recursos de reconsideración y de queja, en relación a su presentación, la naturaleza de las pruebas, su ofrecimiento, admisión y desahogo, y su resolución, se observarán las disposiciones de este capítulo.

**Artículo 232.** Procede el recurso de reconsideración contra los actos de autoridades administrativas que los interesados estimen violatorias de este Reglamento, decretos, programas y planes de desarrollo urbano, declaratorias y reglamentos vigentes.

**Artículo 233.** El recurso de reconsideración deberá interponerse ante la propia autoridad que emitió la resolución impugnada, dentro del término de diez días naturales computado a partir de la fecha en que fuere notificada la sanción o la medida de seguridad; o de la fecha en que la resolución se notifique o se haga del conocimiento de los interesados, conforme las disposiciones establecidas en la Ley Estatal de Desarrollo Urbano. El recurrente puede optar, conforme lo previsto en el Artículo 436 de la Ley Estatal de Desarrollo Urbano, por solicitar a la Procuraduría de Desarrollo Urbano que lo represente en la tramitación de este recurso. En tal caso, el término señalado en el párrafo anterior, se interrumpirá con la presentación de la solicitud del recurrente ante la Procuraduría, para que conozca los hechos y participe en su tramitación como su representante.

**Artículo 234.** El recurso de reconsideración deberá presentarse por escrito, firmado por el recurrente o por su representante debidamente acreditado, el escrito deberá indicar:

- I. El nombre y el domicilio del recurrente, y en su caso, de quien promueva en su nombre. Si fueren varios lo recurrentes, el nombre y domicilio del representante común;
- II. El interés específico que le asiste;
- III. La autoridad o autoridades que dictaron y/o ejecutaron el acto recurrido;
- IV. La fecha en que, bajo protesta de decir verdad, manifieste el recurrente que tuvo conocimiento de la resolución;
- V. La mención precisa del acto de autoridad que motiva la interposición del recurso;
- VI. Los conceptos de violación o acto que se reclama;
- VII. Las pruebas que ofrezca;
- VIII. El lugar y fecha de una promoción; y
- IX. Documentos fundatorios.

**Artículo 235.** El recurso de reconsideración suspenderá la Ejecución de las sanciones. Las autoridades encargadas de resolver el recurso, a petición del interesado y sin mayores requisitos que los exigidos por la Ley de Amparo en materia de suspensión, estarán facultadas para ordenar que las cosas se mantengan en el estado en que se guardan, comunicándolo por la vía más rápida a las responsables, con el fin de evitar la Ejecución inmediata de la resolución o del acto que se impugna, facilitando copia del acuerdo recurrente.

**Artículo 236.** Las autoridades encargadas de resolver el recurso de reconsideración, una vez que lo hayan admitido, procederán al desahogo de las pruebas. Al efecto se señalará un término de 15 días naturales que podrá ser ampliado hasta por 30 días naturales, si por la naturaleza de las pruebas ofrecidas, la autoridad considera insuficiente el primer plazo.

**Artículo 237.** Transcurrido el término para el desahogo de las pruebas, si las hubiere, se dictará resolución en un plazo no mayor de 15 días naturales, en el que se confirme, modifique o revoque la resolución recurrida. Dicha resolución se notificará personalmente al interesado.

**Artículo 238.** En contra de la resolución dictada por la autoridad al resolver el recurso de reconsideración, procederá el juicio ante el Tribunal de lo Administrativo del Estado.

**Artículo 239.** Cuando las autoridades administrativas no expidan los dictámenes, licencias, permisos y acuerdos, en los plazos previstos en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, los afectados podrán interponer el recurso de queja.

**Artículo 240.** El recurso de queja deberá formularse por escrito y firmarse por el recurrente o por su representante debidamente acreditado y deberán indicar:

- I. El nombre y domicilio del recurrente y, en su caso, de quien promueva en su nombre. Si fueran varios los recurrentes el nombre y domicilio del representante en común;
- II. El interés específico que le asiste;
- III. La autoridad o autoridades responsables;
- IV. La mención precisa del acto de autoridad omitido que motiva la interpretación del recurso;
- V. La fecha en que, bajo protesta de decir verdad, manifieste el recurrente que presentó a su solicitud a la autoridad y el día en que venció el plazo legal para resolver;
- VI. Los documentos que el recurrente ofrezca como pruebas, en particular la solicitud dirigida al Ayuntamiento, en el caso previsto en el artículo 230 de la Ley Estatal de Desarrollo Urbano; y
- VII. El lugar y fecha de la promoción.

**Artículo 241.** Presentado ante la autoridad competente el recurso de queja, ésta deberá resolver en el término de seis días naturales, expidiendo la resolución emitida.

**Artículo 242.** El recurso de queja deberá formularse por escrito y firmarse por el recurrente o por su representante debidamente acreditado y deberán indicar:

- I. El nombre y domicilio del recurrente y, en su caso, de quien promueva en su nombre. Si fueran varios los recurrentes el nombre y domicilio del representante en común;
- II. El interés específico que le asiste;
- III. La autoridad o autoridades responsables;
- IV. La mención precisa del acto de autoridad omitido que motiva la interpretación del recurso;
- V. La fecha en que, bajo protesta de decir verdad, manifieste el recurrente que presentó su solicitud a la autoridad y el día en que venció el plazo legal para resolver;
- VI. Los documentos que el recurrente ofrezca como pruebas, en particular la solicitud dirigida al Ayuntamiento, en el caso previsto en el artículo 230 de la Ley Estatal de Desarrollo Urbano; y
- VII. El lugar y fecha de la promoción.

**Artículo 243.** Presentado ante la autoridad competente el recurso de queja, ésta deberá resolver en el término de seis días naturales, disponiendo perentoriamente se expida la resolución emitida.

## **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.** Este Reglamento entrará en vigor a los tres días siguientes de su publicación en la Gaceta Municipal, abrogando el Reglamento de Construcciones y Desarrollo Urbano, publicado en la Gaceta de San Cristóbal de la Barranca, año 2, no. 7 (julio-septiembre de 1987).

Se abrogan todas las disposiciones de carácter municipal que se opongan directa o indirectamente a este Reglamento.

**SEGUNDO.** Contra los actos de la autoridad en aplicación de este Reglamento procederán también los recursos de revisión y de inconformidad, los que se tramitarán en los términos de los dispuesto por la Ley del Procedimiento Administrativo del Estado de Jalisco, hasta que el Ayuntamiento de San Cristobal de la Barranca, Jalisco emita el reglamento que norme la interposición de recursos contra los actos de la autoridad municipal.

**TERCERO.** En tanto se adicionan a este Reglamento las disposiciones relativas a los Peritos y a sus responsabilidades, se aplicarán supletoriamente las disposiciones que sobre la materia establece el Reglamento Estatal de Zonificación del Estado de Jalisco en su Título Séptimo.

**CUARTO.** El Director General de Obras Públicas podrá proponer la emisión de normas técnicas para la edificación con referencia a los distintos tipos de Obras constructivas, sin que contravengan las disposiciones de este Reglamento, las cuales para cobrar vigencia deberán ser sancionadas por el C. Presidente Municipal y ser publicadas en la Gaceta Municipal del Ayuntamiento de San Cristóbal de la Barranca, Jalisco.

## **NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO**

### **1 NOMENCLATURA Y DEFINICIONES**

#### **1.1 Notación**

Cada símbolo empleado en estas normas se define donde aparece por primera vez. Los más importantes son:

- $A_c$  = el área efectiva combinada, en  $m^2$ , de los muros de cortante en el primer entrepiso de una estructura.
- $A_e$  = el área mínima de cortante de la sección transversal en cualquier plano horizontal en el primer entrepiso, en  $m^2$ , de un muro de cortante.
- $A_x$  = el factor de amplificación torsional en el Nivel  $x$ .

$C$	= coeficiente sísmico de diseño.
$C_t$	= coeficiente numérico dado en la Sección 8.3.
$D$	= carga muerta en un elemento estructural.
$D_e$	= la longitud, en metros, de un muro de cortante en el primer entrepiso en la dirección paralela a las fuerzas aplicadas.
$E$	= carga debida a un terremoto en un elemento estructural.
$F_i, F_n, F_x$	= fuerza lateral aplicada en el Nivel $i$ , $n$ , o $x$ , respectivamente.
$F_t$	= la porción del cortante basal, $V_o$ , considerada concentrada en la parte superior de la estructura en adición a $F_n$ .
$f_i$	= fuerza lateral en el Nivel $i$ para uso de la Fórmula (8-4).
$g$	= aceleración de la gravedad.
$h_i, h_n, h_x$	= altura en metros arriba de la base hasta el Nivel $i$ , $n$ , o $x$ , respectivamente.
$L$	= carga viva en un elemento estructural.
Nivel $i$	= el nivel de la estructura referido por el subíndice $i$ . “ $i = 1$ ” designa el primer nivel arriba de la base.
Nivel $n$	= el nivel superior o último nivel de la parte principal de la estructura.
Nivel $x$	= el nivel bajo consideración de diseño.
$Q$	= factor de comportamiento sísmico, independiente de $T$ .
$Q'$	= factor reductivo de fuerzas sísmicas utilizado en la Sección 5, función de $T$ .
$r$	= exponente en las expresiones para cálculo de las ordenadas de los espectros de diseño.
$S_a$	= ordenada de los espectros de diseño, como fracción de la aceleración de la gravedad, sin reducción con fines de diseño.
$T$	= periodo natural de vibración, en segundos.
$T_a, T_b$	= periodos característicos de los espectros de diseño, en segundos.
$V_o$	= la fuerza lateral total de diseño o cortante basal.
$V_x$	= el cortante de piso de diseño para el Entrepiso $x$ .
$W_o$	= el peso total de la construcción arriba de la base de la estructura, incluyendo no menos del 50% de la carga viva máxima que se especifica en el Capítulo III del Título Sexto del Reglamento de Construcción del Municipio de San Cristobal de la Barranca. El peso de equipos permanentes será incluido en su totalidad.
$W_p$	= el peso de un elemento o componente.
$w_i, w_x$	= la porción de $W_o$ que está ubicada en o está asignada al Nivel $i$ o $x$ , respectivamente.
$\delta_i$	= desplazamiento horizontal del Nivel $i$ con respecto a la base debido a las fuerzas laterales aplicadas, $f_i$ , para uso en la Fórmula (8-4).

## 1.2 Definiciones

A continuación se establece la definición de algunos conceptos que por su importancia para la aplicación de estas Normas Técnicas requieren especial atención:

**BASE** es el nivel en el que los movimientos del terremoto se consideran impartidos a la estructura o el nivel en el que la estructura considerada como un vibrador dinámico está soportada.

**CORTANTE BASAL,  $V_o$** , es la fuerza lateral o cortante total de diseño en la base de una estructura.

**CORTANTE DE PISO,  $V_x$** , es la suma de las fuerzas laterales de diseño arriba del entrepiso bajo consideración.

**DIAFRAGMA** es un sistema horizontal o casi horizontal actuando para transmitir fuerzas laterales a los elementos verticales resistentes. El término “diafragma” incluye sistemas horizontales de contravientos.

**DISTORSIÓN DE ENTREPISO** es el desplazamiento relativo de un nivel con respecto al nivel de arriba o de abajo.

**DISTORSIÓN UNITARIA DE ENTREPISO** es la distorsión de entrepiso dividida entre la altura del entrepiso.

**EFFECTO  $P\Delta$**  es el efecto secundario en los cortantes, fuerzas axiales y momentos de los miembros estructurales inducido por las cargas verticales actuando en la estructura desplazada lateralmente.

**ELEMENTO FLEXIBLE** o sistema flexible es uno cuya deformación bajo carga lateral es significativamente mayor que la de las partes colindantes del sistema. Ver Sección 8.9.

**ENTREPISO** es el espacio entre niveles. Entrepiso x es el entrepiso abajo del Nivel x.

**ENTREPISO BLANDO** es uno en el que su rigidez lateral es menor que el 70 por ciento de la rigidez del entrepiso que le sigue arriba.

**ENTREPISO DÉBIL** es uno en el que la resistencia del entrepiso es menor que el 80 por ciento de la resistencia del entrepiso que le sigue arriba.

**MARCO CONTRAVENTEADO** es esencialmente un sistema de armadura vertical del tipo concéntrico o excéntrico provisto para resistir fuerzas laterales. Ver Sección 3.5.4.

**MARCO CONTRAVENTEADO CONCÉNTRICAMENTE** es un marco contraventeado en el que los miembros están sujetos a fuerzas axiales principalmente.

**MARCO CONTRAVENTEADO EXCÉNTRICAMENTE (EBF)** es un marco contraventeado de acero diseñado conforme a los requisitos para marcos contraventeados excéntricamente contenidos en las especificaciones sísmicas para edificios de acero estructural del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), en su última edición.

**MARCO ESPACIAL** es un sistema estructural tridimensional, sin muros de carga, compuesto de miembros interconectados de tal manera que pueda funcionar como una unidad autosoportable completa con o sin la ayuda de diafragmas horizontales o sistemas de piso contraventeados.

**MARCO ESPECIAL CONTRAVENTEADO CONCÉNTRICAMENTE (SCBF)** es un marco contraventeado de acero diseñado conforme a los requisitos para marcos especiales contraventeados concéntricamente contenidos en las especificaciones sísmicas para edificios de acero estructural del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), en su última edición.

**MARCO ESPECIAL RESISTENTE A MOMENTO (SMRF)** es un marco resistente a momento especialmente detallado para obtener comportamiento dúctil y cumplir con los requisitos del ACI o del AISC en sus respectivos capítulos de disposiciones especiales de diseño sísmico para regiones de elevado riesgo sísmico.

**MARCO INTERMEDIO RESISTENTE A MOMENTO (IMRF)** es un marco de concreto diseñado conforme al capítulo de Disposiciones Especiales para el Diseño Sísmico del Reglamento ACI 318, tal y como lo establece en su sección de Requisitos para Marcos en Regiones de Riesgo Sísmico Moderado.

**MARCO ORDINARIO CONTRAVENTEADO (OBF)** es un marco contraventeado de acero diseñado conforme a los requisitos para marcos contraventeados contenidos en las especificaciones sísmicas para edificios de acero estructural del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), en su última edición.

**MARCO ORDINARIO RESISTENTE A MOMENTO (OMRF)** es un marco resistente a momento que no cumple con los requisitos de detallamiento especial para comportamiento dúctil. Pueden ser de acero o de concreto, sin embargo, los de concreto están prohibidos en zonas sísmicas.

**MARCO RESISTENTE A MOMENTO** es un marco cuyos miembros y nudos son capaces de resistir fuerzas primariamente por flexión. Ver Sección 3.5.5.

**MURO DE CORTANTE** es un muro diseñado para resistir fuerzas laterales paralelas al plano del muro.

**SISTEMA DE MUROS DE CARGA** es un sistema estructural donde las cargas verticales están soportadas principalmente por muros. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por los mismos muros.

**SISTEMA MIXTO** es una combinación de marcos resistentes a momento y muros de cortante o marcos contraventeados de acuerdo con el criterio de la Sección 3.5.6.

**SISTEMA PARA RESISTIR FUERZAS LATERALES** es la parte del sistema estructural destinado a resistir fuerzas laterales.

## 2 GENERALIDADES

### 2.1 Diseño Sísmico Mínimo

Las presentes normas establecen los efectos sísmicos mínimos que deberán considerarse para el diseño, construcción, reparación y refuerzo de las construcciones que se describen y clasifican en el Artículo 73 del Título Sexto De la Seguridad Estructural de las Construcciones del Reglamento de Construcción del Municipio de San Cristobal de la Barranca. Para aquellas Obras de extraordinaria importancia o magnitud, que por sus características requieran estudios y verificaciones especiales, se adoptarán las presentes normas como lineamiento fundamental en aquellos aspectos en que pueda ser aplicable.

## 3 ELECCIÓN DE CRITERIOS

### 3.1 Bases para el Diseño

Los procedimientos y limitaciones para el diseño de estructuras será determinado considerando características del sitio, ocupación, configuración, sistema estructural y altura de acuerdo a lo establecido en estas normas. Las fuerzas sísmicas de diseño mínimas serán las que se determinan en estas normas. El Artículo 97 del Reglamento y las Normas Técnicas Complementarias para cada tipo de material indican los factores de carga que deberán aplicarse a estas fuerzas según el tipo de diseño estructural que se utilice para cada material y tipo de estructura.

### 3.2 Características del Suelo

Los suelos se clasificarán según lo indicado en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1—Clasificación de los Suelos**

TIPO	DESCRIPCIÓN
I	(a) Roca o material similar caracterizado por una velocidad de propagación de ondas de corte mayor que 700 metros por segundo.  (b) Suelos medio-densos a densos o medio-rígidos a rígidos, con

	profundidad a la roca menor que 50 metros, caracterizado por una velocidad de propagación de ondas de corte entre 400 y 700 metros por segundo.
II	(a) Un perfil de suelo predominantemente medio-denso a denso o medio-rígido a rígido, con profundidad mayor que 50 metros, caracterizado por una velocidad de propagación de ondas de corte entre 400 y 700 metros por segundo.  (b) Suelos medio-densos con profundidad mayor que 8 metros y menor que 35 metros, caracterizado por una velocidad de propagación de ondas de corte entre 150 y 400 metros por segundo.
III	(a) Suelos granulares poco densos o poco rígidos.  (b) Un perfil de suelo que contenga más de 6 metros de arcilla blanda a media-rígida pero no más de 12 metros de arcilla blanda.

Cuando en la identificación del suelo existan dudas respecto a la profundidad del manto, a las características mecánicas de los diferentes estratos, etc., las ordenadas espectrales se calcularán usando el perfil de suelo Tipo III.

Cuando se determine que los suelos donde se cimentará la construcción puedan resultar inestables (deformaciones permanentes, licuación, pérdida temporal de su capacidad de soporte, etc.) durante un sismo intenso, se deberá adecuar el suelo y/o la cimentación para evitar un posible estado límite de falla o de servicio de la cimentación o de la estructura.

### 3.3 Categorías de Ocupación

Para los propósitos de diseño sismo-resistente, cada estructura será clasificada en una de las categorías de ocupación que indica el Artículo 73 del Reglamento. Las ordenadas del espectro de diseño de la Sección 4 se incrementarán para las estructuras de los subgrupos A1, A2 y A3 en los porcentajes correspondientes establecidos en el Artículo 111 del Reglamento.

### 3.4 Requerimientos por Configuración

#### 3.4.1 General

Cada estructura será clasificada estructuralmente como regular o irregular.

#### 3.4.2 Estructuras Regulares

Las estructuras regulares no tienen discontinuidades físicas significantes en su configuración horizontal o vertical o en sus sistemas para resistir fuerzas laterales como las características de irregularidad descritas abajo. Además, deberán presentar planos verticales resistentes a fuerzas laterales en dos direcciones ortogonales y que conformen un mecanismo apto para resistir torsiones.

### 3.4.3 Estructuras Irregulares

1. Las estructuras irregulares tienen discontinuidades físicas significantes en configuración o en sus sistemas para resistir fuerzas laterales. Las características de irregularidad incluyen, pero no están limitada a, aquellas descritas en las Tablas 3.2 y 3.3.

2. Las estructuras que tengan una o más de las características mencionadas en la Tabla 3.2 serán clasificadas como estructuras con irregularidad vertical.

EXCEPCIÓN: Cuando ninguna distorsión unitaria de entrepiso bajo las fuerzas laterales de diseño es mayor que 1.3 veces la distorsión unitaria del entrepiso siguiente de arriba la estructura podrá ser considerada sin irregularidad estructural del Tipo 1 o 2 en la Tabla 3.2. La distorsión unitaria de entrepiso para los dos últimos niveles no necesita ser considerada. Las distorsiones de entrepiso para esta determinación pueden ser calculadas despreciando los efectos torsionantes.

3. Las estructuras que tengan una o más de las características mencionadas en la Tabla 3.3 serán clasificadas como estructuras con irregularidad horizontal.

**Tabla 3.2 Irregularidades Estructurales Verticales<sup>1</sup>**

TIPO DE IRREGULARIDAD Y DEFINICIÓN
<b>1. Irregularidad en Rigidez - Entrepiso Blando<sup>3</sup></b> Un entrepiso blando es aquel en el que su rigidez lateral es menor que el 70 por ciento de la rigidez del entrepiso que le sigue arriba, o menor que el 80 por ciento del promedio de la rigidez de los tres entrepisos que le siguen arriba.
<b>2. Irregularidad de Peso (Masa)<sup>3</sup></b> Se considerará que existe irregularidad de masa cuando la masa efectiva de cualquier nivel es más del 150 por ciento de la masa efectiva de un nivel adyacente. Una azotea que es más liviana que el piso que le sigue abajo no requiere ser considerada.
<b>3. Irregularidad Vertical Geométrica<sup>3</sup></b> Se considerará que existe irregularidad vertical geométrica cuando la dimensión horizontal del sistema para resistir fuerzas laterales en cualquier entrepiso es más del 130 por ciento del que tiene un entrepiso adyacente. Penthouses de un solo nivel no requieren ser considerados.
<b>4. Discontinuidad en el plano vertical del sistema para resistir fuerzas laterales<sup>4</sup></b> Elementos para resistir fuerzas laterales que se encuentran ubicados fuera del plano vertical del sistema para resistir fuerzas laterales a que pertenecen, una distancia mayor que la longitud de dichos elementos.
<b>5. Discontinuidad en Resistencia - Entrepiso Débil<sup>5</sup></b> Un entrepiso débil es aquel en el que su resistencia es menor que el 80 por ciento de la resistencia del entrepiso que le sigue arriba. La resistencia de un entrepiso es la resistencia total de todos los elementos sismo resistentes en que

se distribuirá el cortante sísmico del entrepiso en la dirección bajo consideración.

**Tabla 3.3 Irregularidades Estructurales Horizontales<sup>2</sup>**

TIPO DE IRREGULARIDAD Y DEFINICIÓN
<b>1. Irregularidad Torsional<sup>6, 7, 8</sup></b> Se considerará que existe irregularidad torsional cuando la distorsión de entrepiso máxima, calculada incluyendo la torsión accidental, en un extremo de la estructura transversal a un eje es más de 1.2 veces el promedio de las distorsiones del entrepiso de los dos extremos de la estructura.
<b>2. Esquinas Reentrantes</b> Configuraciones en planta de una estructura y su sistema para resistir fuerzas laterales contienen esquinas reentrantes, cuando ambas proyecciones de la estructura más allá de la esquina reentrante son mayores que el 15 por ciento de las dimensiones en planta de la estructura en las direcciones respectivas.
<b>3. Discontinuidad del Diafragma</b> Diafragmas con discontinuidades bruscas o variaciones grandes en rigidez, incluyendo aquellos que tienen aberturas mayores que el 50 por ciento del área gruesa que encierra el perímetro del diafragma, o cambios en la rigidez efectiva del diafragma de más del 50 por ciento de un piso al siguiente.
<b>4. Ubicación fuera del plano<sup>4</sup></b> Discontinuidades en el camino de una fuerza lateral, como la ubicación fuera del plano de los elementos verticales.
<b>5. Sistemas No-Paralelos<sup>7</sup></b> Los elementos verticales para resistir fuerzas laterales no son paralelos o simétricos a los ejes ortogonales mayores del sistema para resistir fuerzas laterales.

Nota 1: Ver 5.2.1 y 8.4.1

Nota 2: Ver 5.2.2 y 8.4.2

Nota 3: Se requiere análisis dinámico, ver 3.7.4 punto 2

Nota 4: Ver 8.11

Nota 5: Ver 3.8.1

Nota 6: La irregularidad torsional será considerada cuando los diafragmas no son flexibles

Nota 7: Ver 8.15

Nota 8: Ver factor de amplificación por irregularidad torsional en 8.10

## **3.5 Sistemas Estructurales**

### **3.5.1 General**

Los sistemas estructurales serán clasificados como uno de los tipos contenidos en la Tabla 6.1 y definidos a continuación.

### **3.5.2 Sistema de Muros de Carga**

Un sistema estructural donde las cargas verticales están soportadas principalmente por muros. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por los mismos muros.

### **3.5.3 Sistema de Muros de Cortante**

Un sistema estructural donde las cargas verticales están soportadas por un marco espacial esencialmente completo. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por muros de cortante de concreto reforzado.

### **3.5.4 Sistema de Marcos Contraventeados**

Un sistema estructural donde las cargas verticales están soportadas por un marco espacial esencialmente completo. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por marcos contraventeados.

### **3.5.5 Sistema de Marcos Resistentes a Momento**

Un sistema estructural donde las cargas verticales están soportadas por un marco espacial esencialmente completo. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por marcos con conexiones resistentes a momento, principalmente por la acción de flexión de sus miembros.

### **3.5.6 Sistema Mixto**

Un sistema estructural con las siguientes características:

1. Las cargas verticales están soportadas por un marco espacial esencialmente completo.

2. La resistencia a fuerzas horizontales es proporcionada por muros de cortante de concreto reforzado o por marcos contraventeados en combinación con marcos resistentes a momento. Los marcos resistentes a momento serán diseñados para resistir independientemente cuando menos el 25 por ciento del cortante basal de diseño.

3. Los dos sistemas serán diseñados para resistir el cortante basal total de diseño en proporción a sus rigideces relativas considerando la interacción del

sistema mixto en todos los niveles. Dentro del estudio de compatibilidad de deformaciones deberá considerarse la rotación que la cimentación pudiera permitir a la base del sistema de muros de cortante o marcos contraventeados.

### **3.5.7 Sistema Estructural No Definido**

Un sistema estructural no proporcionado en la Tabla 6.1.

### **3.5.8 Otros Tipos de Estructuras**

Estructuras diferentes a las utilizadas en edificios.

## **3.6 Límites de Altura**

Los límites de altura para los diferentes sistemas estructurales se indican en la Tabla 6.1.

**EXCEPCIÓN:** Estructuras regulares pueden exceder estos límites hasta en un 50 por ciento cuando se trata de estructuras desocupadas que no son accesibles al público general.

## **3.7 Elección del Tipo de Análisis**

### **3.7.1 General**

Toda estructura podrá analizarse mediante un método dinámico según se establece en la Sección 9 de estas normas. Las estructuras, que cumplan con los requisitos que se especifican abajo, podrán analizarse, como alternativa, mediante el método estático que describe la Sección 8 o utilizando el método simplificado de análisis a que se refiere la Sección 7 de estas normas.

### **3.7.2 Método Simplificado de Análisis**

El método simplificado a que se refiere la Sección 7 del presente cuerpo normativo será aplicable al análisis de edificios que cumplan simultáneamente los siguientes requisitos:

1. En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deberán satisfacer las condiciones que establecen las normas complementarias correspondientes. Será admisible cierta asimetría en la distribución de los muros cuando existan en todos los pisos dos muros de carga perimetrales paralelos cada uno con longitud al menos igual a la mitad de la dimensión mayor en planta del edificio. Los muros a que se refiere este párrafo podrán ser de mampostería,

concreto reforzado o madera; en este último caso estarán arriostrados con diagonales.

2. La relación entre longitud y anchura de la planta del edificio no excederá 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 anchura satisfaga esta restricción y cada tramo resista según el criterio que marca la Sección 7 de las presentes normas.

3. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será de más de 3 pisos ni mayor de 9 m.

### **3.7.3 Análisis Estático**

Se podrá usar el método estático de la Sección 8 para las siguientes estructuras:

1 Estructuras regulares que no pasen de 60 m de alto, con un sistema estructural para resistir fuerzas horizontales contenido dentro de los sistemas dados en la Tabla 6.1.

2. Estructuras irregulares que no pasen de 5 pisos ni de 20 m de alto, excepto por lo indicado en el punto 2 de la Sección 3.7.4.

3. Estructuras que tengan una porción superior flexible soportada en una porción inferior rígida donde ambas porciones de la estructura consideradas separadamente pueden ser clasificadas como regulares, la rigidez de entrepiso promedio de la porción inferior es cuando menos 10 veces la rigidez de entrepiso promedio de la porción superior y el periodo de la estructura completa no es mayor que 1.1 veces el periodo de la porción superior considerada como una estructura separada empotrada en su base.

### **3.7.4 Análisis Dinámico**

Se usarán los métodos dinámicos de la Sección 9 para diseñar todas las demás estructuras, incluyendo las siguientes:

1. Estructuras de más de 60 m de alto.

2. Estructuras que tengan una irregularidad vertical en rigidez, peso o geométrica del Tipo 1, 2 o 3 como se definen en la Tabla 3.2, o estructuras que tengan características de irregularidad no descritas en la Tabla 3.2 o en la Tabla 3.3.

3. Estructuras de más de 5 pisos o 20 m de alto que no tengan el mismo sistema estructural a lo largo de toda su altura.

4. Estructuras, regulares o irregulares, con un periodo mayor de 0.7 segundos localizadas sobre suelos de arcilla blanda con profundidad mayor que 12 metros caracterizado por una velocidad de propagación de ondas de corte menor que 150 metros por segundo. El análisis incluirá la interacción suelo-estructura y se utilizará un espectro de diseño que considere los efectos de los suelos en el sitio, el cual deberá ser autorizado previamente por la Dirección General de Obras Públicas.

### **3.8 Limitaciones de los Sistemas**

#### **3.8.1 Discontinuidad**

Estructuras con una discontinuidad en capacidad, la irregularidad vertical Tipo 5 como se define en la Tabla 3.2, no serán de más de 2 pisos ni de 9 m de altura cuando el entrepiso débil tiene una resistencia de menos del 65 por ciento del entrepiso que le sigue arriba.

EXCEPCIÓN: Cuando el entrepiso débil es capaz de resistir una fuerza sísmica horizontal total de  $Q$  veces la fuerza de diseño prescrita en la Sección 8.

#### **3.8.2 Sistemas Estructurales No Definidos**

Para los sistemas estructurales no definidos deberá probarse mediante datos técnicos y de pruebas que establezcan las características dinámicas y demuestren que la resistencia a fuerzas horizontales y la capacidad de absorción de energía son equivalentes a sistemas contenidos en la Tabla 6.1 para utilizar valores  $Q$  equivalentes.

#### **3.8.3 Características de Irregularidad**

Todas las estructuras que tengan características de irregularidad, descritas en la Tabla 3.2 o 3.3, serán diseñadas para cumplir con especial cuidado los requisitos de las secciones referenciadas en las notas de estas tablas.

## **4 ESPECTROS PARA DISEÑO SÍSMICO**

### **4.1 Espectros de Diseño**

Cuando se aplique el análisis dinámico modal que se especifica en la Sección 9 de estas normas, se adoptarán las siguientes hipótesis para el análisis de la estructura:

La ordenada del espectro de pseudoaceleraciones para diseño sísmico,  $S_a$ , expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, está dada por las siguientes expresiones:

$$S_a = (1 + 1.5T / T_a) \cdot c / 2.5 \quad \text{para } T < T_a$$

$$S_a = c \quad \text{para } T_a \leq T \leq T_b$$

$$S_a = c \cdot (T_b / T)^r \quad \text{para } T > T_b$$

T es el período natural de interés; T, T<sub>a</sub> y T<sub>b</sub> están expresados en segundos; c es el coeficiente sísmico, y r un exponente que depende del tipo de suelo en que se halla la estructura.

Los valores de T<sub>a</sub>, T<sub>b</sub> y r dependen de las características del suelo del sitio en que se encuentra la estructura. Sus valores se consignan en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Valores de T<sub>a</sub>, T<sub>b</sub> y r**

Tipo de Suelo*	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	r
I	0.15	0.50	2/3
II	0.15	0.80	2/3
III	0.20	1.10	2/3

\* ver Sección 3.2

## 4.2 Coeficiente de Diseño Sísmico

El coeficiente sísmico c de acuerdo al Artículo 111 del Reglamento se tomará igual a

$$c = 0.36$$

Salvo que: para las estructuras del subgrupo A1 y del subgrupo A2 se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento, por lo que el espectro de diseño para las estructuras de estos subgrupos se construirá utilizando c = 0.54; y para las estructuras del subgrupo A3 se incrementará el coeficiente sísmico en 30 por ciento, por lo que el espectro de diseño para las estructuras de este subgrupo se construirá utilizando c = 0.468.

## 5 REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS

### 5.1 Factor Reductivo

Con fines de diseño, cuando se emplee el método de análisis dinámico modal de la Sección 9, las fuerzas sísmicas se podrán reducir dividiéndolas entre el factor reductivo Q'. En el diseño sísmico de estructuras regulares Q' se calculará como sigue:

$$Q' = Q \quad \text{para } T \geq T_a \text{ o si se desconoce } T$$

$$Q' = 1 + (T / T_a) (Q - 1) \quad \text{para } T < T_a$$

T se tomará igual al periodo natural de vibración del modo que se considere,  $T_a$  es un periodo característico del espectro de diseño y Q es el factor de comportamiento sísmico que se definen en las Secciones 4 y 6 respectivamente.

## 5.2 Modificación por Irregularidad Estructural

### 5.2.1 Modificación por Irregularidad Estructural Vertical

En el diseño sísmico de las estructuras que contengan una o más de las irregularidades verticales indicadas en la Tabla 3.2, se multiplicará por 0.8 el valor de  $Q'$ , excepto cuando existan también irregularidades horizontales en cuyo caso  $Q'$  se multiplicará por un valor de 0.75.

### 5.2.2 Modificación por Irregularidad Estructural Horizontal

En el diseño sísmico de las estructuras que contengan una o más de las irregularidades horizontales indicadas en la Tabla 3.3, se multiplicará por 0.8 el valor de  $Q'$ , excepto cuando existan también irregularidades verticales en cuyo caso  $Q'$  se multiplicará por un valor de 0.75.

## 5.3 Cálculo de Deformaciones

Las deformaciones se calcularán multiplicando por Q las causadas por las fuerzas sísmicas reducidas.

## 5.4 Dispositivos Especiales

Cuando se adopten dispositivos especiales capaces de disipar energía, producir amortiguamiento o aislar los efectos sísmicos, podrán emplearse criterios de diseño sísmico que difieran de los aquí especificados pero congruentes con ellos, si se demuestra a satisfacción de la Dirección General de Obras Públicas tanto la eficacia de los dispositivos o soluciones estructurales como la validez de los valores del amortiguamiento y de Q que se propongan.

## 6 FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

### 6.1 Factor de Comportamiento Sísmico Q

Los factores de comportamiento sísmico, Q, a que se refieren la Sección 5 de estas normas y el Artículo 112 del Reglamento, se proporcionan en la Tabla 6.1 para los diferentes tipos de sistemas estructurales.

**Tabla 6.1—Sistemas Estructurales**

SISTEMA ESTRUCTURAL	SISTEMA PARA RESISTIR FUERZAS LATERALES	FACTOR DE	LIMITE DE
---------------------	---	-----------	-----------

TURAL BÁSICO	DESCRIPCIÓN	COMPORTAMIENTO Q	ALTURA (m)
1. Sistema de Muros de Carga (Sección 3.5.2)	<p>1. Muros de concreto reforzado que no cumplen en algún entrepiso con las especificaciones para los sistemas de muros de cortante pero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias para el diseño de elementos de concreto reforzado.</p> <p>2. Muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dalas, columnas o vigas de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias respectivas.</p> <p>3. Muros de mampostería de piezas huecas, confinadas o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las normas complementarias respectivas.</p> <p>4. Muros formados por duelas de madera horizontales o verticales combinados con elementos diagonales de madera maciza para estructuras de tres pisos o menos.</p>	<p>2.00</p> <p>2.00</p> <p>1.50</p> <p>2.00</p>	<p>45</p> <p>13 (4 pisos)</p> <p>13 (4 pisos)</p> <p>9 (3 pisos)</p>
2. Sistema de Muros de Cortante (Sección 3.5.3)	1. Muros de cortante de concreto reforzado que cumplen con los requisitos que fijan las normas complementarias correspondientes (ACI) para muros dúctiles de concreto reforzado para zona sísmica severa y su cimentación satisface los requisitos de las normas complementarias respectivas.	3.00	70
3. Sistema de Marcos Contraventados (Sección 3.5.4)	<p>1. Marcos contraventados excéntricamente (EBF) de acero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias respectivas (AISC). Ver Nota 1 y Nota 2.</p> <p>2. Marcos ordinarios contraventados (OBF) de acero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias respectivas. Ver Nota 1 y Nota 2.</p>	<p>3.33</p> <p>2.60</p> <p>3.00</p>	<p>70</p> <p>45</p> <p>70</p>

	<p><b>3.</b> Marcos especiales contraventeados concéntricamente (SCBF) de acero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias respectivas. Ver Nota 1 y Nota 2.</p> <p><b>4.</b> Marcos de madera contraventeados.</p>	1.50	13
<p><b>4.</b> Sistema de Marcos Resistentes a Momento (Sección 3.5.5)</p>	<p><b>1.</b> Marcos especiales resistentes a momento (SMRF) de acero que satisfacen los requisitos para marcos dúctiles que fijan las normas complementarias correspondientes (AISC) en su capítulo de especificaciones para edificios en zona de alto riesgo sísmico. Ver Nota 2.</p>	4.00	Sin Límite
	<p><b>2.</b> Marcos especiales resistentes a momento (SMRF) de concreto reforzado que satisfacen los requisitos para marcos dúctiles que fijan las normas complementarias correspondientes (ACI) en su capítulo de especificaciones para edificios en zona de alto riesgo sísmico. Ver Nota 2.</p>	4.00	Sin Límite
	<p><b>3.</b> Marcos intermedios resistentes a momento (IMRF) de concreto reforzado que satisfacen los requisitos de las normas complementarias correspondientes. Ver Nota 3.</p>	1.33	15
	<p><b>4.</b> Marcos ordinarios resistentes a momento (OMRF) de acero que satisfacen los requisitos de las normas complementarias correspondientes.</p>	2.00	45
<p><b>5.</b> Sistemas Mixtos (Sección 3.5.6)</p>	<p><b>1.</b> Muros de cortante de concreto reforzado con marcos especiales resistentes a momento de acero o de concreto reforzado. (2.1) con (4.1) o (4.2).</p>	4.00	Sin Límite
	<p><b>2.</b> Muros de cortante de concreto reforzado con marcos ordinarios resistentes a momento de acero. (2.1) con (4.4).</p>	2.00	45
	<p><b>3.</b> Muros de cortante de concreto reforzado con marcos intermedios resistentes a</p>	1.33	15

	momento de concreto reforzado. (2.1) con (4.3). Ver Nota 3.	4.00	Sin Límite
	4. Marcos contraventeados excéntricamente de acero con marcos especiales resistentes a momento de acero. (3.1) con (4.1)	2.00	45
	5. Marcos contraventeados excéntricamente de acero con marcos ordinarios resistentes a momento de acero. (3.1) con (4.4).	3.00	70
	6. Marcos ordinarios contraventeados de acero con marcos especiales resistentes a momento de acero. (3.2) con (4.1).	2.00	45
	7. Marcos ordinarios contraventeados de acero con marcos ordinarios resistentes a momento de acero. (3.2) con (4.4).	3.60	Sin Límite
	8. Marcos especiales contraventeados concéntricamente de acero con marcos especiales resistentes a momento de acero. (3.3) con (4.1).	2.00	45
	9. Marcos especiales contraventeados concéntricamente de acero con marcos ordinarios resistentes a momento de acero. (3.3) con (4.4).		

**Nota 1:** En cada entrepiso los marcos sin los contravientos deberán ser capaces de resistir cuando menos 25 por ciento de la fuerza sísmica actuante.

**Nota 2:** Si hay muros ligados a la estructura en la forma especificada en el caso I del Artículo 110 del Reglamento, éstos se deben tener en cuenta en el análisis, pero su contribución a la capacidad ante fuerzas laterales sólo se tomará en cuenta si estos muros son de piezas macizas, y los marcos, sean o no contraventeados, son capaces de resistir al menos 80 por ciento de las fuerzas laterales sin la contribución de los muros de mampostería.

**Nota 3:** Se usará solo para estructuras desocupadas que no son accesibles al público en general.

## 6.2 Sistemas Estructurales Prohibidos

A continuación se da una lista de algunos sistemas estructurales que no cuentan con la capacidad necesaria para resistir fuerzas sísmicas de importancia y por consecuencia se prohíbe su uso para dicho fin:

1. Sistema de muros de carga hechos de adobe.
2. Sistema de marcos contraventeados de concreto reforzado.
3. Sistema de marcos ordinarios resistentes a momento (OMRF) de concreto reforzado.
4. Sistema de losas sin vigas. Un sistema de losas sin vigas invariablemente deberá tener integrado uno de los sistemas estructurales indicados en la Tabla 6.1 capacitado para resistir la totalidad de las fuerzas sísmicas especificadas en estas normas. Podrán usarse sistemas de losas con vigas perdidas en el espesor de la losa cuando en cada eje de columnas exista una viga ancha que se detalle para cumplir con las especificaciones para marcos dúctiles que fijan las normas complementarias correspondientes (ACI) en su capítulo de especificaciones para edificios en zona de alto riesgo sísmico, y cumple con todas las especificaciones que aquí se establecen, en particular las referentes a deformaciones laterales. Aun así, en este último caso, estos edificios con vigas anchas perdidas en el espesor de la losa no serán de más de 2 pisos ni mayores de 9 m de altura.

### **6.3 Sistemas Estructurales No Definidos**

Para los sistemas estructurales no definidos se usará  $Q = 1$  a menos que se proceda como se indica en la Sección 3.8.2, a satisfacción de la Dirección General de Obras Públicas.

### **6.4 Combinaciones de Sistemas Estructurales**

#### **6.4.1 Combinaciones en Diferentes Direcciones**

Cuando una estructura tiene un sistema de muros de carga en solamente una dirección, el valor de  $Q$  usado para el diseño en la dirección ortogonal no será mayor que el valor de  $Q$  usado para el sistema de muros de carga.

Se puede usar en dos direcciones ortogonales, cualquier combinación de sistemas de muros de carga, sistemas de muros de cortante, sistemas de marcos contraventeados, sistemas de marcos resistentes a momento o sistemas mixtos en estructuras que tengan menos de 45 m de altura. Solamente se usarán combinaciones de sistemas mixtos en una dirección y marcos especiales resistentes a momento en la dirección ortogonal en estructuras que excedan de 45 m de altura.

#### **6.4.2 Combinaciones en la Misma Dirección**

Con excepción de los sistemas mixtos cuyo valor de Q se proporciona en la Tabla 6.1, para todos los demás casos de combinaciones de diferentes sistemas estructurales utilizados para resistir fuerzas horizontales en la misma dirección, el valor de Q usado en esa dirección no será mayor que el menor valor de cualquiera de los sistemas utilizados en dicha dirección.

## **7 MÉTODO SIMPLIFICADO**

### **7.1 Método Simplificado de Análisis**

Se podrá usar el método simplificado de análisis en edificios que cumplan los requisitos indicados en la Sección 3.7.2. Para aplicar este método se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Se verificará únicamente que en cada piso 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 piso, calculada según se especifica en la Sección 8 de las presentes normas, pero empleando los siguientes coeficientes sísmicos reducidos para construcciones del grupo B:

1. Para muros de piezas macizas de mampostería o de concreto reforzado	0.225
2. Para muros de mampostería de piezas huecas o sistemas de muros formados por duelas de madera verticales u horizontales arriostradas con elementos de madera maciza	0.30

Cuando se trate de construcciones clasificadas en los subgrupos A1 y A2 los coeficientes de arriba habrán de multiplicarse por 1.5; y cuando se trate de construcciones del subgrupo A3 los coeficientes se multiplicarán por 1.3.

Los coeficientes proporcionados en esta sección, para la aplicación del método simplificado de análisis toman en cuenta la reducción por comportamiento del sistema estructural y las características del terreno por lo que las fuerzas sísmicas calculadas por este método no deben sufrir reducciones adicionales.

## **8 ANÁLISIS ESTÁTICO**

### **8.1 General**

Las estructuras serán diseñadas para resistir fuerzas sísmicas provenientes de cualquier dirección horizontal.

### **8.2 Cortante Basal de Diseño**

La fuerza sísmica total o cortante basal de diseño en una dirección dada será determinado utilizando la siguiente formula:

$$V_o = ( c / Q ) W_o \quad (8.1)$$

donde  $V_o$  es la fuerza lateral total de diseño o cortante en la base del edificio, llamado también cortante basal,  $W_o$  es el peso total de la construcción arriba de la base del edificio, incluyendo las cargas muertas y no menos del 50% de las cargas vivas máximas que fijan los Capítulos II y III respectivamente del Título VI del Reglamento,  $Q$  es el factor de comportamiento sísmico que se fija en la Sección 6 de estas normas y  $c$  es el coeficiente sísmico que establece el Artículo 111 del Reglamento y que también se da en la Sección 4.2 de estas normas.

### 8.3 Reducción de las Fuerzas Cortantes

Podrán adoptarse fuerzas cortantes menores que las calculadas según el inciso anterior, siempre que se tome en cuenta el valor aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura, de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

**1. Método A:** El periodo fundamental de vibración,  $T$ , puede ser aproximado utilizando la siguiente fórmula:

$$T = C_t ( h_n )^{3/4} \quad (8.2)$$

donde

$C_t = 0.085$  para marcos de acero resistentes a momento.

$C_t = 0.073$  para marcos de concreto reforzado resistentes a momento y marcos de acero contraventeados excéntricamente.

$C_t = 0.049$  para todos los demás edificios.

$h_n$  = altura del edificio en metros.

Alternativamente, el valor de  $C_t$  para estructuras con muros de cortante de concreto o mampostería puede ser tomado como  $0.074 / \sqrt{A_c}$  ( $A_c$  en  $m^2$ ).

El valor de  $A_c$  será determinado de la siguiente fórmula:

$$\boxed{\hspace{15em}} \quad (8.3)$$

El valor de  $D_e / h_n$  usado en la Fórmula (8.3) no excederá de 0.9.

**2. Método B:** El periodo fundamental de vibración, T, puede ser calculado usando las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes en un análisis establecido apropiadamente. Este requerimiento puede ser satisfecho si se usa la siguiente fórmula:

$$\boxed{\phantom{V_o = (S_a / Q) W_o}} \quad (8.4)$$

donde  $W_i$  es el peso de la masa del nivel  $i$ , los valores de  $f_i$ , representan cualquier fuerza horizontal distribuida aproximadamente de acuerdo con los principios de las Fórmulas (8.6), (8.7) y (8.8) o cualquier otra distribución racional,  $\delta_i$  es el correspondiente desplazamiento en la dirección de la fuerza, y  $g$  es la aceleración de la gravedad. El valor de T calculado con el Método B no será más del 35 por ciento mayor que el valor de T obtenido con el Método A.

Si T es mayor que  $T_b$  el cortante basal total de diseño en la dirección del análisis será determinado utilizando la siguiente fórmula:

$$V_o = (S_a / Q) W_o \quad (8.5)$$

calculándose  $S_a$  como se especifica en la Sección 4.1. Además,  $S_a$  no se tomará menor de  $c/3$ .

## 8.4 Modificación por Irregularidad Estructural

### 8.4.1 Modificación por Irregularidad Estructural Vertical

En el diseño sísmico de las estructuras que contengan una o más de las irregularidades verticales indicadas en la Tabla 3.2, se multiplicará por 0.8 el valor de Q, excepto cuando existan también irregularidades horizontales en cuyo caso Q se multiplicará por un valor de 0.75.

### 8.4.2 Modificación por Irregularidad Estructural Horizontal

En el diseño sísmico de las estructuras que contengan una o más de las irregularidades horizontales indicadas en la Tabla 3.3, se multiplicará por 0.8 el valor de Q, excepto cuando existan también irregularidades verticales en cuyo caso Q se multiplicará por un valor de 0.75.

## 8.5 Cálculo de Deformaciones

Las deformaciones se calcularán multiplicando por Q las causadas por las fuerzas sísmicas que se especifican en esta sección.

## 8.6 Distribución Vertical de las Fuerzas Sísmicas

La fuerza total será distribuida sobre la altura de la estructura conforme a las Fórmulas (8.6), (8.7) y (8.8) en la ausencia de un procedimiento más riguroso.

$$\boxed{\phantom{F_t = 0.07 T V_o}} \quad (8.6)$$

$F_t$  es la porción del cortante basal,  $V_o$ , que deberá considerarse concentrada en la parte superior de la estructura, en adición a la fuerza  $F_n$  que le corresponde a dicho nivel de acuerdo a la Fórmula (8.8), y será determinada con la siguiente fórmula:

$$F_t = 0.07 T V_o \quad (8.7)$$

La fuerza  $F_t$  no necesita exceder de  $0.25 V_o$  y puede considerarse cero cuando  $T$  es 0.7 segundos o menos, la porción restante del cortante basal será distribuida sobre la altura de la estructura, incluyendo el último nivel o nivel  $n$ , de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\boxed{\phantom{F_t = 0.07 T V_o}} \quad (8.8)$$

En cada nivel designado como nivel  $x$ , la fuerza  $F_x$  será aplicada sobre el área del edificio de acuerdo con la distribución de masas en ese nivel. Los esfuerzos en cada elemento estructural serán calculados con los efectos que resulten de aplicar las fuerzas  $F_x$  y  $F_t$  en los niveles apropiados arriba de la base.

### 8.7 Péndulos Invertidos

En el análisis de péndulos invertidos (estructuras en que 50 por ciento o más de su masa se halle en el extremo superior y tengan un solo elemento resistente en la dirección de análisis o una sola hilera de columnas perpendicular a ésta), además de la fuerza lateral estipulada se tendrán en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior asociadas al giro de dicha masa con respecto a un eje horizontal normal a la dirección de análisis y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente. El efecto de dichas aceleraciones se tomará equivalente a un par aplicado en el extremo superior del elemento resistente, cuyo valor es  $1.5 F_i \frac{r_o}{\delta} \theta$  siendo  $F_i$  la fuerza lateral actuante sobre la masa de acuerdo con la Sección 8.2,  $r_o$  el radio de giro de dicha masa con respecto al eje horizontal en cuestión y  $\theta$  y  $\delta$  el giro y el desplazamiento lateral, respectivamente, del extremo superior del elemento resistente bajo la acción de la fuerza lateral  $F_i$ . Para este tipo de estructuras se usará un factor de comportamiento sísmico  $Q = 1$ .

### 8.8 Apéndices

Para evaluar las fuerzas sísmicas que obran en tanques, equipos, elementos no estructurales, apéndices y demás elementos cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto del edificio, se supondrá actuando sobre el elemento en cuestión la distribución de aceleraciones que le correspondería si se apoyara directamente sobre el terreno, multiplicada por  $(1 + 4c'/c)$  donde  $c'$  es el factor por el que se multiplican los pesos a la altura de desplante del elemento cuando se valúan las fuerzas laterales sobre la construcción. Se incluyen en este requisito los parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos y otros apéndices. Se incluyen, asimismo, los elementos sujetos a esfuerzos que dependen principalmente de su propia aceleración (no de la fuerza cortante ni del momento de volteo), como las losas que transmiten fuerzas de inercia de las masas que soportan.

## **8.9 Distribución Horizontal del Cortante**

El cortante de piso de diseño,  $V_x$ , en cualquier entrepiso es la suma de las fuerzas  $F_t$  y  $F_x$  arriba de ese entrepiso.  $V_x$  será distribuido entre todos los elementos del sistema vertical para resistir fuerzas laterales en proporción a sus rigideces, considerando la rigidez del diafragma.

### **8.9.1 Excentricidad accidental**

Cuando los diafragmas no son flexibles, la masa en cada nivel se considerará que está desplazada del centro de masas calculado, para uno y otro lado, una distancia igual al 5 por ciento de la dimensión del edificio en ese nivel en la dirección perpendicular a la fuerza bajo consideración. El efecto de ese desplazamiento en la distribución del cortante de piso será considerado, utilizándose para cada elemento el caso más desfavorable.

### **8.9.2 Diafragma flexible**

Los diafragmas serán considerados flexibles para propósitos de distribución del cortante de piso y el momento torsionante cuando la deformación lateral máxima del diafragma es más de dos veces la distorsión promedio del propio entrepiso. Esto puede ser determinado comparando la deflexión en su plano del diafragma bajo carga lateral calculada para su punto medio, con la distorsión de entrepiso de los elementos resistentes verticales adyacentes sujetos a una carga lateral tributaria equivalente.

## **8.10 Momentos Torsionantes Horizontales**

Se considerará el incremento en cortantes que resulten de la torsión horizontal cuando los diafragmas no son flexibles. La combinación de cargas más severa para cada elemento será considerada para diseño.

El momento torsionante de diseño para un entrepiso dado será el momento resultante de las excentricidades entre las fuerzas laterales de diseño aplicadas en

los niveles arriba de ese entrepiso y los elementos resistentes verticales en ese entrepiso más una torsión accidental.

El momento torsionante accidental será determinado asumiendo que la masa está desplazada como es requerido por la Sección 8.9.

Cuando existe irregularidad torsional, como está definida en la Tabla 3.3, sus efectos se tomarán en cuenta incrementando la torsión accidental en cada nivel por un factor de amplificación,  $A_x$ , determinado con la siguiente fórmula:

$$\delta_{\text{prom}} = \frac{\delta_{\text{max}}}{A_x} \quad (8.9)$$

donde

$\delta_{\text{prom}}$  = el promedio de los desplazamientos en los puntos extremos de la estructura en el Nivel  $x$

$\delta_{\text{max}}$  = el desplazamiento máximo en el Nivel  $x$

El valor de  $A_x$  no necesita exceder 3.0.

## 8.11 Momento de Volteo

### 8.11.1 General

Cada estructura será diseñada para resistir los efectos de volteo causados por las fuerzas especificadas en la Sección 8.6. En cualquier nivel, el momento de volteo que debe ser resistido será determinado usando aquellas fuerzas sísmicas ( $F_t$  y  $F_x$ ) que actúan en los niveles arriba del nivel bajo consideración. En cualquier nivel los cambios incrementales del momento de volteo de diseño serán distribuidos entre todos los elementos resistentes en la manera prescrita en la Sección 8.9. Los efectos de volteo en cada elemento serán llevados hasta la cimentación.

### 8.11.2 Elementos Discontinuos

Cuando un elemento resistente a fuerzas laterales es discontinuo, como es el caso en la irregularidad vertical Tipo 4 en la Tabla 3.2 o la irregularidad horizontal Tipo 4 en la Tabla 3.3, las columnas que soportan este tipo de elementos discontinuos tendrán suficiente capacidad para resistir la fuerza axial resultante de las siguientes combinaciones de carga, además de todas las otras combinaciones de carga aplicables:

$$1.0 D + 0.8 L + Q E$$

$$0.85 D \pm Q E$$

donde D es el efecto de la carga muerta, L es el efecto de la carga viva, Q es el factor de comportamiento sísmico y E es el efecto debido a las fuerzas sísmicas.

1. Las fuerzas axiales en este tipo de elementos no necesitan exceder la capacidad de los elementos de la estructura que le transfieren las cargas mencionadas a la columna.

2. Estas columnas cumplirán con el detallamiento y especificaciones siguientes:

Para concreto reforzado: el capítulo de especificaciones para edificios en zona de alto riesgo sísmico de las normas complementarias correspondientes (ACI).

Para acero: el capítulo de especificaciones para edificios en zona de alto riesgo sísmico de las normas complementarias correspondientes (AISC).

### **8.11.3 Esfuerzos en el Suelo**

En edificios regulares, el momento de volteo en la base de la cimentación podrá ser determinado omitiendo la fuerza  $F_t$  o utilizando el 80 por ciento del momento de volteo completo, el valor que resulte mayor. En péndulos invertidos no se permite reducción de momento de volteo.

## **8.12 Límites para la Distorsión de Entrepiso**

### **8.12.1 Definición**

Distorsión de entrepiso es el desplazamiento relativo de un nivel con respecto al nivel de arriba o de abajo debido a las fuerzas laterales de diseño multiplicadas por el factor Q como se indica en la Sección 8.5. La distorsión de entrepiso deberá incluir las deflexiones debidas a los efectos traslacionales y torsionales.

### **8.12.2 Distorsión de Entrepiso Permitida**

La distorsión de entrepiso calculada como se indica en la Sección 5.3 y la Sección 8.12.1 no deberá exceder 0.015 ó 0.005Q veces la altura del entrepiso para estructuras que tengan un periodo fundamental de menos de 0.7 segundos. Para estructuras que tengan un periodo fundamental de 0.7 segundos o mayor, la distorsión de entrepiso calculada no excederá 0.011 ó 0.004Q veces la altura del entrepiso.

### **8.12.3 Muros de Mampostería**

Cuando en el entrepiso existan muros de mampostería, o elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, las distorsiones de los entrepisos, en la

dirección del plano de los muros, no excederán a 0.006 veces la altura de los entrepisos correspondientes. De lo contrario, estos muros deberán estar separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por las deformaciones de ésta, pero al mismo tiempo se tomarán las provisiones para que dichos muros sean capaces de resistir las fuerzas especificadas en la Sección 8.8 de estas normas.

#### **8.12.4 Fachadas**

Paneles exteriores de muros no estructurales o elementos que se adhieren o fijan al exterior del edificio serán diseñados para resistir las fuerzas especificadas en la Sección 8.8 y acomodarán los movimientos que resulten de las fuerzas laterales o cambios de temperatura. Estos elementos deberán estar soportados por medio de colados en el lugar o por conexiones mecánicas de acuerdo a las siguientes estipulaciones:

1. Las conexiones y uniones de paneles permitirán un movimiento relativo entre pisos de no menos que dos veces la distorsión de entrepiso causado por viento, o la distorsión de entrepiso causada por sismo, o 13 mm, la que sea mayor.

2. Las conexiones para permitir movimiento en el plano del panel para acomodar la distorsión de entrepiso serán conexiones deslizables usando agujeros oblongos o de mayor tamaño, o conexiones que permitan el movimiento mediante acero que se doble u otras conexiones que puedan proporcionar un mecanismo equivalente de deslizado y ductilidad.

3. El cuerpo de las conexiones tendrá suficiente ductilidad y capacidad de rotación para descartar la fractura del concreto o una falla frágil en o cerca de las soldaduras.

4. El cuerpo de las conexiones será diseñado para 1.33 veces la fuerza determinada en la Sección 8.8.

5. Todos los sujetadores del sistema de conexión como los tornillos, pasadores, soldaduras y clavijas serán diseñados para cuatro veces la fuerza determinada en la Sección 8.8.

6. Sujetadores embebidos en concreto serán adheridos a, o enganchados alrededor de, acero de refuerzo o sino anclados de tal manera que puedan transferir fuerzas efectivamente al acero de refuerzo.

#### **8.12.5 Revisión por Rotura de Vidrios**

Al revisar con respecto al estado límite por rotura de vidrios se verificará que alrededor de cada tablero de vidrio o cada marco exista una holgura no menor que el desplazamiento relativo entre los extremos del tablero o marco, calculado a

partir de la deformación por cortante de entrepiso y dividido entre  $1+H_v/B_v$ , donde  $B_v$  es la base del tablero o marco y  $H_v$  su altura.

### **8.13 Efectos P**

Deberán tenerse en cuenta explícitamente en el análisis los efectos de segundo orden, esto es, los momentos y cortantes adicionales provocados por las cargas verticales al obrar en la estructura desplazada lateralmente, en toda estructura que contenga distorsiones unitarias de entrepiso que excedan de 0.0075.

### **8.14 Componente Vertical del Sismo**

Cuando una estructura contiene elementos horizontales en voladizo, estos elementos horizontales deberán ser diseñados para una fuerza vertical hacia arriba neta de  $0.18W_p$ , donde  $W_p$  es el peso del elemento horizontal en este caso.

En adición a todas las demás combinaciones de cargas aplicables, los elementos presforzados horizontales serán diseñados usando no más del 50 por ciento de la carga muerta como carga de gravedad, sola o en combinación con los efectos de las fuerzas laterales.

### **8.15 Efectos Bidireccionales**

Los efectos de ambos componentes horizontales del movimiento del suelo se combinarán tomando, en cada dirección en que se analice la estructura, el 100% de los efectos del componente que obra en esa dirección y el 30% de los efectos del que obra perpendicularmente a ella, con los signos que para cada concepto resulten más desfavorables.

### **8.16 Separación de Edificios**

Toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 5 cm. ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.006 de la altura de dicho nivel sobre el terreno. El desplazamiento calculado será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que fijan estas normas, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico marcado también en estas normas, además, se cumplirá con lo estipulado en el Artículo 116 del Reglamento.

## **9 ANÁLISIS DINÁMICO**

### **9.1 General**

Procedimientos de análisis dinámico, cuando se utilicen, se harán conforme a los criterios establecidos en esta sección. El análisis estará basado en una representación apropiada del movimiento del suelo y será efectuado usando

principios de dinámica aceptados. Las estructuras que son diseñadas de acuerdo con esta sección cumplirán con todos los demás requerimientos aplicables de estas normas.

## **9.2 Movimiento del Suelo**

La representación del movimiento del suelo, como mínimo, será una que tenga un 10 por ciento de probabilidad de ser excedida en 50 años y puede ser una de las siguientes:

1. El espectro de respuesta dado en las Secciones 4 y 5 de estas normas.
2. Un espectro de respuesta del sitio específico basado en las características geológicas, tectónicas, sismológicas y del suelo asociadas con el sitio específico. El espectro será desarrollado para un amortiguamiento del 5% a menos que se demuestre que un valor diferente es consistente con el comportamiento estructural anticipado para la intensidad del temblor establecido para el sitio.
3. Acelerogramas de temblores desarrollados para el sitio específico. Los espectros de los acelerogramas se aproximarán, individualmente o en combinación, al espectro de diseño del sitio especificado en el punto anterior.
4. La componente vertical del movimiento del suelo puede ser definida escalando las aceleraciones horizontales correspondientes por un factor de dos tercios. Factores alternativos pueden ser usados cuando sean substanciados por datos del sitio específico.

## **9.3 Modelo Matemático**

Un modelo matemático de la estructura física representará la distribución espacial de la masa y rigidez de la estructura al grado que sea adecuado para calcular las características significantes de su respuesta dinámica. Se usará un modelo tridimensional para el análisis dinámico de estructuras con grandes irregularidades estructurales horizontales como las que se definen en la Tabla 3.3 y que tengan un diafragma rígido o semirígido.

## **9.4 Análisis Modal Espectral**

Si se usa el análisis modal, deberá incluirse el efecto de todos los modos que tengan una contribución significativa a la respuesta estructural total. Esto será satisfecho demostrando que en los modos considerados, cuando menos el 90 por ciento de la masa participante de la estructura está incluida en los cálculos de la respuesta para cada dirección horizontal principal.

Las respuestas máximas modales  $S_i$  (donde  $S_i$  puede ser fuerza cortante, desplazamiento lateral, distorsión, momento de volteo, etc.) serán calculadas usando las ordenadas de la curva del espectro de respuesta apropiado que

corresponden a los periodos modales. Las respuestas máximas modales se combinarán de una manera estadística para obtener una respuesta estructural total aproximada.

Los valores máximos de las fuerzas en los miembros, desplazamientos, fuerzas en cada nivel, cortantes de piso y reacciones en la base para cada modo serán combinadas usando métodos reconocidos. Cuando se usen modelos tridimensionales para el análisis, los efectos de la interacción modal serán considerados al combinar los valores modales máximos.

### **9.5 Análisis Paso a Paso**

Si se emplea el método de cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos, podrá acudirse a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados, o a combinaciones de éstos, siempre que se usen no menos de cuatro movimientos representativos, independientes entre sí, cuyas intensidades sean compatibles con los demás criterios que consignan el Título VI del Reglamento y estas normas, y que se tengan en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura y las incertidumbres que haya en cuanto a sus parámetros.

### **9.6 Escalamiento de Resultados**

En todos los casos de estructuras irregulares, si con el método de análisis dinámico que se haya aplicado se encuentra que, en la dirección que se considera, la fuerza cortante basal  $V_o$  es menor que el valor  $V_o$  calculado con el análisis estático de la Sección 8, se incrementarán todas las fuerzas de diseño y desplazamientos laterales correspondientes en una proporción tal que el  $V_o$  obtenido dinámicamente iguale al Valor  $V_o$  que produce el análisis estático para el periodo fundamental de vibración de la estructura.

En el caso de estructuras regulares solo se requerirá que el escalamiento de resultados se haga en la proporción que a  $V_o$  le haga falta para igualar el 90% del valor de  $V_o$  calculado con el Análisis Estático de la Sección 8, excepto que el cortante basal,  $V_o$ , no será menor que el 80% del que produce el método estático utilizando el periodo,  $T$ , calculado con el Método A.

El valor de  $V_o$  calculado con un método de análisis dinámico no necesita sobrepasar los límites establecidos anteriormente en esta sección ( $V_o$  del análisis estático para estructuras irregulares y  $0.9 V_o$  del análisis estático para estructuras regulares). Todos los correspondientes parámetros de la respuesta dinámica de la estructura, incluyendo deflexiones, fuerzas y momentos en los miembros, podrán ser ajustados proporcionalmente.

### **9.7 Componente Vertical del Sismo**

Los efectos de los movimientos verticales del suelo en cantilivers horizontales y elementos presforzados serán considerados de acuerdo a la Sección 8.14.

Alternativamente, la respuesta sísmica vertical puede ser determinada mediante métodos dinámicos; en ningún caso la respuesta usada para diseño será menor que la obtenida por el método estático.

## **9.8 Torsión**

El análisis incluirá los efectos torsionales, incluyendo los efectos de la torsión accidental especificados en la Sección 8.10. Cuando modelos tridimensionales son usados para el análisis, los efectos de la torsión accidental serán considerados mediante los ajustes apropiados en el modelo como el ajuste en la localización de las masas, o mediante procedimientos estáticos equivalentes como los que se dan en la Sección 8.10.

## **9.9 Efectos Bidireccionales**

Cualquiera que sea el método dinámico de análisis que se emplee, los efectos de los dos componentes ortogonales del movimiento horizontal del suelo se tomarán en cuenta como se indica en la Sección 8.15. Alternativamente, el efecto de dos direcciones ortogonales puede ser combinado en base a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS). Cuando el método SRSS es usado para combinar los efectos direccionales, a cada término calculado se le asignará el signo que producirá el resultado más conservador.

# **10 ANÁLISIS Y DISEÑO DE OTROS TIPOS DE ESTRUCTURAS**

## **10.1 General**

Las presentes normas complementarias sólo son aplicables en su integridad a edificios. Tratándose de otras estructuras se aplicarán métodos de análisis apropiados al tipo de estructura en cuestión siempre que tales métodos respeten las disposiciones de la presente sección, sean congruentes con este cuerpo normativo y reciban la aprobación de la Dirección General de Obras Públicas.

## **10.2 Tanques, Péndulos Invertidos y Chimeneas**

En el diseño de tanques, péndulos invertidos y chimeneas las fuerzas internas debidas al movimiento del terreno en cada una de las direcciones en que se analice se combinarán con el 50% de las que produzca el movimiento del terreno en la dirección perpendicular a ella, tomando estas últimas con el signo que para cada elemento estructural resulte más desfavorable.

En el diseño de tanques deberán tenerse en cuenta las presiones hidrostáticas y las hidrodinámicas del líquido almacenado así como los momentos que obren en el fondo del recipiente.

En la Tabla 10.1 se proporcionan algunos factores de comportamiento sísmico,  $Q$ , para otros tipos de estructuras.

**Tabla 10.1 Otros Tipos de Estructuras**

<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>FACTOR DE COMPORTAMIENTO Q</b>
1. Contenedores, incluyendo tanques y esferas presurizadas, en patas contraventeadas o sin contraventear.	1.00
2. Silos y chimeneas de concreto reforzado coladas en el sitio con muros continuos hasta la cimentación.	1.70
3. Estructuras tipo cantiliver vertical con masa distribuida como son las chimeneas y los silos.	1.33
4. Torres a base de armaduras (autosoportables o con retenidas), chimeneas con retenidas.	1.00
5. Estructuras tipo péndulo invertido.	1.70
6. Torres de enfriamiento.	1.33
7. Tolvas en patas contraventeadas o sin contraventear.	1.70
8. Anuncios y letreros.	1.00
9. Estructuras para juegos.	
10. Monumentos.	

### 10.3 Muros de Retención

Los empujes que ejercen los rellenos sobre los muros de retención, debidos a la acción de los sismos, se valuarán suponiendo que el muro y la zona de relleno por encima de la superficie critica de deslizamiento se encuentran en equilibrio límite

bajo la acción de las fuerzas debidas a carga vertical y a una aceleración horizontal igual a  $c/1.5$  veces la gravedad para muros de mampostería, y  $c/2$  veces la gravedad para muros de concreto reforzado. Podrán asimismo emplearse procedimientos diferentes siempre que sean previamente aprobados por la Dirección General de Obras Públicas.

## **11 SUPERVISIÓN ESTRUCTURAL**

### **11.1 Supervisión Estructural Especializada**

Mediante la autorización por escrito de la Dirección General de Obras Públicas, para estructuras que tengan un periodo fundamental mayor de 0.7 segundos, se podrán reducir en un diez por ciento las fuerzas sísmicas de diseño especificadas en las Secciones 8, 9 y 10 de estas normas, si se cumple con lo siguiente:

1. El Proyecto estructural será diseñado por un Perito especializado en seguridad estructural autorizado por la Dirección General de Obras Públicas.

2. Para el trámite del permiso de construcción de la Obra se entregará a la Dirección General de Obras Públicas además de lo estipulado en los Artículos 99 y 150 del Reglamento, un contrato firmado por un Perito especializado en seguridad estructural, de preferencia el diseñador de la cimentación y la estructura, donde se contratan los servicios profesionales de éste para supervisar la totalidad de la fabricación y construcción de todos los elementos del Proyecto estructural.

Dicho contrato deberá contener el programa detallado de los servicios de supervisión, incluyendo los gastos previstos para las pruebas de laboratorio necesarias para el control de calidad de la Obra.

Será responsabilidad del Perito supervisor inspeccionar oportunamente las cimbras y los armados de los elementos estructurales que van a ser colados. Asentará en bitácora la aceptación de cada etapa de la Obra autorizando con su firma la continuación de cada proceso.

El Perito especializado contratado para la supervisión quedará obligado a entregar a la Dirección General de Obras Públicas un reporte semanal donde se describa el desarrollo de la Obra anexándole copias de los resultados de las pruebas de control de calidad y de la bitácora de la Obra.

## **12 REFERENCIAS**

Uniform Building Code - Structural Engineering Design Provisions, International Conference of Building Officials, Whittier, California, U.S.A., 1994.

Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural (ACI 318-95) y Comentarios, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México, D.F., 1997.

Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction, Ninth Edition, Chicago, Illinois, U.S.A., 1991.

Manual of Steel Construction - Load & Resistance Factor Design, American Institute of Steel Construction, Second Edition, Chicago, Illinois, U.S.A., 1994.

Manual de Diseño de Obras Civiles - Diseño por Sismo, Comisión Federal de Electricidad, México, D.F., 1993.

## **NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR VIENTO**

### **1 INTRODUCCIÓN**

Todo edificio o estructura y cada uno de sus elementos y componentes deberán diseñarse y construirse para resistir los efectos del viento determinados de acuerdo con los requisitos de estas Normas. El viento se supondrá actuando en cualquier dirección horizontal. No se considerará ninguna reducción de la presión del viento por la protección de estructuras adyacentes.

Las estructuras sensibles a efectos dinámicos, tales como los edificios con una relación entre altura y la menor dimensión en planta mayor de cinco, las estructuras sensibles a oscilaciones producidas por viento, como es la generación de vórtices, y los edificios con una altura mayor de 120 metros, deberán diseñarse de acuerdo a las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

En general, cualquier estructura podrá diseñarse de acuerdo a las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, utilizando, por supuesto, las velocidades de viento que en dichas recomendaciones se especifican para la ciudad de Guadalajara.

### **2 DEFINICIONES**

**VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO** es la velocidad de viento de la milla más rápida asociada con una probabilidad anual de 0.02, medida en un punto a 10 metros sobre el nivel del terreno para una superficie con categoría de exposición C.

**EXPOSICIÓN B** categoría de exposición en una zona con edificios, bosques ó irregularidades superficiales que cubren un 20 por ciento del área que se extiende 1.6 kilómetros ó más del sitio.

**EXPOSICIÓN C** categoría de exposición en una zona con terreno plano y en general abierto que se extiende 0.8 kilómetros o más del sitio en un cuadrante completo.

**VELOCIDAD DE VIENTO DE LA MILLA MAS RÁPIDA** es la velocidad sostenida máxima promedio de viento basada en el tiempo requerido para que una muestra de aire de una milla de longitud pase por un punto fijo.

**ABERTURAS** son los vanos y huecos en los muros exteriores de la estructura. Todas las puertas y ventanas así como otros vanos deberán considerarse como aberturas a menos que tales aberturas y sus marcos se detallen y diseñen de manera específica para resistir las cargas en elementos y componentes de acuerdo con las recomendaciones de estas Normas.

**ESTRUCTURA O ENTREPISO PARCIALMENTE CERRADO** es una estructura o nivel que tiene más del 15 por ciento de proyección de área abierta en barlovento y en la cual el área de las aberturas en otras proyecciones de área es menor a la mitad de la proyección de barlovento.

**ESTRUCTURA O ENTREPISO ABIERTO** se considera estructura abierta a la que tenga 85 por ciento o más de aberturas en todos sus lados, con respecto a toda su superficie exterior.

### 3 NOMENCLATURA

Los siguientes símbolos y notaciones se aplican a las recomendaciones de estas Normas.

$C_e$	=	Coeficiente combinado de altura, exposición, y factor de ráfaga y que se presenta en la Tabla B.
$C_q$	=	Coeficiente de presión para la estructura ó una parte de ella según se indica en la Tabla D.
$I_w$	=	Factor de importancia que se muestra en la Tabla C.
$P_a$	=	Presión de diseño por viento, kg/m <sup>2</sup> .
$r$		
$q_s$	=	presión estática de viento a la altura estándar de 10 metros que se presenta en la Tabla A.

### 4 VELOCIDAD BÁSICA DE VIENTO

La velocidad básica mínima de viento, como se especifica en el Artículo 121 del Reglamento de Construcción del Municipio de San Cristobal de la Barranca, no deberá de ser menor a 125 km/h. En áreas designadas como especiales por la Dirección General de Obras Públicas ó en donde los registros y el terreno indiquen velocidades mayores de viento para un periodo de retorno de 50 años, estos valores mayores se considerarán como los valores de velocidad básica mínima del viento.

## 5 EXPOSICIÓN

Un grado de exposición deberá ser asignado a cada sitio para el que una estructura ó edificio se vaya a diseñar.

## 6 PRESIONES DE VIENTO PARA DISEÑO

Las presiones de diseño por viento para edificios y estructuras, así como sus elementos y componentes, deberán determinarse para cualquier altura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = C_e C_q q_s I_w \quad (1)$$

## 7 MARCOS PRIMARIOS Y SISTEMAS RESISTENTES A CARGAS

### 7.1 Generalidades

Los marcos primarios ó sistemas resistentes a las cargas de toda estructura deberán diseñarse para las presiones calculadas empleando la Ecuación 1 y los coeficientes de presión  $C_q$  obtenidos de cualquiera de los métodos de diseño 1 ó 2 que se presentan a continuación .Además, el diseño de la estructura completa y su sistema primario de resistencia a las cargas deberán cumplir las disposiciones de diseño estructural del Reglamento.

El momento de volteo en la base de la estructura, ó de cualquiera de sus elementos primarios resistentes a cargas laterales, no deberá exceder de dos tercios del momento resistente debido a carga muerta. Para una estructura completa con una relación de altura a ancho de 0.5 ó menor en la dirección del viento y con una altura máxima de 18 metros, la combinación de los efectos de levantamiento y volteo podrán ser reducidos en un tercio. El peso del relleno sobre la cimentación se podrá emplear en el cálculo de los momentos resistentes por carga muerta.

### 7.2 Método 1 ( Método de las Fuerzas Normales )

El método 1 deberá ser utilizado para el diseño de marcos rígidos con cubiertas inclinadas, aunque también podrá ser usado para cualquier estructura. En el método de las fuerzas normales, la presión del viento deberá suponerse actuando perpendicularmente a todas las superficies exteriores en forma simultánea. Para la presión en las cubiertas y en muros de sotavento,  $C_e$  deberá calcularse a la altura media de la cubierta.

### 7.3 Método 2 ( Método del Área Proyectada )

El método 2 podrá emplearse en cualquier estructura con una altura menor a 60 metros exceptuando en las que tengan cubiertas inclinadas. Este método

puede usarse en la determinación de la estabilidad de cualquier estructura con una altura menor a los 60 metros. En el método del área proyectada, las presiones horizontales deberán suponerse actuando sobre el total de la proyección vertical del área de la estructura, y las presiones verticales deberán suponerse actuando simultáneamente sobre el total del área proyectada horizontalmente.

## **8 ELEMENTOS Y COMPONENTES DE LAS ESTRUCTURAS**

Las presiones de diseño por viento en cada elemento o componente de una estructura deberán determinarse con la Ecuación 1 y los valores de  $C_q$  se obtendrán de la Tabla D, y deberán aplicarse perpendicularmente a la superficie. Para las fuerzas de empuje el valor de  $C_e$  se obtendrá de la Tabla B en base a la altura media del techo ó azotea y se aplicarán en la totalidad de la altura de la estructura. Cada elemento ó componente deberá diseñarse para la más severa de las siguientes cargas :

1. Las presiones determinadas empleando valores de  $C_q$  para elementos y componentes actuando en la totalidad del área tributaria del elemento.
2. Las presiones determinadas empleando valores de  $C_q$  para áreas locales en discontinuidades como los bordes, cumbres y rodillas. Estas presiones locales deberán aplicarse en un tramo de 3 metros medidos desde la discontinuidad ó de 0.1 veces el claro más corto de la estructura, lo que resulte menor.

Las presiones obtenidas en las secciones 7 y 8 de esta Norma no deberán combinarse.

## **9 TORRES DE ESTRUCTURA ABIERTA**

Las torres de radio y otras estructuras de celosía deberán diseñarse y construirse para soportar las presiones de viento especificadas en esta Norma, pero incrementando las presiones multiplicándolas por el factor de forma presentado en la Tabla D.

## **10 OTRAS ESTRUCTURAS**

Los invernaderos, edificios agrícolas, cancelas y cercas de hasta 3.60 metros de altura deberán diseñarse de acuerdo con estas Normas. Sin embargo, tres cuartas partes de  $q_s$ , pero no menos de 50 kg/m<sup>2</sup>, podrán sustituirse por el valor de  $q_s$  en la Ecuación 1. Las presiones en áreas locales de las discontinuidades no necesitan ser consideradas.

## **11 CATEGORÍAS DE OCUPACIÓN**

Para el propósito del diseño de resistencia al viento, las estructuras deberán catalogarse en alguna de las categorías de ocupación listadas en la Tabla C. Esta tabla proporciona los factores de importancia,  $I_w$ , para cada categoría.

**TABLA A. PRESIÓN ESTÁTICA DE VIENTO (  $q_s$  ) A UNA ALTURA ESTÁNDAR DE 10 METROS**

Velocidad básica de viento ( km/h )	125
Presión $q_s$ ( kg/m <sup>2</sup> )	75.8

**TABLA B. COEFICIENTE COMBINADO DE ALTURA, EXPOSICIÓN Y FACTOR DE RÁFAGA (  $C_e$  )**

Altura sobre el terreno circundante (metros)	Exposición B	Exposición C
0 - 5.0	0.64	1.08
7.5	0.71	1.18
10.0	0.78	1.25
12.5	0.84	1.32
15.0	0.89	1.37
17.5	0.94	1.42
20.0	0.98	1.46
25.0	1.05	1.54
30.0	1.12	1.60
35.0	1.18	1.66
50.0	1.33	1.80
65.0	1.46	1.90
90.0	1.63	2.05
120.0	1.80	2.19

**TABLA C. CATEGORÍAS DE OCUPACIÓN**

Categoría (a)	Factor de importancia eólica $I_w$
Grupo A	
A1	1.15
A2	1.15
A3	1.00

Grupo B	
B1	1.00
B2	1.00

**Nota (a):** En el Artículo 73 del Reglamento se explica la clasificación de las construcciones.

**TABLA D. COEFICIENTES DE PRESIÓN (  $C_q$  )**

<b>ESTRUCTURA ó COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FACTOR <math>C_q</math> (a)</b>
<b>1. Marcos primarios y sistemas resistentes</b>	<b>Método 1</b> (Método de las Fuerzas Normales)	
	Muros :	
	Muro de barlovento	+0.8
	Muro de sotavento	-0.5
	Cubiertas (b) :	
	Viento perpendicular a la cumbrera	
	Cubierta de sotavento o cubierta plana	-0.7
	Cubierta de barlovento	
	Pendiente menor a 15%	-0.7
	Pendiente entre 15 y 75%	-0.9 ó +0.3
	Pendiente entre 75 y 100%	+0.4
	Pendiente mayor a 100%	+0.7
	Viento paralelo a la cumbrera y cubiertas planas	-0.7
	<b>Método 2</b> (Método del Área Proyectada)	
	En el área proyectada verticalmente	
	Estructuras de hasta 12 m de altura	±1.3 horizontal
	Estructuras de más de 12 m	±1.4 horizontal
	En el área proyectada horizontalmente (b)	-0.7
<b>2. Elementos y componentes fuera de las discontinuidades (c)</b>	Elementos de muros	
	Para todas las estructuras	+1.2
	Estructuras cerradas y abiertas	-1.2
	Estructuras parcialmente cerradas	-1.6
	Pretilos	±1.3
	Elementos de Cubierta (d)	
	Estructuras cerradas y abiertas	
	Pendiente menor al 60%	-1.3

	Pendiente entre 60 y 100%	±1.3
	Estructuras parcialmente cerradas	
	Pendiente de hasta 15%	-1.7
	Pendiente entre 15 y 60%	-1.6 ó +0.8
	Pendiente entre 60 y 100%	±1.7
<b>3. Elementos y componentes en zonas de discontinuidades (c),(e),(f)</b>	Bordes de muros (g)	-1.5 ó +1.2
	Cumbreras ó bordes de cubiertas sin voladizos (g)	
	Pendiente menor al 15%	-2.3
	Pendiente entre 15 y 60%	-2.6
	Pendiente entre 60 y 100%	-1.6
	Para pendientes menores al 15% en Voladizos y marquesinas	incrementar Valores anteriores en 0.5
<b>4. Chimeneas, tanques, y Torres sólidas</b>	Cuadradas ó rectangulares	± 1.4
	Hexagonales u octagonales	±1.1
	Circulares o elípticas	±0.8
<b>5. Torres de estructura abierta (h),(i)</b>	Cuadradas y rectangulares	
	Diagonal	+4.0
	Normal	+3.6
	Triangulares	+3.2
<b>6. Accesorios de torres (como escaleras, ductos, luces, y elevadores) (i)</b>	Elementos cilíndricos	
	Hasta 5 cm. de diámetro	+1.0
	Más de 5 cm.	+0.8
	Elementos planos ó angulares	+1.3
<b>7. Señales, postes, astas, y estructuras menores</b>		±1.4

## NOTAS

**(a)** Cuando el valor de  $C_q$  sea positivo se tratará de un empuje sobre el área en cuestión, cuando sea negativo se tratará de una succión.

**(b)** Para edificios de un nivel ó para el nivel superior en un edificio de varios pisos considerado como parcialmente cerrado, un valor adicional de 0.5 se deberá añadir a la succión  $C_q$ . La combinación más crítica deberá usarse para diseño.

**(c)** Los valores listados de  $C_q$  corresponden a áreas tributarias de un metro cuadrado. Para áreas tributarias de 10 m<sup>2</sup>, el valor 0.3 podrá sustraerse de  $C_q$ , excepto en áreas de discontinuidades con pendientes menores al 60 por ciento en donde un valor de 0.8 podrá restarse a  $C_q$ . Para áreas entre 1 y 10 m<sup>2</sup> podrá

interpolarse. Para áreas tributarias mayores a los 100 m<sup>2</sup>, se deberán emplear los valores correspondientes a estructuras primarias.

**(d)** Para pendientes mayores al 100 por ciento se emplearán valores correspondientes a los elementos de muro.

**(e)** Las presiones locales se aplicarán en una distancia de 3 metros a partir de la discontinuidad ó 0.1 veces el ancho menor de la estructura, lo que sea menor.

**(f)** Discontinuidades en los bordes de muros ó en las cumbreras se definen como quiebres discontinuos en la superficie en donde el ángulo interior mide 170 grados ó menos.

**(g)** Las cargas se aplican en cualquiera de los lados de las discontinuidad pero no simultáneamente en ambos lados.

**(h)** Las presiones de viento deberán aplicarse al total del área normal proyectada de todos los elementos en una fachada. Las fuerzas deberán suponerse actuando paralelamente a la dirección del viento.

**(i)** Los factores para elementos cilíndricos valen dos tercios de los correspondientes para elementos planos ó angulares.

## 12 REFERENCIAS

1. Uniform Building Code - Structural Engineering Design Provisions, International Conference of Building Officials, Whittier, California, USA, 1994.
2. López Santos, V. M. y Gutiérrez de Velasco, M., Estimación de la Velocidad Básica de Viento para el Diseño de Estructuras en la Ciudad de Guadalajara, Jal., Reporte de Investigación del Laboratorio de Investigación del Posgrado de Ingeniería Civil, Universidad de Guadalajara, 1997.
3. Comisión Federal de Electricidad, Manual de Diseño de Obras Civiles - Diseño por Viento, México, D.F., 1993.

## NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

$A_s$	área de acero de refuerzo colocada en el extremo de un muro.
$A_{sh}$	área total de refuerzo horizontal en el muro.
$A_{sv}$	área total de refuerzo vertical en el muro.
$A_T$	área bruta de la sección transversal del muro (sin descontar huecos cuando es a base de bloques huecos).

B	coeficiente para el cálculo de la resistencia ante carga vertical de muros rigidizados por elementos transversales.
b	longitud de apoyo de una losa soportada por el muro.
$c_p$	coeficiente de variación de la resistencia en compresión de las piezas.
$c_m$	coeficiente de variación de la resistencia en compresión de la mampostería.
$c_v$	coeficiente de variación de la resistencia en cortante de la mampostería.
D	distancia entre el centroide del acero de tensión y el extremo opuesto del muro.
$d_c$	menor dimensión de la sección del castillo o dala que confinan al muro.
D'	distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos de un muro.
E	módulo de elasticidad de la mampostería para esfuerzos de compresión normales a las juntas.
$F_E$	factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez.
$F_R$	factor de reducción de resistencia.
$f'_c$	resistencia especificada del concreto en compresión.
$\bar{f}_m$	media de la resistencia en compresión de la mampostería, referida al área bruta.
$f_m$	resistencia de diseño en compresión de la mampostería, referida al área bruta.
$\bar{f}_p$	media de la resistencia en compresión de las piezas, referida al área bruta.
$f_p$	resistencia de diseño en compresión de las piezas, referida al área bruta.
$f_y$	esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo.
G	módulo de cortante de la mampostería.
H	altura no restringida del muro.
H'	altura efectiva del muro.

L	longitud efectiva del muro.
L'	separación entre elementos que rigidizan transversalmente al muro.
M <sub>R</sub>	momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexocompresión.
M <sub>o</sub>	momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexión pura.
P	carga axial total que Obra sobre el muro, sin multiplicar por el factor de carga.
P <sub>u</sub>	carga axial total que Obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga.
P <sub>R</sub>	resistencia de diseño del muro a carga vertical.
p <sub>h</sub>	cuantía de refuerzo horizontal en el muro.
p <sub>v</sub>	cuantía de refuerzo vertical en el muro.
Q	factor de comportamiento sísmico.
s	separación del acero de refuerzo.
t	espesor del muro.
V <sub>R</sub>	fuerza cortante resistente.
v*	esfuerzo cortante de diseño, sobre área bruta.
<input type="checkbox"/>	media de los esfuerzos cortantes resistentes de muretes, sobre área bruta.

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 Alcance

Las Secciones 2 a 5 de estas disposiciones se aplican al diseño y construcción de muros construidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, unidas por un mortero aglutinante. Incluyen muros reforzados con armados interiores, castillos, cadenas o contrafuertes.

La Sección 6 se aplica al diseño y construcción de elementos de mampostería de piedras naturales.

## **2. MATERIALES PARA MAMPOSTERÍA**

### **2.1 Piezas**

#### **2.1.1 Tipos de piezas**

Las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería deberán cumplir los requisitos generales de calidad especificados por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para cada material. En particular deberán aplicarse las siguientes normas.

C6 Ladrillos y bloques cerámicos de barro, arcilla o similares

C10 Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto

En las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcción del Municipio de San Cristobal de la Barranca se fijan distintos factores de comportamiento sísmico,  $Q$ , en función del tipo de pieza que compone un muro y de su refuerzo.

Para fines de aplicación de las normas mencionadas se considerarán como piezas macizas aquellas que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 75 por ciento del área total, y cuyas paredes no tienen espesores menores de 2 cm.

Las piezas huecas a que hacen referencia las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo son las que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 45 por ciento del área bruta; además el espesor de sus paredes exteriores no es menor que 1.5 cm.

#### **2.1.2 Resistencia en compresión**

La resistencia en compresión se determinará para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensaye especificado en la norma NOM C36.

La resistencia en compresión,  $f_c$ , para tabicones de jalcreto o de concreto así como para cualquier tipo de bloques huecos no será menor de 40 kg/cm<sup>2</sup>, y para tabiques de barro recocido no será menor de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

Cuando se utilicen bloques huecos, de jalcreto, de concreto o de barro, su resistencia,  $f_c$ , se calculará con los valores resultantes de dividir la carga que

resiste cada pieza entre su área bruta, esto es, entre su ancho por largo sin descontar huecos.

Para diseño se empleará un valor de la resistencia,  $\bar{R}$ , medida sobre el área bruta, que se determinará como el que es alcanzado por lo menos por el 98% de las piezas producidas.

Cuando se tenga evidencia de que el valor mínimo garantizado por el fabricante cumple con la definición anterior, podrá tomarse como resistencia de diseño.

Cuando no se cumpla lo anterior, la resistencia de diseño se determinará con base en la información estadística existente sobre el producto en cuestión o a partir de muestreos de la producción de la pieza en cuestión. En este último caso se obtendrán al menos tres muestras de diez piezas cada una, de lotes diferentes de la producción. Las 30 piezas así obtenidas se ensayarán con el procedimiento especificado en la norma C36 y la resistencia de diseño se calculará como

$$R_d = \bar{R} - c_p \cdot s$$

donde

$\bar{R}$	es el promedio de las resistencias en compresión de las piezas ensayadas.
$c_p$	es el coeficiente de variación de la resistencia de las piezas ensayadas, pero su valor no se tomará menor que 0.20 para piezas provenientes de plantas mecanizadas con control de calidad de la resistencia, que 0.30 para piezas de fabricación mecanizada, pero sin control de calidad de resistencia, y que 0.35 para piezas de producción artesanal.

## 2.2 Morteros

Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Su resistencia en compresión será por lo menos de 40 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 3.
- c) La resistencia se determinará según lo especificado en la norma NOM C 61.

- d) Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.
- e) No se admitirá el empleo de morteros que contengan únicamente cal como material cementante.

Será responsabilidad del constructor verificar la calidad de los agregados y ejercer el control de calidad necesario en la elaboración de los morteros de tal manera que para los diferentes tipos de morteros especificados en el Proyecto estructural se obtengan las siguientes resistencias mínimas:

**RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DEL MORTERO**

Tipo de mortero	Resistencia mínima en compresión, en kg/cm <sup>2</sup>
I	125
II	75
III	40

La tabla siguiente es una guía para la dosificación de los morteros. El uso de estos proporcionamientos no exime de la obligación de obtener las resistencias mínimas especificadas en la tabla anterior.

**PROPORCIONAMIENTOS, EN VOLUMEN, RECOMENDADOS PARA MORTERO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal	Partes de arena*
I	1	-----	0 a ¼	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen
	1	0 a ½	-----	
II	1	-----	¼ a ½	
	1	½ a 1	-----	
III	1	-----	½ a 1¼	

\* El volumen de arena se medirá en estado suelto.

**2.3 Acero de refuerzo**

El refuerzo que se emplee en castillos, dadas y/o elementos colocados en el interior del muro, estará constituido por barras corrugadas que cumplan las especificaciones NOM B6 y B294, por malla de acero que cumpla con la especificación NOM B290 o por alambres corrugados laminados en frío que cumplan con la norma NOM B72 o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dadas que cumplan con la norma NOM B-456. Se admitirá el uso de barras lisas únicamente en estribos, en mallas electrosoldadas o en conectores. Se podrán utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción de la Dirección General de Obras Públicas su eficiencia como refuerzo estructural.

Como esfuerzo de diseño,  $f_y$ , se considerará el de fluencia garantizado por el fabricante. La verificación de calidad del acero se hará de acuerdo con las norma correspondiente de la Dirección General de Normas.

## 2.4 Mampostería

### 2.4.1 Resistencia a compresión

La resistencia de diseño en compresión de la mampostería,  $f_m$ , sobre área bruta, se determinará con alguno de los procedimientos siguientes:

- a) Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la Obra. Las pilas estarán formadas por lo menos con 3 piezas sobrepuestas. La relación altura espesor de la pila estará comprendida entre 2 y 5; las pilas se ensayarán a la edad de 28 días. Para el almacenamiento de los especímenes, su cabeceado y el procedimiento de ensaye se seguirán, en lo que sea aplicables, las normas que rigen para el ensaye a compresión de cilindros de concreto (NOM C83).

El esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se corregirá multiplicándolo por los factores de la tabla siguiente:

#### FACTORES CORRECTIVOS PARA LAS RESISTENCIAS DE PILAS CON DIFERENTES RELACIONES DE ESBELTEZ

Relación de esbeltez de la pila	2	3	4	5
Factor correctivo	0.75	0.90	1.00	1.05

Para esbelteces intermedias se interpolará linealmente.

La resistencia de diseño se calculará como:

en que

$\sigma$	es el promedio de la resistencia de las pilas ensayadas, corregida por esbeltez.
$C_m$	el coeficiente de variación de la resistencia de las pilas ensayadas, que en ningún caso se tomará inferior a 0.15.

La determinación se hará en un mínimo de 9 pilas construidas con piezas provenientes de por lo menos 3 lotes diferentes del mismo producto.

b) A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero.

1. Para bloques y tabiques de jalcreto o de concreto con relación altura a espesor no menor que un medio, y con  $\sigma \leq 200 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia de diseño a compresión será la que indica la tabla siguiente, si se comprueba que las piezas y el mortero cumplen con los requisitos de calidad especificados en 2.1 y 2.2, respectivamente.

#### RESISTENCIA DE DISEÑO A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE PIEZAS DE JALCRETO O DE CONCRETO

( $\sigma$ , SOBRE ÁREA BRUTA)

$\sigma$ , en $\text{kg/cm}^2$	Mortero I	$\sigma$ , en $\text{kg/cm}^2$ Mortero II	Mortero III
40	20	16	16
50	25	20	20
75	40	35	30
100	50	45	40
150	75	60	60
200	100	90	80

Para valores intermedios se interpolará linealmente.

2. Para piezas de barro y otros materiales, excepto concreto, con relación altura a espesor no menor que un medio, la resistencia de diseño a compresión será lo que se obtiene de la tabla siguiente para los morteros recomendados.

#### RESISTENCIA DE DISEÑO A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE PIEZAS DE BARRO

( $\sigma$ , SOBRE ÁREA BRUTA)

	Mortero I	$\sigma$ , en $\text{kg/cm}^2$	Mortero III

$\square$ , en kg/cm <sup>2</sup>		Mortero II	
25	10	10	10
40	16	16	16
50	20	20	20
75	30	30	25
100	40	40	30
150	60	60	40
200	80	70	50
300	120	90	70
400	140	110	90
500	160	130	110

Para valores intermedios se interpolará linealmente.

- c) Valores indicativos. Si no se realizan determinaciones experimentales podrán emplearse los valores de  $\square$  que, para distintos tipos de piezas y morteros, se presentan en la tabla siguiente:

**RESISTENCIA DE DISEÑO A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA,  $\square$ , PARA ALGUNOS TIPOS DE PIEZA, SOBRE ÁREA BRUTA<sup>1</sup>**

Tipo de pieza	Valores de $\square$ , en kg/cm <sup>2</sup>		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido	10	10	10
Tabicón de jalcreto o concreto ( $\square \geq 40$ kg/cm <sup>2</sup> )	10	10	10
Bloque de jalcreto o de concreto <sup>1</sup> ( $\square \geq 40$ kg/cm <sup>2</sup> )	10	10	10
Tabique con huecos verticales <sup>1</sup> ( $\square \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> )	25	25	25

<sup>1</sup> La relación área neta-bruta no será menor de 0.45.

- d) Resistencia en compresión de mampostería con refuerzo interior. Para mampostería con refuerzo interior que cumpla con los requisitos especificados en 3.4, se tomará para  $\square$  el valor que corresponde a mampostería sin refuerzo, incrementado en 25%, pero no en más de 7 kg/cm<sup>2</sup>.

- e) Resistencia en compresión de muros confinados. Para muros reforzados con dalas y castillos que cumplan los requisitos de 3.3, el esfuerzo resistente en compresión,  $f_c$ , calculado para la mampostería sin refuerzo podrá incrementarse en 4 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.4.2 Esfuerzo cortante resistente de diseño

La resistencia a fuerza cortante de muros de mampostería según se calcula en la Sección 4.4, se basa en el esfuerzo cortante resistente de diseño,  $v^*$ , el cual se calculará de la manera siguiente:

- a) Para muros diafragma (Sección 3.2)

$$v^* = 0.8 f_c \quad (2.1)$$

- b) Para otros muros

$$v^* = 0.5 f_c \quad (2.2)$$

donde el valor de  $f_c$  no deberá incluir el incremento permitido en el inciso (d) o en el inciso (e) de la Sección 2.4.1 de estas normas. A menos que se determine el esfuerzo cortante resistente mediante los ensayos indicados más abajo, el esfuerzo cortante resistente de diseño,  $v^*$ , será el calculado con la Ecuación 2.1 si se trata de muros diafragma o con la Ecuación 2.2 para otros muros. En ninguno de los dos casos el valor de  $v^*$  será mayor al valor consignado en la tabla siguiente:

#### ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DE DISEÑO MÁXIMO PARA ALGUNOS TIPOS DE MAMPOSTERÍA, SOBRE ÁREA BRUTA

Pieza	Tipo de mortero	$v^*$ <sup>1</sup> en kg/cm <sup>2</sup>
Tabique de barro recocido	I	3.5
	II y III	3
Tabicón de jalcreto o de concreto ( $f_c \geq 40$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3
	II ó III	2
Bloque de jalcreto o de concreto ( $f_c \geq 40$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3.5
	II y III	2.5
Tabique hueco de barro <sup>2</sup>	I	3

	II y III	2
--	----------	---

<sup>1</sup> Las piezas huecas deberán cumplir con los requisitos fijados en 2.1.

<sup>2</sup> Tabique de barro con perforaciones verticales con relación de áreas neta a bruta no menor de 0.45.

Para materiales no cubiertos en la tabla anterior el esfuerzo cortante resistente se determinará mediante ensayos con procedimientos aprobados por la Dirección General de Obras Públicas.

Será aceptable la determinación del esfuerzo cortante resistente a partir del ensayo de muretes con una longitud de al menos una vez y media la máxima dimensión de la pieza y con el número de hiladas necesario para que la altura sea aproximadamente igual a la longitud. Los muretes se ensayarán sometidos a una carga de compresión a lo largo de su diagonal y el esfuerzo cortante medio se determinará dividiendo la carga máxima entre el área bruta del murete medida sobre la misma diagonal.

La determinación se hará sobre un mínimo de 9 muretes construidos con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes.

Para diseño se utilizará un esfuerzo resistente igual a

en que:

<input type="checkbox"/>	es el promedio de los esfuerzos resistentes de los muretes ensayados
<input type="checkbox"/>	es el coeficiente de variación de los esfuerzos resistentes de los muretes ensayados que no se tomará menor que 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 deberán realizarse en muros de al menos 2 X 2 m.

### 2.4.3 Resistencia al aplastamiento

Cuando una carga concentrada se transmite directamente a la mampostería, el esfuerzo de contacto no excederá de 0.6 . El esfuerzo actuante se calculará con las cargas de diseño obtenidas aplicando los factores correspondientes a la combinación de acciones de que se trate según la Sección 4.2.

#### 2.4.4 Resistencia a tensión

Se considerará que es nula la resistencia de la mampostería a esfuerzos de tensión perpendiculares a las juntas. Cuando se requiera esta resistencia deberá proporcionarse el refuerzo necesario.

#### 2.4.5 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de la mampostería, E, podrá determinarse experimentalmente o calcularse en forma aproximada como sigue:

Para mampostería de tabicones y bloques de jalcreto:

$$E = 600 \square \text{ para cargas de corta duración}$$

$$E = 350 \square \text{ para cargas sostenidas}$$

Para mampostería de tabicones y bloques de concreto:

$$E = 800 \square \text{ para cargas de corta duración}$$

$$E = 350 \square \text{ para cargas sostenidas}$$

Para mampostería de tabique de barro y otras piezas, excepto las de jalcreto y concreto:

$$E = 600 \square \text{ para cargas de corta duración}$$

$$E = 350 \square \text{ para cargas sostenidas}$$

#### 2.4.6 Módulo de cortante

El módulo de cortante de la mampostería se tomará como

$$G = 0.3 E$$

### 3. SISTEMAS ESTRUCTURALES A BASE DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

#### 3.1 Tipos de muros

Los muros que tengan una función estructural en la construcción quedarán incluidos en una de las modalidades descritas en los casos siguientes.

#### 3.2 Muros diafragma

Estos son los que se encuentran rodeados por las vigas y columnas de un marco estructural al que proporcionan rigidez ante cargas laterales.

La unión entre el marco y el muro diafragma deberá evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano y las columnas del marco deberán 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.

### **3.3 Muros confinados**

Estos son los que están reforzados con castillos y dalas que cumplen con los requisitos siguientes:

Las dalas o castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro. El concreto tendrá una resistencia a compresión,  $f'_c$  no menor de 150 kg/cm<sup>2</sup>, y el refuerzo longitudinal estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total no será inferior a  $0.2f'_c/f_y$  multiplicado por el cuadrado del espesor del muro,  $t^2$ , y estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

El área del refuerzo transversal no será inferior a  $1000s/f_yd_c$  siendo  $s$  la separación de los estribos y  $d_c$  la menor dimensión de la sección del castillo o dala. La separación de los estribos no excederá de  $1.5d_c$  ni de 20 cm.

Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que vez y media su altura, ni 4 m.

Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado de al menos 15 cm. de peralte. Además existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m.

Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de todo hueco cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la longitud del muro en la misma dirección.

La relación altura a espesor del muro no excederá de 30.

Podrá incrementarse la resistencia a fuerza cortante de muros confinados, de acuerdo con lo establecido en 4.4.2, cuando se coloque refuerzo horizontal en las juntas con las cuantías mínimas especificadas en dicha sección y que cumpla con los requisitos de separación máxima y de detallado especificados para muros reforzados interiormente en la Sección 3.4. Dicho refuerzo horizontal deberá estar anclado a los castillos extremos e interiores.

### 3.4 Muros reforzados interiormente

Estos son muros reforzados con malla o barras corrugadas de acero, horizontales y verticales, colocadas en los huecos de las piezas, en ductos o en las juntas. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deberán cumplirse los siguientes requisitos mínimos.

La suma de la cuantía de refuerzo horizontal,  $p_h$ , y vertical,  $p_v$ , no será menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.0007. La cuantía de refuerzo horizontal se calcula como  $p_h = A_{sh}/st$ , donde  $A_{sh}$  es el refuerzo horizontal que se colocará en el espesor  $t$  del muro a una separación  $s$ ;  $p_v = A_{sv}/tL$ , en que  $A_{sv}$  es el área total de refuerzo que se colocará verticalmente en la longitud  $L$  del muro. Cuando se emplee acero de refuerzo de fluencia especificado mayor de 4,200 kg/cm<sup>2</sup>, las cuantías de refuerzo mencionadas en este párrafo podrán reducirse multiplicándolas por  $4,200 / f_y$ .

Todo espacio que contenga una barra de refuerzo vertical deberá tener una distancia libre mínima entre el refuerzo y las paredes de la pieza igual a la mitad del diámetro de la barra y deberá ser llenado a todo lo largo con mortero o concreto. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal y el exterior del muro será de 1.5 cm o una vez el diámetro de la barra, la que resulte mayor. El refuerzo horizontal deberá estar embebido en toda su longitud en mortero o concreto.

Para el colado de los huecos donde se aloje el refuerzo vertical podrá emplearse el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, o un concreto de alto revenimiento, con agregado máximo de 1 cm y resistencia a compresión no menor de 75 kg/cm<sup>2</sup>. El hueco de las piezas tendrá una dimensión mínima mayor de 5 cm y un área no menor de 30 cm<sup>2</sup>.

Deberá colocarse por lo menos una barra No. 3 de grado 42, o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en dos huecos consecutivos en todo extremo de muros, en las intersecciones entre muros o a cada 3 m. El refuerzo vertical en el interior del muro tendrá una separación no mayor de 6 veces el espesor del mismo ni mayor de 80 cm.

Cuando los muros transversales lleguen a tope, sin traslape de piezas, será necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura.

El refuerzo horizontal debe ser continuo y sin traslape en la longitud del muro y anclado en sus extremos. Se deberán cumplir los mismos requisitos de anclaje que para concreto reforzado. Deberá haber refuerzo consistente en una barra No. 4 de grado 42, o con resistencia a tensión equivalente, alrededor de toda abertura cuya dimensión exceda de 60 cm en cualquier dirección.

La relación altura / espesor de estos muros no será superior a 30.

Deberá haber una supervisión continua en la Obra que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo indicado en planos y que los huecos en que se aloja el refuerzo sean colados completamente.

### **3.5 Muros no reforzados**

Se considerarán como muros no reforzados aquellos que no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las tres categorías anteriores.

### **3.6 Otras modalidades de refuerzo y construcción de muros**

Cualquier otro tipo de refuerzo o de modalidad constructiva a base de mampostería deberá ser avalado por evidencia experimental y analítica que demuestre, a satisfacción de la Dirección General de Obras Públicas, que cumple con los requisitos de seguridad estructural establecidos por el Reglamento y por estas Normas.

## **4. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO**

### **4.1 Análisis**

#### **4.1.1 Criterio general**

La determinación de las fuerzas internas en los muros se hará en general por medio de un análisis elástico. En la determinación de las propiedades elásticas de los muros deberá 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.

#### **4.1.2 Análisis por cargas verticales**

Para el análisis por cargas verticales se tomará 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, la junta tiene suficiente capacidad de rotación para que pueda considerarse que, para efectos de la distribución de momentos en el nudo, la rigidez de los muros es nula. Para el diseño sólo se tomarán en cuenta los momentos debidos a los efectos siguientes:

- a) Los momentos que deben ser resistidos por condiciones de estática y que no pueden ser redistribuidos por la rotación del nudo, como son los momentos 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 debidos a la excentricidad con que se transmite la carga de la losa del piso inmediatamente superior en muros extremos; tal excentricidad se tomará igual a

$$e_c \quad \boxed{\phantom{t/b}}$$

en que  $t$  es el espesor del muro y  $b$  el de la porción de éste en que se apoya la losa soportada por éste.

Será admisible determinar únicamente las cargas verticales que actúan sobre cada muro mediante una bajada de cargas por áreas tributarias y tomar en cuenta los efectos de excentricidades y esbeltez mediante los valores aproximados del factor de reducción,  $F_E$ , recomendados en el caso I de la Sección 4.3.2, cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- a) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso o por otros elementos.
- b) No hay excentricidad importante en la carga axial aplicada ni fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro.
- c) La relación altura espesor del muro no excede de 20.

#### 4.1.3 Análisis por cargas laterales

El análisis para la determinación de los efectos de las cargas laterales debidas a sismo se hará con base en las rigideces relativas de los distintos muros. Estas se determinarán tomando en cuenta las deformaciones de cortante y de flexión. Para estas últimas se considerará la sección transversal agrietada del muro cuando la relación de carga vertical a momento flexionante es tal que se presentan tensiones verticales. Se tomará en cuenta la restricción que impone a la rotación de los muros la rigidez de los sistemas de piso y techo y la de los dinteles.

Será admisible considerar que la fuerza cortante que toma cada muro es proporcional a su área transversal, ignorar los efectos de torsión y de momento de volteo, y emplear el Método Simplificado de Diseño Sísmico especificado en la Sección 7 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, cuando se cumplan los requisitos especificados en la Sección 3.7.2 de las normas citadas y que son los siguientes:

- I. En todos los niveles, al menos 75 por ciento de las cargas verticales están soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales, o en su defecto, el edificio tendrá, en cada nivel, al menos dos

muros perimetrales de carga, sensiblemente paralelos entre sí, ligados por los sistemas de piso antes citados en una longitud no menor que la mitad de la dimensión del edificio en la dirección de dichos muros.

II. La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excede de 2.0 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 cada tramo se revise en forma independiente en su resistencia a efectos sísmicos.

III. 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 de más de 3 pisos ni mayor de 9 m.

Además, cuando se use dicho método simplificado, la contribución a la resistencia a fuerza cortante de los muros cuya relación de altura de entrepiso, H, a longitud, L, es mayor que 1.33, se reducirá multiplicándola por el coeficiente  $(1.33L/H)^2$ .

## 4.2 Factores de carga

Como se indica en el Artículo 96 del Reglamento, se revisará que para las distintas combinaciones de acciones especificadas en el Artículo 86 del Reglamento 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 a continuación:

I.	Para combinaciones de acciones clasificadas en el caso I del Artículo 86 del Reglamento, se aplicará un factor de carga de 1.4.
II.	Para combinaciones de acciones clasificadas en el caso II del Artículo 86 del Reglamento, se considerará un factor de carga de 1.1 aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación.
III.	Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se tomará igual a 0.9; además, se tomará como intensidad de la acción el valor mínimo probable, de acuerdo con el Artículo 85 del Reglamento.
IV.	Para revisión de estados límites de servicio se tomará en todos los casos un factor de carga unitario.

## 4.3 Resistencia a cargas verticales

### 4.3.1 Fórmula general

La carga vertical resistente se calculará como:

$$P_R = F_R F_E \square A_T$$

donde

$P_R$	es la carga vertical total resistente de diseño
$F_R$	se tomará como 0.6 para muros confinados o reforzados interiormente de acuerdo con 3.3 o 3.4 y como 0.3 para muros no reforzados
$\square$	es la resistencia de diseño en compresión de la mampostería
$F_E$	es un factor de reducción por excentricidad y esbeltez que se obtendrá de acuerdo con 4.3.2
$A_T$	es el área de la sección transversal del muro

#### 4.3.2 Factor de reducción por excentricidad y esbeltez

I. Cuando se cumplan los requisitos especificados en los incisos a), b) y c) de 4.1.2, podrá tomarse  $F_E$  igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieren en más de 50 por ciento y como 0.6 para muros extremos o con claros asimétricos y para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno.

II. Cuando no se cumplan las condiciones del caso I, el factor de reducción por excentricidad y esbeltez se determinará como el menor del que se especifica en el caso I y el que se obtiene con la ecuación siguiente:

$$\square \quad (4.1)$$

en que

$t$	es el espesor del muro
$e'$	es la excentricidad calculada para la carga vertical, $e_c$ , más una excentricidad accidental que se tomará igual a $t/24$
$H'$	la altura efectiva del muro que se determinará a partir de la altura no restringida, $H$ , según el criterio siguiente:
$H' =$	$2 H$ para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior

$H' =$	$0.8 H$ para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro
$H' =$	$H$ para muros extremos en que se apoyan losas

#### 4.3.3 Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales

En casos en que el muro en consideración esté ligado a muros transversales, a contrafuertes o a columnas o castillos que restrinjan su deformación lateral, el factor  $F_E$  calculado con la Ecuación 4.1 se incrementará sumándole la cantidad  $(1 - F_E) B$ , pero el resultado no será en ningún caso mayor que 0.9.

**B** es un coeficiente que depende de la separación de los elementos rigidizantes,  $L'$ , y se obtiene de la tabla siguiente:

#### FACTOR CORRECTIVO, B, POR EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DE MUROS TRANSVERSALES

$L' / H$	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
B	0.7	0.6	0.5	0.4	0.33	0.25	0.20

#### 4.3.4 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 considerará mediante los incrementos en el esfuerzo resistente en compresión,  $\sigma_c$ , de la mampostería, permitidos según los incisos 2.4.1 d) y e) de estas normas, a menos que mediante ensayos a escala natural se haya demostrado que se justifica un incremento mayor en la resistencia debido a dicho refuerzo.

En muros sometidos a momentos flexionantes significativos, perpendicularmente a su plano, podrá determinarse la resistencia en flexocompresión tomando en cuenta el refuerzo vertical del muro, cuando la separación de éste no exceda de seis veces el espesor del muro.

El cálculo se realizará con el criterio de resistencia en flexocompresión que se especifica para concreto reforzado, y con base en las hipótesis siguientes:

- a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
- b) Los esfuerzos de tensión son resistidos por el refuerzo únicamente.
- c) Existe adherencia perfecta entre el refuerzo y el concreto o mortero que lo rodea.

- d) La sección falla cuando se alcanza, en la mampostería, la deformación unitaria máxima a compresión que se tomará igual a 0.003.
- e) A menos que ensayos en pilas permitan obtener mejor determinación de la curva esfuerzo-deformación de la mampostería, ésta se supondrá lineal hasta la falla.

Los efectos de esbeltez se tomarán en cuenta afectando la carga resistente por el factor , según la Sección 4.3.2.

#### 4.4 Resistencia a cargas laterales

##### 4.4.1 Consideraciones generales

La resistencia a cargas laterales de un muro deberá revisarse para el efecto de la fuerza cortante, del momento flexionante en su plano y eventualmente también de momentos flexionantes debidos a empujes normales a su plano.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, ver Sección 4.1.3, la revisión podrá limitarse a los efectos de la fuerza cortante.

##### 4.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería

La fuerza cortante resistente de diseño se determinará como sigue:

- a) Para muros diafragma

$$V_R = F_R (0.85 v^* A_T) \quad (4.2)$$

- b) Para otros muros

$$V_R = F_R (0.5 v^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v^* A_T \quad (4.3)$$

en que

P	es el 100% de la carga vertical muerta más el 50% de la carga vertical viva que actúan sobre el muro, ambas sin multiplicar por el factor de carga
v*	Es el esfuerzo cortante medio de diseño que se determinará según la Sección 2.4.2

El factor de reducción de resistencia,  $F_R$ , se tomará como:

0.7	para muros diafragma, muros confinados y muros con refuerzo interior, según se definen en la Sección 3 de estas normas.
0.4	para muros no confinados ni reforzados.

No se considerará incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de las dalas y castillos de muros confinados de acuerdo con la Sección 3.3. Cuando se coloque refuerzo horizontal en las juntas con las características definidas en la Sección 3.3 para muros confinados y en la Sección 3.4 para muros con refuerzo interior, podrá incrementarse en 25 por ciento la fuerza cortante resistente calculada con la Ecuación 4.3, siempre que la cuantía de refuerzo horizontal,  $\rho_h$ , no sea inferior a 0.0005 ni al valor que resulte de la expresión siguiente

$$\rho_h \geq \frac{V_u}{f_y A_g d}$$

#### 4.4.3 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro

La resistencia a flexión y a flexocompresión en el plano del muro se calculará, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se considerará que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a  $f_m$ .

La capacidad a flexión o flexocompresión en el plano de un muro con refuerzo interior o exterior se calculará con un método de diseño basado en las hipótesis estipuladas en la Sección 4.3.4. En todos los casos la capacidad deberá afectarse por el factor de resistencia  $F_R$  determinado como se indica al final de esta Sección 4.4.3.

Para muros reforzados con barras colocadas simétricamente en sus extremos, las fórmulas simplificadas siguientes dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento resistente de diseño.

Para flexión simple, el momento resistente se calculará como

$$M_O = F_R A_s f_y d'$$

donde

$A_s$	es el área de acero colocada en el extremo del muro
$D'$	la distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del

	muro
--	------

Cuando exista carga axial sobre el muro, el momento resistente de la sección se modificará de acuerdo con la ecuación

$$M_R = M_O + 0.30 P_u d \quad ;$$



donde

<b>P<sub>u</sub></b>	es la carga axial de diseño total sobre el muro, que se considerará positiva si es de compresión
<b>D</b>	el peralte efectivo del refuerzo de tensión
<b>Propuesta</b>	la resistencia a compresión axial
<b>Fración</b>	se tomará igual a 0.8 si $P_u \leq P_R / 3$ e igual a 0.6 en caso contrario

## 5. CONSTRUCCIÓN

### 5.1 Materiales

#### 5.1.1 Piezas

Condiciones. Las piezas empleadas deberán estar limpias y sin rajaduras.

Humedecimiento de las piezas. Deberán saturarse previamente a su colocación todas las piezas de barro; las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse.

#### 5.1.2 Morteros

Mezclado del mortero. La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose, siempre que sea posible, un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 3 minutos.

Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole agua si es necesario.

Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2.5 horas a partir del mezclado inicial.

### **5.1.3 Concretos**

Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, tendrán la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. El tamaño máximo del agregado será de 1 cm.

## **5.2 Procedimientos de construcción**

### **5.2.1 Juntas**

El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. El espesor de las juntas no excederá de 1.5 cm., excepto la junta entre la primera hilada y la cimentación que podrá tener 2.5 cm.

### **5.2.2 Aparejo**

Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas disposiciones son aplicables sólo si las piezas se colocan en forma cuatrapeada; para otros tipos de aparejo, el comportamiento de los muros deberá deducirse de ensayos a escala natural.

### **5.2.3 Concreto y mortero**

En castillos y huecos interiores se colará de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos. El colado de elementos interiores verticales se efectuará en tramos no mayores de 1.5 m a menos que el área del hueco sea mayor de 65 cm<sup>2</sup>, caso en el cual se permitirá el colado en tramos hasta de 3 m, siempre que sea posible comprobar, por aberturas en las piezas, que el colado llega hasta el extremo inferior del elemento.

### **5.2.4 Refuerzo**

El refuerzo se colocará de manera que se asegure que se mantenga fijo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslapes mínimos serán los que se especifican para concreto reforzado; para refuerzo colocado en las juntas regirá lo especificado en la Sección 3.4. No se admitirá traslape de barras de refuerzo colocadas en juntas horizontales.

### **5.2.5 Construcción de muros**

En la construcción de muros, además de los requisitos de las secciones anteriores, se cumplirán los siguientes:

La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada no será menor de 10 cm.

Todos los muros que se toquen o crucen deberán anclarse o ligarse entre sí, salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento.

Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deberán llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.

Durante la construcción de todo muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la Obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales, incluso viento y sismo.

En los planos de construcción deberán especificarse claramente: peso máximo admisible de las piezas, resistencia de las mismas y tolerancia en sus dimensiones; así como el mortero considerado en el diseño y los detalles del aparejo de las piezas, del refuerzo y su anclaje y traslape, detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.

### **5.2.6 Tolerancias**

- a) En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural distará más de 2 cm del Proyecto.
- b) El desplome de un muro no será mayor que 0.004 veces su altura ni 1.5 cm.

## **6. MAMPOSTERÍA DE PIEDRAS NATURALES**

### **6.1 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.

### **6.2 Materiales**

#### **6.2.1 Piedras**

Las piedras que se empleen en elementos estructurales deberán satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación	150 kg/cm <sup>2</sup>

Resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación	100 kg/cm <sup>2</sup>
Absorción máxima	4%
Resistencia al intemperismo: máxima pérdida de peso después de 5 ciclos en solución saturada de sulfato de sodio	10%

Las propiedades anteriores se determinarán 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 necesitarán ser labradas, pero se evitará en lo posible el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos el 70% del volumen del elemento estará construido por piedra con un peso mínimo de 30 kg cada una.

### 6.2.2 Morteros

Los morteros que se empleen para mampostería de piedras naturales deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 5
- b) La resistencia mínima en compresión será de 15 kg/cm<sup>2</sup>.
- c) La resistencia se determinará según lo especificado en la norma NOM C 61.

### 6.3 Diseño

#### 6.3.1 Esfuerzos resistentes de diseño

Los esfuerzos resistentes de diseño en compresión,  $f_c$ , y en cortante,  $v^*$ , se tomarán como sigue:

Mampostería unida con mortero de resistencia en compresión no menor que 50 kg/cm<sup>2</sup>.

$$f_c = 20 \text{ kg/cm}^2 \quad ; \quad v^* = 0.6 \text{ kg/cm}^2$$

Mampostería unida con mortero de resistencia en compresión menor que 50 kg/cm<sup>2</sup>

$$f_c = 15 \text{ kg/cm}^2 \quad ; \quad v^* = 0.4 \text{ kg/cm}^2$$

Los esfuerzos de diseño anteriores incluyen ya un factor de reducción,  $F_R$ , que por lo tanto no deberá ser considerado nuevamente en las fórmulas de predicción de resistencia.

### **6.3.2 Determinación de la resistencia**

Se verificará que en cada sección la fuerza normal actuante de diseño no exceda la fuerza resistente dada por la expresión



siendo  $t$  el peralte de la sección,  $A_t$  su área y  $e$  la excentricidad con que actúa la carga. La expresión anterior es válida cuando la relación entre la altura del elemento de mampostería y el peralte de su sección no excede de 5; cuando dicha relación se encuentre entre 5 y 10, la resistencia se tomará igual al 80% de la calculada con la expresión anterior; cuando la relación exceda de 10 deberán tomarse en cuenta explícitamente los efectos de esbeltez en la forma especificada para mampostería de piedras artificiales.

La fuerza cortante actuante no excederá de la resistente obtenida de multiplicar el área transversal de la sección más desfavorable por el esfuerzo cortante resistente según la sección anterior.

## **6.4 Construcción**

### **6.4.1 Piedras**

Las piedras que se emplean deberán estar limpias y sin rajaduras. No se emplearán piedras que presentan forma de laja. Las piedras se mojarán antes de usarlas.

### **6.4.2 Mortero**

El mortero se elaborará con la cantidad de agua mínima necesaria para obtener una pasta manejable. Para el mezclado y remezclado se respetarán los requisitos de la Sección 5.1.2.

### **6.4.3 Procedimiento constructivo**

La mampostería se desplantará sobre una plantilla de mortero o concreto que permita obtener una superficie plana. En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayores dimensiones y las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos. Cuando las piedras sean de origen sedimentario se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de las compresiones. Las piedras deberán humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de manera de llenar lo mejor posible el

hueco formado por las otras piedras. Los vacíos se rellenarán completamente con piedra chica y mortero. Deberán usarse piedras a tizón, que ocuparán por lo menos una quinta parte del área del paramento y estarán distribuidas en forma regular. Se respetarán, además los requisitos de la Sección 5.2.5. que sean aplicables.

## 6.5 Cimientos

En cimientos de piedra braza la pendiente de las caras inclinadas, medida desde la arista de la dala o muro, no será menor que 1.5 (vertical) : 1 (horizontal).

En cimientos de mampostería de forma trapezoidal con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero, deberá verificarse la estabilidad del cimiento a torsión. De no efectuarse esta verificación, deberán existir cimientos perpendiculares a ellos a separaciones no mayores de las que señala la siguiente tabla:

Presión de contacto con el terreno, $p$ , ton/m <sup>2</sup>	Claro máximo, en m	
	Caso (1)	Caso (2)
$p \leq 2.0$	5.0	10.0
$2.0 < p \leq 2.5$	4.5	9.0
$2.5 < p \leq 3.0$	4.0	7.5
$3.0 < p \leq 4.0$	3.0	6.0
$4.0 < p \leq 5.0$	2.5	4.5

En todo cimiento deberán 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 40 cm.

En la tabla anterior, 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. Los casos (1) y (2) corresponden respectivamente a mampostería ligada con mortero de cal y con mortero de cemento. No deberán existir planos definidos de falla transversales al cimiento.

## 6.6 Muros de contención

En el diseño de muros de contención se tomará 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.

## 7 REFERENCIAS

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del Reglamento de Construcción para el D.F., Gaceta Oficial del D.F., 27 de febrero de 1995.

Propiedades Mecánicas de la Mampostería, Roberto Meli Piralla y Alejandro Reyes G., Instituto de Ingeniería, UNAM, 1971.

Propiedades de Piezas para Mampostería Producidas en el Distrito Federal, Roberto Meli Piralla y Óscar Hernández, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1971.

## **NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES**

### **1 INTRODUCCIÓN**

Las presentes normas tienen por objeto fijar criterios y alternativas de diseño y construcción de cimentaciones, estructuras de retención, excavaciones y taludes que permitan cumplir con los requisitos definidos en los Capítulos VII (Del diseño de cimentaciones) y VIII (De las estructuras de retención, excavaciones y taludes), Título Sexto (De la seguridad estructural de las construcciones), del Reglamento de Construcción del Municipio de **San Cristobal de la Barranca**. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan requerirá la aprobación de la Dirección General de Obras Públicas.

### **2 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

Toda investigación del subsuelo deberá contar con la exploración y determinación de las propiedades físicas y mecánicas, mediante pruebas de campo y de laboratorio.

#### **2.1 Exploración**

El número de sondeos a realizarse en un estudio geotécnico estará en función del área de desplante de la construcción. En la Tabla 1 se indican los sondeos mínimos.

**Tabla 1**

**Número mínimo de sondeos en función del área de desplante de la construcción**

<b>Área de construcción</b>	<b>No. de sondeos</b>
< 100 m <sup>2</sup>	1
100 a 250 m <sup>2</sup>	2
250 a 1,000 m <sup>2</sup>	3

> 1,000 m <sup>2</sup>	≥ 4
------------------------	-----

Para áreas de construcción mayores de 1,000 m<sup>2</sup> el número de sondeos estará en función de la variabilidad del terreno, y tocará al especialista geotécnico el determinar el número de sondeos y a la Dirección General de Obras Públicas el aprobarlo.

En la Tabla 2 se indica la profundidad mínima de exploración en función del número de niveles. En caso de que la construcción vaya a tener uno o varios niveles de sótano, ésta profundidad mínima de exploración será a partir del nivel inferior del sótano.

**Tabla 2**

**Profundidad mínima de exploración en función del número de niveles de la edificación**

No. de niveles	Prof. mínima de exploración (m)
1	4
2	5
3	7
4	9
6	12
8	14
10	16

Para edificaciones mayores de 10 niveles la profundidad de los sondeos deberá ser tal que el incremento de esfuerzos no sea mayor de aproximadamente el 10% de los esfuerzos efectivos iniciales. Tocaré al geotécnico determinar esas profundidades, y a la Dirección General de Obras Públicas el aprobarlas.

En caso de encontrarse roca antes de alcanzar la profundidad mínima requerida, en construcciones de diez o más niveles deberá perforarse al menos 3 m dentro de la roca para verificar que el manto sea continuo. Si la construcción será menor de diez niveles, en vez de perforar en roca se podrá optar por realizar sondeos adicionales para constatar la continuidad del manto rocoso.

**2.2 Determinación de propiedades**

La determinación de las propiedades del subsuelo deberá realizarse en base a pruebas de campo y laboratorio.

Tanto las pruebas de campo como las de laboratorio deberán ejecutarse de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) o las de la Asociación Americana para Ensaye de Materiales (ASTM). La Dirección General de Obras Públicas se reserva la aprobación de pruebas realizadas en base a normas de otros países u organizaciones nacionales o internacionales.

Para la clasificación de suelos deberá referirse siempre al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) detallado en la norma ASTM D 2487-93. Además será conveniente mencionar el nombre con el que se le conoce localmente al suelo, si éste lo tuviera.

La interpretación de las pruebas de campo y laboratorio deberá hacerse mediante criterios internacionalmente aceptados, o mediante criterios desarrollados localmente pero con sólida sustentación, y aprobados por la Dirección General de Obras Públicas.

Para cimentaciones en rellenos compactados y en la formación de terraplenes, se especificará y controlará la compactación de materiales friccionantes en base al concepto de la compactación relativa (ASTM D 4253-93 y D 4254-91). En el caso de suelos cohesivos se recurrirá a la prueba Proctor estándar (ASTM D 698-91) o a la Proctor modificada (ASTM D 1557-91).

En la elección del equipo de compactación deberán tomarse en cuenta las condiciones de las construcciones vecinas para evitarles daños generados por el proceso.

### **2.2.1 La prueba de penetración estándar**

Dado el extensivo uso de la prueba de penetración estándar como herramienta para la determinación de las propiedades mecánicas de los suelos locales (arenas y gravas pumíticas con contenidos variables de finos limo-arcillosos), es importante hacer énfasis que para que los resultados sean lo más consistentes posibles, la penetración estándar deberá realizarse siguiendo cuidadosamente la norma ASTM D 1586-84, y no deberá ejecutarse manualmente debido a las imprecisiones en que se cae

En el reporte geotécnico deberá mencionarse la eficiencia, al menos aproximada, con la que se ejecutó la prueba. Basándose en experiencias promedio internacionales se tiene que si la prueba se realizó con malacate de fricción y martinete de "dona" la eficiencia es de alrededor de 45%, mientras que si se usó el mismo malacate pero martinete de seguridad la eficiencia es de aproximadamente 60% (Seed et al, 1985). En Proyectos grandes será conveniente que durante la realización de la prueba de penetración estándar se realicen mediciones de eficiencias, como se indica en la norma ASTM D 4633-86.

En caso de que haya en el subsuelo depósitos de gravas pumíticas llamadas localmente "jales", los resultados obtenidos en la prueba de penetración estándar

deben analizarse con cautela, debido al rompimiento de partículas de suelo que ocurre durante la Ejecución de dicho ensaye. En un futuro deberán investigarse pruebas de campo capaces de arrojar datos confiables sobre depósitos de jales.

### 2.2.2 Detección de suelos colapsables

Existe poca información sobre el colapso de los suelos del Valle de Atemajac. Sin embargo, existen casos en que se han presentado daños estructurales por el fenómeno de colapso y ameritan ser considerados, aunque sea cualitativamente por el momento, a reserva de una mayor investigación.

## 3 CIMENTACIONES

La revisión de la seguridad de una cimentación deberá contemplar el contar con un factor de seguridad apropiado ante falla por cortante, y producir asentamientos tolerables tanto en la edificación en cuestión como en construcciones vecinas.

### 3.1 Cimentaciones superficiales

Se consideran cimentaciones superficiales a zapatas cuya profundidad de desplante ( $D_f$ ) es menor que cinco veces el ancho de la cimentación ( $B$ ). Para el análisis de su estabilidad deberán tenerse en cuenta tanto la falla por cortante como asentamientos perjudiciales que pudieran presentarse.

#### 3.1.1 Falla por corte general

Para cimentaciones superficiales desplantadas en suelos relativamente homogéneos se deberá determinar la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) mediante la ecuación de Terzaghi (Terzaghi y Peck, 1967):

$$q_a = [ \gamma_1 D_f (N_q - 1) + \gamma_1/2 \gamma_2 B N_\square + c N_c ] / F_s \quad (1)$$

donde:

$F_s$	factor de seguridad, el cual deberá tener un valor no menor de 2.5
$\gamma_1$	peso volumétrico del suelo arriba del nivel de desplante ( $t/m^3$ )
$D_f$	profundidad de desplante (m)
$\gamma_2$	peso volumétrico del suelo abajo del nivel de desplante ( $t/m^3$ )
$B$	ancho de la cimentación (m)
$C$	cohesión ( $t/m^2$ )
$N_q, N_\square, N_c$	coeficientes adimensionales de capacidad de carga (Vesic, 1975, y Skempton, 1951) que se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$N_q = \exp(\gamma \tan \gamma) \tan^2(45^\circ + \gamma/2) \quad (2)$$

$$N_\square = 2(N_q + 1) \tan \gamma \quad (3)$$

donde  $\gamma$  es el ángulo de fricción interna determinado mediante pruebas de campo o laboratorio.

El coeficiente  $N\gamma$  se multiplica por  $1 + (B / L) \tan \gamma$  para cimientos rectangulares y por  $1 + \gamma$  para zapatas circulares o cuadradas.

El coeficiente  $N\gamma$  se multiplica por  $1 - 0.4 (B / L)$  para cimientos rectangulares y por 0.6 para cimientos circulares o cuadrados.

$$N_c = 5.14 (1 + 0.25 D_f / B + 0.25 B / L) \quad \text{para } D_f / B < 2 \text{ y } B / L < 1 \quad (4)$$

$D_f$ , B y L tienen el mismo significado arriba mencionado.

En caso de que las desigualdades anteriores no se cumplan,  $D_f / B$  se considera igual a 2 y B/L a 1.

La posición del nivel freático considerada para la evaluación de las propiedades mecánicas del suelo y de su peso volumétrico deberá 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  $\gamma_2$  a considerar en la Ecuación 1 será:

$$\gamma_2 = \gamma' + (Z / B) (\gamma - \gamma') \quad (5)$$

donde:

$\gamma'$	peso volumétrico sumergido ( $t/m^3$ )
$\gamma$	peso volumétrico total del suelo arriba del nivel freático ( $t/m^3$ )

En el caso de combinaciones de carga (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 cimiento ( $B'$ ) deberá considerarse igual a:

$$B' = B - 2 e \quad (6)$$

Un criterio análogo se aplicará en la dirección longitudinal del cimiento para tomar en cuenta la excentricidad respectiva.

### 3.1.2 Asentamientos

#### 3.1.2.1 Asentamientos instantáneos bajo solicitaciones estáticas

Se calcularán en primera aproximación usando los resultados de la teoría de la elasticidad, previa estimación de los parámetros elásticos del terreno, a partir de pruebas directas o indirectas.

### 3.1.2.2 Asentamientos por consolidación

Se calcularán por medio de la relación (Terzaghi y Peck, 1967):

$$\Delta H = \Delta [\Delta e / (1 + e_0)] \Delta z \quad (7)$$

donde:

$\Delta H$	asentamiento de un estrato de espesor H
$\Delta e$	variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical $\square$ ( $\Delta p$ ) inducido a la profundidad z por la carga superficial. Esta variación se estimará a partir de una prueba de consolidación unidimensional realizada con material representativo del existente a esa profundidad.
$e_0$	relación de vacíos inicial
$\Delta z$	espesor de estratos elementales en los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes.

Los incrementos de presión vertical  $\square$  ( $\Delta p$ ) inducidos por la carga superficial se calcularán con la teoría de la elasticidad a partir de las presiones transmitida por la sub-estructura al suelo.

### 3.1.2.3 Asentamientos en arenas

Pueden calcularse en base a diferentes métodos universalmente aceptado, o como fruto de la experiencia local, siempre y cuando la Dirección General de Obras Públicas los apruebe.

Un método simplificado para calcular asentamientos de zapatas en arenas es el propuesto por Peck et al (1974), y este se basa en limitar la capacidad de carga del suelo ( $q_a$ ) en forma tal que el asentamiento total máximo que se presente no rebase 2.5 cm, ni los asentamientos diferenciales los 2 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1 N' \quad (8)$$

donde  $N'$  es la resistencia a la penetración estándar corregida por profundidad mediante la siguiente relación:

$$N' = C_N N \quad (9)$$

donde  $C_N$  es un factor de corrección que se puede calcular con diferentes ecuaciones, entre otras la propuesta por Liao y Whitman (1986):

$$C_N = 1 / (\sigma')^{1/2} \leq 2 \quad (10)$$

donde  $\sigma'$  es el esfuerzo efectivo (en  $\text{kg/cm}^2$ ) a la profundidad en donde se está corrigiendo la resistencia a la penetración estándar (N).

Para el cálculo del esfuerzo admisible en función de los asentamientos ( $q_a$ ) mediante el uso de la Ecuación 8, se deben promediar valores de resistencia a la penetración estándar (N) hasta una profundidad tal que el incremento de esfuerzo por la nueva carga que se aplicará sea menor de 10%. Además, para que los valores N sean realmente representativos, la penetración estándar deberá realizarse en base a las normas establecidas (ASTM D 1586-84).

Este método podrá usarse únicamente para zapatas con anchos (B) no mayores de 3 m.

### 3.1.2.4 Asentamientos permisibles

Para evaluar los asentamientos diferenciales de la cimentación y los inducidos en construcciones vecinas, estos se calcularán en distintos puntos dentro y fuera del área cargada.

Deberá revisarse que tanto los asentamientos totales como los diferenciales sean de magnitudes tales que no causen problemas estructurales. En la Tabla 3 se mencionan los asentamientos permisibles.

Tabla 3

<b>Asentamientos máximos permisibles</b>	
Asentamientos totales máximos permisibles:	
Cimentación de maquinarias	0.5 cm*
Edificios comerciales y habitacionales	2.5 cm
Edificios industriales	3.5 cm
Bodegas	5.0 cm
Asentamientos diferenciales máximos permisibles:	
Edificios con marcos de acero	0.006 L
Edificios con marcos de concreto	0.004 L
Muros de carga de ladrillo recocido o bloque de cemento	0.002 L
Muros con acabados muy sensibles (yeso, piedra ornamental, etc.)	0.001 L

L = distancia entre ejes de columnas o longitud del muro (cm).

\* Excepto cuando el fabricante del equipo indique valores diferentes

### **3.1.3 Emergencia por flotación**

Aquellas estructuras huecas, herméticas (cajones, ductos, etc.) que se encuentren por debajo del nivel freático deberán revisarse contra flotación.

### **3.1.4 Cimentaciones en cauces y zanjas de erosión rellenos**

Dado el patrón de erosión del Valle de Atemajac y los procesos de relleno de los mismos, todo estudio geotécnico deberá prever la presencia de cauces o zanjas sepultadas.

Estructuras desplantadas dentro cauces secundarios o principales de arroyos y de accidentes erosivos ameritarán un estudio de exploración a una profundidad de por lo menos el espesor de los rellenos actuales. Estas construcciones deberán apoyarse a profundidad dentro de terreno virgen.

Para auxiliarse en la determinación del patrón de drenaje del Valle de Atemajac se podrá consultar el departamento de información técnica de la Dirección General de Obras Públicas.

## **3.2 Cimentaciones profundas**

Se consideran cimentaciones profundas a elementos esbeltos (pilas o pilotes) desplantados a profundidades mayores de cinco veces su ancho. Para su diseño, al igual que en el caso de las cimentaciones superficiales, deberá cuidarse el no provocar la falla por cortante del suelo, ni rebasar asentamientos admisibles establecidos en la Tabla 3.

Las cimentaciones profundas se dividen en dos grupos por su procedimiento constructivo: Los pilotes hincados a golpe o a presión y los colados in situ. La carga útil de estos será la combinación de carga útil por punta  $Q_{ap}$ , y la carga útil por fricción lateral  $Q_{af}$ .

El procedimiento constructivo de los pilotes tomará en cuenta la estabilidad de las construcciones vecinas y deberá producir vibraciones por debajo del rango "molesto para personas" que se indica en la Figura 1 de la Sección 3.3.

### **3.2.1 Resistencia por punta**

La resistencia por punta admisible,  $Q_{ap}$  de los cimientos profundos se estimará con la siguiente expresión:



(11)

donde:

	esfuerzo efectivo vertical en t/m <sup>2</sup>
Q <sub>ap</sub>	carga útil soportada por punta (t)
Aseo Público	área transversal del pilote (m <sup>2</sup> )
Presupuesto y Vehículos	presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante (t/m <sup>2</sup> )
N <sub>q</sub>	coeficiente de capacidad de carga definido por

$$N_q = N_{min} + L_e (N_{max} - N_{min}) / [4B \tan(45^\circ + \phi / 2)] \quad (12)$$

cuando  $L_e / B \leq 4 \tan (45^\circ + \phi / 2)$ , ó

$$N_q = N_{max} \quad (13)$$

cuando  $L_e / B > 4 \tan (45^\circ + \phi / 2)$ .

$\phi$	20°	25°	30°	35°	40°
N <sub>max</sub>	12.5	26	55	132	350
N <sub>min</sub>	7.0	11.5	20	39	78

L <sub>e</sub>	longitud empotrada del pilote en el estrato resistente (m)
B	ancho o diámetro del pilote (m)
$\phi$	ángulo de fricción interna del estrato resistente
F <sub>s</sub>	factor de seguridad que deberá tener un valor de al menos 3.0

### 3.2.2 Resistencia por fricción lateral

La resistencia útil por fricción lateral, Q<sub>af</sub> se estimará como a continuación se indica:



(14)

donde:

$Q_{af}$	resistencia útil por fricción lateral (t)
$F_s$	factor de seguridad que deberá tener un valor de al menos 3
$P$	perímetro del pilote (m)
$\Delta H_i$	espesor del estrato i (m)
$K$	coeficiente de empuje lateral (1.5 para pilotes hincados a golpe o presión y 2.0 para pilotes colados in situ)
$Z_i$	profundidad al centro del estrato i (m)
$\delta_i$	ángulo de fricción suelo-concreto, donde $\delta_i = \phi$ para superficie rugosa (pilotes colados in situ) $\tan \delta_i = 0.7 \tan \phi$ para pilotes hincados a golpe.

Para pilotes sujetos a tensión, su resistencia útil estimada será la correspondiente a  $Q_{af}$ .

El procedimiento constructivo de los pilotes tomará en cuenta la estabilidad de las construcciones vecinas y evitará en lo posible el nivel de vibración.

### 3.2.3 Pruebas de carga

Los asentamientos de la cimentación se calcularán como la suma de la deformación elástica de los pilotes mas la deformación del suelo que los subyace. Tanto la deformación como la resistencia de los pilotes se verificarán mediante una prueba de carga a 1.5 veces la carga útil, sosteniendo la carga máxima 24 horas, seguida por 6 ciclos rápidos de carga-descarga.

El asentamiento permanente no deberá ser mayor de  $D/20$ , en donde  $D$  es el diámetro del pilote o pila.

### 3.3 Cimentaciones de maquinarias

Tanto para que las máquinas que producen vibraciones tengan un funcionamiento apropiado, como para que no perjudiquen construcciones vecinas, su cimentación deberá diseñarse cuidadosamente, para lo cual se necesitará determinar propiedades dinámicas del suelo. Los parámetros dinámicos más importantes para el diseño de cimentaciones de maquinarias son el módulo de cortante ( $G$ ) y la relación de amortiguamiento ( $\lambda$ ) para los rangos de deformación que se esperan.

El módulo cortante ( $G$ ) y la relación de amortiguamiento ( $\lambda$ ) pueden determinarse mediante relaciones empíricas entre pruebas de campo (tales como penetración estándar) y estos parámetros, y preferentemente mediante pruebas geofísicas realizadas en el sitio.

La cimentación de la maquinaria debe diseñarse en una forma tal que las amplitudes de desplazamiento en el límite de las instalaciones industriales queden

por debajo del rango de “fácilmente apreciable a personas” que aparece en la

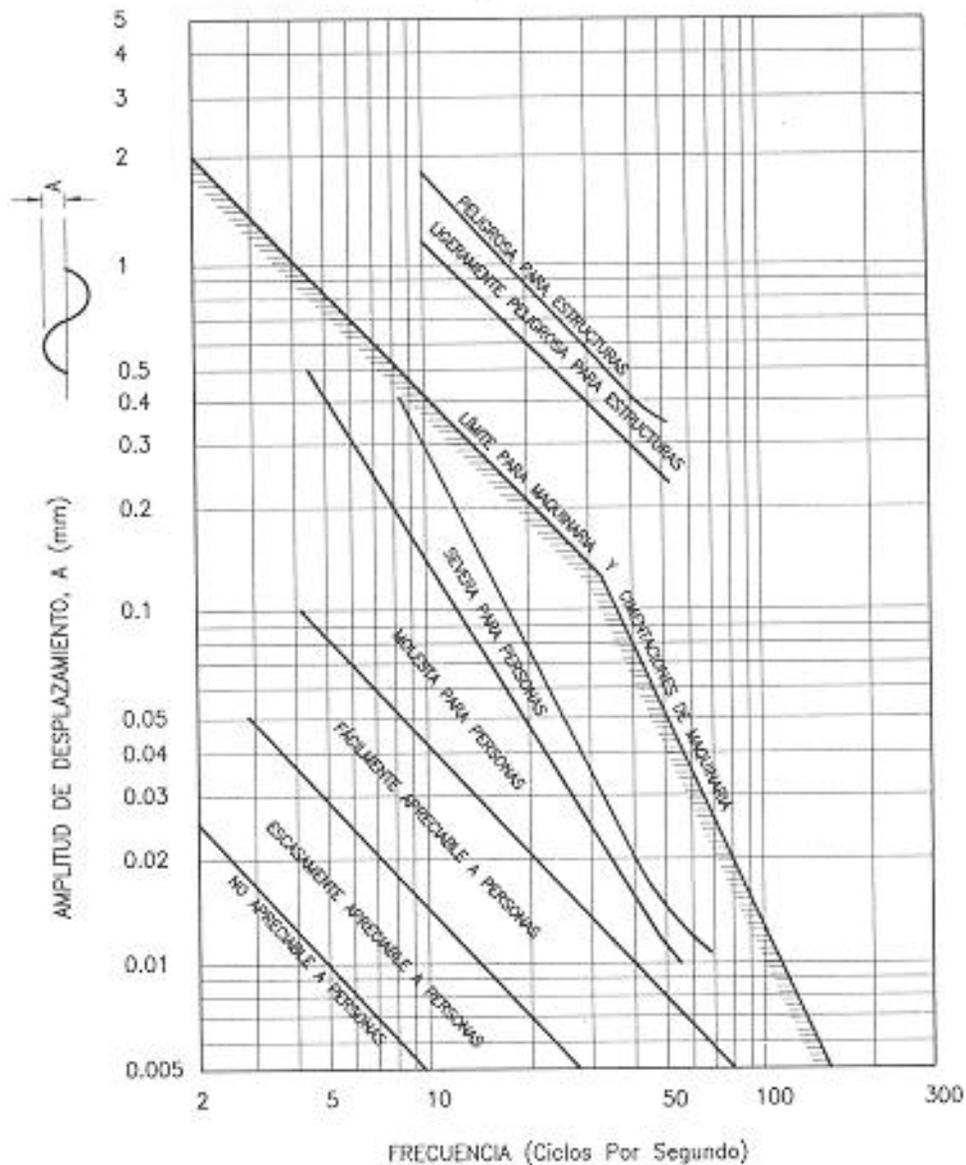


FIGURA 1. LÍMITES GENERALES DE AMPLITUD DE DESPLAZAMIENTO PARA UNA FRECUENCIA DE VIBRACIÓN PARTICULAR (Richart, 1962)

Figura 1

En el diseño de la cimentación se podrán contemplar mecanismos correctivos para que, una vez en operación la máquina, se puedan modificar las amplitudes de desplazamiento para que queden dentro del rango permisible.

A criterio de la Dirección General de Obras Públicas se podrá solicitar el monitoreo de las vibraciones producidas por maquinaria, para constatar que su funcionamiento produce amplitudes de desplazamiento dentro del rango permisible arriba establecido.

### **3.4 Comportamiento de suelos ante sismos**

Durante los sismos las edificaciones pueden sufrir diferentes daños dependiendo del subsuelo en el que están desplantadas, además de las características del temblor (magnitud, duración, mecanismo y profundidad) y la distancia al epicentro o a la falla activada.

En base a la magnitud y tipos de deformaciones sufridas por depósitos sometidos a cargas sísmicas, el comportamiento de suelos puede dividirse en dos grupos: problemas de suelos con deformaciones temporales y suelos con deformaciones permanentes.

Por lo que respecta a depósitos de suelos con deformaciones temporales, dos de los datos más importantes para el diseño sísmo-resistente son el período fundamental de vibración de un depósito de suelos ( $T_s$ ) y el espectro de diseño. Hay diversos métodos para determinar el periodo de vibración ( $T_s$ ), y uno de ellos se basa en determinar la profundidad a la roca basal y la velocidad de propagación de ondas de cortante ( $V_s$ ) de los diferentes estratos. Los espectros de diseño para San Cristobal de la Barranca se indican en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

Los tipos de comportamientos de suelos con deformaciones permanentes que deben preverse en la zona de San Cristobal de la Barranca, constituida principalmente por suelos granulares (arenas y gravas pumíticas), son la subsidencia por compactación y la licuación.

#### **3.4.1 Subsidencia por compactación**

Los suelos granulares o friccionantes tienden a densificarse cuando son sometidos a vibraciones. La vibración causada por sismos puede ocasionar la densificación de depósitos de suelos friccionantes que a su vez causarán asentamientos en la superficie, y asentamientos diferenciales en las estructuras. Un caso especialmente crítico puede ser cuando una parte de la edificación está desplantada en suelo rígido o sobre pilas o pilotes, y otra sobre suelos sueltos.

Cuando se tengan depósitos de suelos friccionantes con resistencias promedio a la penetración estándar con eficiencias de 60% ( $N_{60}$ ) menores que cinco deberán tomarse medidas para evitar este fenómeno de subsidencia por compactación.

#### **3.4.2 Fenómeno de licuación**

Cuando el nivel freático se encuentre a menos de 6 m abajo de la superficie y el subsuelo esté constituido por arenas con menos de 35% de finos y con compacidades sueltas, se consideran potencialmente licuables al ser sometidas ante cargas sísmicas.

En general, cuando las resistencias a la penetración estándar corregidas por profundidad (ver Ecuación 9) y para eficiencias de 60% ( $N'_{60}$ ) son iguales o menores que 16, se considera que su compacidad es suficientemente baja para licuarse ante las aceleraciones sísmicas que pueden presentarse en la región. (Seed et al, 1985)

En caso de que se cumpliera lo arriba establecido, deberá optarse por mejorar las condiciones del suelo mediante algún método de reconocida eficacia, o diseñar una cimentación tal que logre mantener la estabilidad de la estructura.

Se podrá hacer un análisis de licuación del suelo diferente del método simplificado aquí establecido, pero la Dirección General de Obras Públicas deberá autorizarlo.

### **3.5 Cimentaciones especiales**

Para cimentaciones especiales, será necesario presentar el anteProyecto a la Dirección General de Obras Públicas para su anuencia.

## **4. EXCAVACIONES**

Las excavaciones cuyos taludes no sean provistos de soporte adicional serán limitados en su altura por uno o mas de los siguientes casos:

1. La presencia de agua libre superficial. Ninguna excavación por debajo del nivel freático podrá realizarse sin algún tipo de soporte en los taludes ni sin la aplicación de un medio filtrante diseñado para evitar el arrastre de partículas de suelo por el agua en movimiento.
2. La presencia de construcciones existentes e instalaciones públicas en el hombro del talud. Para distancias de construcciones menores de 2 m del hombro del talud, toda excavación se protegerá con soporte adicional.
3. Todos los cortes verticales mayores de 2 m se reforzarán y protegerán durante la totalidad del tiempo que estos estén expuestos.

Cuando sea requerido, el soporte adicional a taludes se proporcionará y se estimará de acuerdo con lo estipulado en la sección de Taludes y Elementos de Contención de estas Normas Técnicas Complementarias.

Control y manejo del agua.

Los sistemas de abatimiento del espejo del agua deberán diseñarse de tal manera que se garantice un fondo seco. El agua proveniente de zonas muy locales en taludes se manejará con drenes colocados dentro del cuerpo de los mismos, conduciéndola a un cárcamo o pozo de bombeo. Toda el agua bombeada

se verterá en un cárcamo en la superficie del terreno en el que se puedan verificar la ausencia de partículas del suelo arrastradas por el sistema de bombeo. Del cárcamo, el agua se reinyectará de nuevo al subsuelo en el perímetro de la excavación o se verterá al sistema de drenaje pluvial con la anuencia de la Junta Intermunicipal de Agua Potable (JIAP).

## 5 TALUDES

Construcciones cerca de taludes naturales en suelos friccionantes con alturas máximas de 6 m:

- Las construcciones que se pretendan realizar en taludes descendentes, no deberán localizarse a una distancia menor a:

a)  $6B$  medidos horizontalmente a partir de la base del cimiento a la cara del talud, donde  $B$  es el ancho del cimiento (m).

b) En pendientes mayores a  $45^\circ$ , fuera de la cuña delimitada por un plano trazado a partir del pie del talud a  $45^\circ$  de la horizontal y la cara del talud, tal como se muestra en la Figura 2.

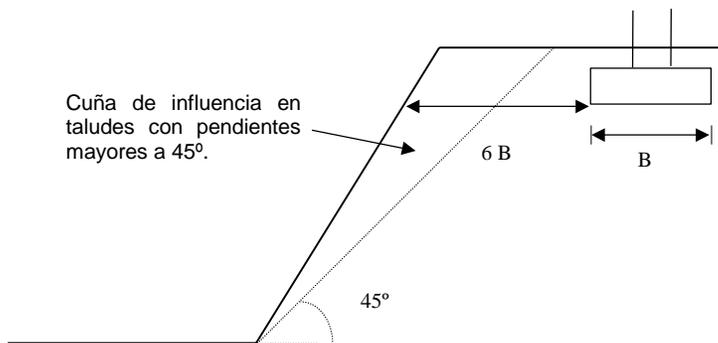


FIGURA 2. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE UN CIMIENTO Y UN TALUD (UBC, 1994)

- Todo talud permanente se protegerá contra la erosión.
- En situaciones donde se requiera una distancia menor, se realizarán los estudios correspondientes y/o se reforzará el talud mediante anclaje o elementos de contención.
- Los pozos de absorción tendrán una distancia mínima de 15 m de la cara libre de los taludes con altura mayor de 3 m. El fondo de estos pozos quedará a un nivel inferior al del pie del talud.

En taludes de rellenos o con alturas mayores de 6 m se presentará un estudio de estabilidad de taludes.

## **6 ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN**

Los elementos de contención considerados en estas normas son estructuras de gravedad diseñadas para soportar los empujes de suelo natural o relleno en sus respaldos o bien muros de concreto reforzado con o sin anclas o contrafuertes.

Todo muro de contención tendrá drenaje en su respaldo. En la boca interior de los tubos de drenaje se colocará un filtro diseñado para retener el suelo en el respaldo.

Las fuerzas actuantes a considerar para estimar la estabilidad de los elementos de contención serán:

- El peso propio del elemento
- El empuje de tierras
- El empuje generado por sobrecargas del terreno
- La fricción muro-suelo
- El empuje hidrostático y fuerzas de filtración
- Las fuerzas sísmicas

Los elementos de contención se analizarán para los siguientes casos:

- Deslizamiento de la base
- Volteo
- Falla de cimentación
- Giro excesivo de la corona
- Estabilidad general del talud
- Integridad estructural del elemento

Para muros con altura menor de 6 m, se podrá utilizar el método semiempírico de Terzaghi (Terzaghi y Peck, 1967) para estimar la magnitud del empuje.

Los muros con altura mayor de 6 m serán analizados con mayor detalle. El análisis se someterá a la Dirección General de Obras Públicas para su revisión y aprobación.

Para revisar los empujes contra muros de contención ante fuerzas sísmicas se podrá usar el método propuesto por Mononobe-Okabe (Das, 1983) o algún otro, previa aprobación de la Dirección General de Obras Públicas.

## **7.REFERENCIAS:**

American Society for Testing and Materials - ASTM (1996), Volume 04.08

Canadian Foundation Engineering Manual (1992), 3rd Edition. Canadian Geotechnical Society

Das, B.M. (1983) Fundamentals of Soil Dynamics. Elsevier.

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones - DDF (1989)

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Normas Tecnológicas de la Edificación. Acondicionamiento del Terreno, Cimentaciones (1993). 6ta edición. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

Liao, S.S.C. y Whitman, R.V. (1986) Overburden correction factor for SPT in sands. j. Geotec. Engr. Div. ASCE, Vol. 112, No. 3.

Peck, R.B., Hanson, W.E. y Thornburn, T.H. (1974). Foundation Engineering. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York.

Reglamento de Construcciones para el D.F. (1989). México, D.F.

Reglamento de emergencia de diseño sísmico de la República de El Salvador (1989). San Salvador.

Richart, F.E. (1962). Foundation Vibration, ASCE, Transactions, Vol. 127, part 1.

Seed, H., Tokimatsu, K., Harder, L.F., y Chung, R.M. (1985). The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations. J. Geotech. Engr. Div. ASCE, Vol. 111, No. 12.

Skempton, A.W. (1951) The bearing capacity of clays. Building Research Congress, London, Inst. Civil Engineers.

Terzaghi, K. y Peck, R.B. (1967). Soil Mechanics in engineering practice. John Wiley & Sons, New York.

Uniform Building Code (1994). Volume 2, Structural engineering design provisions. Chapter 18, Foundations and retaining walls. California.

Vesic, A.S. (1975). Bearing capacity of shallow foundations. Foundation Engineering Handbook, Winterkorn and Fang Editors. Van Nostrand Reinhold Co.

Salón de Cabildo  
San Cristóbal de la Barranca, Jalisco a 03 de Marzo de 2008

El Secretario y Sindico del Ayuntamiento  
Ing. José López Castro

Por tanto de conformidad con lo dispuesto por el artículo 42, fracción V de la Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado de Jalisco, mando se imprima, publique circule y se le de el debido cumplimiento.

Dado en la Presidencia Municipal, a los tres días del mes de marzo de dos mil ocho.

---

C. ALFREDO CASTRO CASTRO  
PRESIDENTE MUNICIPAL