



TAMAULIPAS

Reglamento de Construcciones para el Estado de Tamaulipas

Documento de consulta
Ultima reforma aplicada 27 de Enero de 1978.

ENRIQUE CARDENAS GONZALEZ, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE TAMAULIPAS, en ejercicio de las facultades que otorgan al Ejecutivo a mi cargo los Artículos 95 Fracción V de la Constitución Política del Estado y 7° y 8° de la Ley de Desarrollo Urbano vigente en la Entidad, y,

CONSIDERANDO

PRIMERO.- Que el Ejecutivo a mi cargo ha tenido como preocupación esencial, establecer en la Entidad una Reglamentación sobre las construcciones que se edifiquen en la misma, cuidando como es obligación del Poder Público, que tales normas tiendan a proporcionar la seguridad, higiene y fisonomía que reclama la vida actual.

SEGUNDO.- Que con tal motivo se encomendó a la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos del Gobierno del Estado un ante-proyecto de Reglamento que estableciera en forma precisa el sentido y alcance de sus disposiciones, para que su fácil interpretación repercutiera en un estricto cumplimiento al elegirse los diversos tipos de edificación, buscando que los mismos fueren coherentes con el crecimiento de los centros urbanos, pero que a la vez, tuviera la flexibilidad necesaria, para su inmediata aplicación en el medio rural donde naturalmente por múltiples razones los requisitos resultarán de menor grado, pero vigilando que en todo caso quedare debidamente atendido el factor seguridad.

TERCERO.- Que en base a tal orden de ideas, resultó indispensable efectuar un minucioso estudio de carácter técnico para precisar los requisitos estructurales que debe cumplir toda construcción, estudio que debería tener como sustento el amplio conocimiento de nuestra realidad, tanto socio-económica, como natural, procediendo en este último caso al análisis de los tipos de suelo, de material de construcción, de factores climáticos y meteorológicos, etc., para que así, conjuntando ambos aspectos, fijar para el medio rural y urbano y según el tipo de construcción, los requisitos mínimos a cumplir.

CUARTO.- Que con fundamento en los estudios referidos en los Considerandos que preceden, cuya última revisión fue objeto de meticoloso análisis, tanto en su aspecto de normas generales, como en su contenido estrictamente técnico, tengo a bien expedir, el siguiente:

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL ESTADO DE TAMAULIPAS

TITULO PRIMERO

REQUISITOS GENERALES

C A P I T U L O I

DISPOSICIONES GENERALES:

ARTICULO 1.- Alcance

Las disposiciones de este Reglamento son de orden público e interés social, regirán en el Estado de Tamaulipas debiendo sujetarse a las mismas, todas las obras e instalaciones públicas o privadas que se ejecuten, en terrenos de propiedad privada, pública, federal o ejidal, así como el uso de los inmuebles, destino, usos y reservas de los predios de esta entidad federativa.

ARTICULO 2.- Facultades

Corresponde a la Dirección de Obras Públicas Municipales y a la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos hacer cumplir las disposiciones de este Reglamento.

Para este fin dichas Dependencias tienen las siguientes facultades:

I.- Acordar determinaciones administrativas para que las construcciones, instalaciones y vías públicas reúnan las condiciones necesarias de higiene, seguridad, comodidad y estética siempre y cuando se sujeten a lo establecido por la Ley de Desarrollo Urbano en vigor.

II.- Controlar el uso de los terrenos y las densidades de población y de construcción de acuerdo con el interés público.

III.- Ceder o negar, de acuerdo con lo dispuesto por este Reglamento, permisos para obras relacionadas con la construcción.

IV.- Inspeccionar todas las construcciones e instalaciones que se ejecuten o estén terminadas.

V.- Practicar inspecciones para conocer el uso que se haga de un predio, estructura, instalación, edificio o construcción.

VI.- Ordenar la suspensión de obras en los casos previstos por este Reglamento.

VII.- Dictar disposiciones en relación con edificios peligrosos y establecimientos malsanos o que causen molestias.

VIII.- Ordenar y ejecutar demoliciones de edificios en los casos previstos por este Reglamento.

IX.- Ejecutar por cuenta de los propietarios, las obras ordenadas en cumplimiento de este Reglamento que no se hagan en el plazo que se les fije.

X.- Autorizar o negar, de acuerdo con lo dispuesto por este Reglamento, la ocupación o el uso de una construcción, estructura o instalación.

XI.- Llevar un registro clasificado de Directores responsables de obra.

XII.- Imponer las sanciones correspondientes por violaciones a este Reglamento.

XIII.- Las demás que le confieren en este Reglamento y otras disposiciones legales aplicables.

CAPITULO II

VIAS PUBLICAS Y OTROS BIENES DE USO COMUN Y DE SERVICIOS PUBLICOS.

ARTICULO 3.- Vía Pública.

Es todo espacio de uso común que por disposición de la autoridad administrativa se encuentra destinado al libre tránsito, de conformidad con las leyes y reglamentos de la materia, así como todo inmueble que de hecho se utilice para ese fin. Es también característica de la vía pública el servir para la aereación, iluminación y asoleamiento de los edificios que la limitan, para dar acceso a los predios colindantes, o para alojar cualquier instalación de una obra o de un servicio público.

Este espacio está limitado por la superficie engendrada por la generatriz vertical que sigue al alineamiento oficial o el lindero de dicha vía pública.

ARTICULO 4.- Presunción de vía pública.

Todos los bienes de uso común, o destinados a un servicio público, así como todo inmueble que aparezca como vía pública en algún plano oficial, en archivos, museos, bibliotecas o dependencias oficiales, se presumirá que es vía pública salvo prueba en contrario.

ARTICULO 5.- Régimen de las vías públicas.

Las vías públicas, lo mismo que todos los demás bienes de uso común o destinados a un servicio son inalienables e imprescriptibles, y se regirán por las disposiciones legales y reglamentarias de la materia.

ARTICULO 6.- Vías Públicas procedentes de fraccionamientos.

Aprobado un fraccionamiento de acuerdo con las disposiciones legales relativas, los inmuebles que en el plano oficial aparezcan como destinados a la vía pública, el uso común o algún servicio público, pasarán por ese sólo hecho al dominio del Ayuntamiento. La Dirección de Obras Públicas Municipales, remitirá copia a la Dirección General de Asentamientos Humanos,

Obras y Servicios Públicos, al Departamento de Catastro, al Registro Público de la Propiedad, así como a la Tesorería General del Estado, para la inscripción correspondiente.

CAPITULO III

USO DE LA VIA PUBLICA.

ARTICULO 7.- Autorización para la ejecución de obras en la vía pública.

Ningún particular ni autoridad podrá proceder a ejecutar construcciones, modificaciones o reparaciones en la vía pública, ni ejecutar obras que de alguna manera modifiquen las existentes, sin autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

Una vez concedido el permiso no crearán ningún derecho real posesorio en favor del permisionario. Estas autorizaciones serán terminables y revocables; en ningún momento atentarán contra los derechos de terceras personas.

ARTICULO 8.- Ocupación de la vía pública.

Los materiales destinados para la construcción de obras permanecerán en la vía pública sólo el tiempo preciso para la ejecución de las mismas, debiendo el Director responsable de la obra colocar señales suficientes y visibles, aprobadas por la Dirección de Obras Públicas Municipales, en los lugares ocupados para evitar accidentes; los escombros que resulten deberán ser retirados en un plazo no mayor de 48 horas después de terminada la obra.

La carga y descarga de los materiales, se sujetarán al horario que fije la Dirección de Obras Públicas Municipales, en coordinación con el Departamento de Tránsito Local.

ARTICULO 9.- Prohibición de uso de las vías públicas.

No se autorizará a los particulares el uso de las vías públicas en los siguientes casos:

I.- Para aumentar, el área utilizable de un predio o de una construcción tanto en forma aérea como subterránea.

II.- Para establecer puestos comerciales de cualquier clase que sea, o para usarlos con fines conexos a alguna negociación.

III.- Para instalar aparatos y botes de basura cuando su instalación entorpezca el tránsito.

IV.- Cuando se produzcan ruidos molestos a la población o al vecindario.

ARTICULO 10.- Obras o instalaciones ejecutadas en la vía pública o el vecindario.

El que ocupe sin autorización la vía pública con construcciones o instalaciones superficiales, aéreas o subterráneas estará obligado a retirarlas cuando lo ordene la Dirección de Obras Públicas Municipales.

CAPITULO IV

INSTALACIONES AEREAS O SUBTERRANEAS EN LA VIA PUBLICA:

ARTICULO 11.- Instalaciones aéreas o subterráneas.

Las instalaciones subterráneas para los servicios públicos de teléfonos, alumbrado, semáforos, energía eléctrica, gas y cualesquiera otras, deberán localizarse a lo largo de aceras o camellones, en las aceras deberán distar por lo menos 1.00 M. del alineamiento oficial.

La Dirección podrá autorizar la construcción o instalaciones subterráneas fuera de aquellas descritas en el párrafo anterior, cuando la naturaleza de las obras lo requiera, fijando en cada caso la profundidad mínima y máxima en la que deberán alojarse dichas instalaciones.

Las instalaciones aéreas en la vía pública, deberán estar sostenidas sobre postes colocados para ese efecto dentro de la acera a una distancia mínima de 0.30 M. en el borde de la guarnición y el punto más próximo del poste. Cuando no existan aceras los interesados solicitarán a la Dirección el trazo de la guarnición.

ARTICULO 12.- Conservación de postes e instalación en la vía pública.

Los propietarios de postes o instalaciones colocadas en la vía pública, están obligados a conservarlos en buenas condiciones de servicio y a retirarlos o removerlos cuando las dependencias encargadas de los mismos lo consideren necesario por razones de seguridad o funcionamiento, previa autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 13.- Retiro o cambio de ubicación de postes o instalaciones.

La Dirección podrá ordenar el retiro o cambio de lugar de postes o instalaciones por cuenta de sus propietarios, por razones de seguridad o funcionamiento. Si no lo hicieran dentro del plazo que le haya fijado, la Dirección lo ejecutará a costa de dichos propietarios.

No se permitirá colocar postes o instalaciones en aceras cuando con ello se impida la entrada a un predio. Si el acceso al predio se construye ya colocados el poste o la instalación podrán ser cambiados de lugar por el propietario del poste pero los gastos correrán por cuenta del propietario del predio.

ARTICULO 14.- Altura de retenidas o accesorios.

Los cables de retenidas y las ménsulas, alcatayas, así como cualquier otro apoyo que se usan para el ascenso a postes o a las instalaciones, se colocarán a 2.10 metros de altura sobre el nivel de la acera.

ARTICULO 15.- Identificación de postes e instalaciones en la vía pública. Los postes e instalaciones que se coloquen en la vía pública deberán ser identificados por una señal que previamente aprobará la Dirección de Obras Públicas Municipales.

CAPITULO V

NOMENCLATURA.

ARTICULO 16.- Nomenclatura oficial y denominación de las vías públicas.

La numeración de los predios corresponde a la Dirección de Obras Públicas Municipales, así como la denominación de las vías públicas. Los particulares solicitarán a la Dirección la identificación de su predio mediante el número oficial que otorgará dicha dependencia, previa solicitud a la misma y no podrán alterarlos o modificarlos sin la autorización expresa de la Dirección.

ARTICULO 17.- Colocación y características del número.

El número deberá colocarse en una parte visible de la entrada del predio y deberá ser claramente legible a juicio de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 18.- Cambio del número y denominación de vías públicas.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, para una mejor identificación de vías públicas y predios podrá cambiar la numeración y denominación de los mismos, quedando obligado el propietario del predio a colocar el número que se le asigne en un plazo no mayor de 90 días, en caso contrario lo pondrá la Dirección con cargo al propietario.

ARTICULO 19.- Aviso de cambio de número y denominación de vías públicas a otras dependencias.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, deberá notificar a las Dependencias oficiales tales como Registro Público de la Propiedad, Departamento de Catastro, Departamento de Predial de la Tesorería, Dirección General de Correos y Secretaría de Comunicaciones y Transportes, los cambios aprobados por ella misma en la vía pública.

CAPITULO VI

ALINEAMIENTO Y USO DEL SUELO.

ARTICULO 20.- Alineamiento oficial.

El alineamiento oficial es la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública determinada en los planos y proyectos legalmente aprobados.

ARTICULO 21.- Constancia de alineamiento.

La Dirección de Obras Públicas Municipales expedirá el documento oficial en que se haga constar el alineamiento previo el pago de los derechos correspondientes por el interesado y tendrá una vigencia de 180 días a partir de la fecha de su expedición. La Dirección conservará copia de la constancia del alineamiento respectivo y enviando otro tanto al Departamento de Catastro a fin de que sirva de base al deslinde de los predios colindantes a la vía pública.

ARTICULO 22.- Modificación del alineamiento.

Un alineamiento oficial sólo podrá modificarse cuando haya el proyecto de planificación aprobado por el H. Ayuntamiento del Municipio respectivo.

ARTICULO 23.- Permiso para construir sin seguir el alineamiento.

El Departamento de Obras Públicas Municipales tomando en cuenta la opinión del Consejo de Planificación podrá:

a).- Permitir que todo o parte del frente de un predio se construya hacia dentro del predio sin seguir el alineamiento oficial sea para erigir cuerpos salientes o porque medien razones de estética o de conveniencia privada, debiendo la traza dominante exterior del edificio ser paralela a dicho alineamiento oficial.

b).- Autorizar que no se cumpla el requisito de paralelismo, siempre que con ello no se destruya la perspectiva o armonía de una calle, plaza o glorieta.

c).- Exigir o no que el alineamiento se marque sobre el terreno de alguna manera (reja, pilones, cadenas, setos; etc.)

ARTICULO 24.- Prohibiciones para hacer obras.

Cuando por causa de un proyecto de planificación aprobado por el H. Ayuntamiento quede una construcción fuera del alineamiento oficial, no se permitirá hacer obras que modifiquen la parte de dicha construcción que sobresalga del alineamiento.

CAPITULO VII

DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRAS.

ARTICULO 25.- Generalidades.

Director responsable de obra es la persona física o moral cuya actividad esté total o parcialmente relacionada con el proyecto y construcción de obras a que se refiere este ordenamiento y quien se hace responsable de la observancia de este reglamento en las obras para las que otorgue su responsiva profesional.

ARTICULO 26.- Responsiva profesional.

Para los efectos de este reglamento se entiende que un Director responsable de obra otorgará su responsiva profesional cuando:

I.- Suscriba una solicitud de licencia de construcción o de demolición.

II.- Ejecute una obra aceptando la responsabilidad de la misma.

III.- Suscriba la solicitud de registro de una obra.

IV.- Suscriba un dictamen de estabilidad o seguridad de un inmueble; o,

V.- Suscriba un estudio de carácter arquitectónico o estructural.

ARTICULO 27.- Construcciones que no requieren de Director responsable de Obra.

No requerirá de responsiva de Director responsable de obra cuando se trate de las siguientes obras:

I.- Arreglo de techos, azoteas o entresijos cuando en la reparación se emplee el mismo tipo de construcción y siempre que el claro no sea mayor de cuatro metros ni se afecten miembros estructurales importantes.

II.- Construcción de bardas con altura máxima de 2.00 metros.

III.- Apertura de claros de 1.50 M. como máximo en construcciones hasta de dos niveles, si no se afectan elementos estructurales y no se cambia total o parcialmente el destino del inmueble.

IV.- Instalación de fosas sépticas o albañales en casa habitación; y

V.- La edificación en un predio baldío de una vivienda unifamiliar mínima según lo establecido en el capítulo 12 Artículo 61 del presente Reglamento para uso de su propietario.

ARTICULO 28.- Profesionales que podrán otorgar su responsiva como Directores responsables de la obra.

Los que hayan recibido título de Arquitecto o Ingeniero Civil.

ARTICULO 29.- Obligaciones del Director responsable de obra.

El Director responsable de una obra será el único responsable de la buena ejecución de ésta y deberá:

I.- Dirigir y vigilar la obra por sí o por medio de profesionistas o pasantes auxiliares, de acuerdo con este reglamento y con el proyecto aprobado de la misma.

II.- Responder de cualquier violación a las disposiciones de este reglamento.

III.- Llevar en la obra un libro bitácora foliado y encuadernado, en el cual se anotarán los siguientes datos:

Nombre, atribuciones y firma de los técnicos auxiliares si los tiene; fechas de visitas del Director responsable de la obra; materiales empleados para los fines estructurales o de seguridad; procedimientos generales de construcción y control de calidad; fecha de iniciación de cada etapa de la obra; incidentes y accidentes; observaciones e instrucciones especiales del Director responsable de la obra y observaciones de los inspectores de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

IV.- Visitar la obra en todas las etapas importantes del proceso de construcción.

V.- Colocar en lugar visible de la obra un letrero con su nombre, número de registro, número de licencia de la obra y ubicación de la misma; y,

VI.- Refrendar su calidad de Director responsable de la obra, una vez al año.

ARTICULO 30.- Término de las funciones del Director responsable de la obra:

I.- Cuando se notifique a la Dirección de Obras Públicas Municipales el cambio, suspensión, abandono o retiro de Director responsable de obra.

II.- Cuando no haya refrendado su calidad de Director responsable de la obra.

III.- Cuando la Dirección de Obras Públicas Municipales autorice la ocupación de la obra.

ARTICULO 31.- Término de la responsabilidad del Director responsable de la obra.

La responsabilidad de carácter administrativo de los Directores responsable de la obra, termina a los cinco años contados a partir de que se expida la autorización de uso u ocupación del inmueble.

ARTICULO 32.- Suspensión del registro al Director responsable de la obra.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá determinar la suspensión del registro al Director responsable de la obra en los siguientes casos:

I.- Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos falsos, o datos erróneos.

II.- Cuando no hubiera cumplido sus funciones como Director responsable de obra en caso de que haya dado su responsiva profesional.

III.- Cuando haya reincidido en violaciones a este reglamento.

ARTICULO 33.- Requisitos para obtener el registro como Director responsable de obras:

I.- Acreditar ser de nacionalidad mexicana.

II.- Acreditar que posee cédula profesional correspondiente, relacionada directamente con el proyecto y construcción de obras a que se refiere este ordenamiento.

III.- Acreditar ser miembro activo del Colegio de Profesionales respectivos; en caso de no existir el Colegio ni Asociación de Profesionales en el Municipio, podrá autorizarse el registro del solicitante.

CAPITULO VIII

LICENCIAS.

ARTICULO 34.- Licencias de Construcción.

Licencia de construcción es el documento expedido por la Dirección de Obras Públicas Municipales, por medio del cual se autoriza a los propietarios para construir, ampliar, modificar, cambiar de uso; reparar o demoler una edificación o instalación en los predios.

Las solicitudes de licencia de construcción deberán recibir resolución de aprobación o rechazo por parte de las autoridades competentes, en un plazo no mayor de 30 días hábiles contados a la fecha en la que se reciba la solicitud.

ARTICULO 35.- Necesidad de Licencia.

Para ejecutar obras o instalaciones públicas o privadas en la vía pública o en predios propiedad pública o privada, será necesario obtener licencia de la Dirección de Obras Públicas Municipales salvo en los casos a que se refiere el Artículo 36 de este reglamento.

Sólo se concederán licencias a los propietarios de los inmuebles cuando la solicitud respectiva vaya acompañada de la responsiva del Director responsable de obras y cumpla con los demás requisitos señalados en las disposiciones relativos de este reglamento.

ARTICULO 36.- Obras que no requieren licencia de construcción.

No se requerirá licencia de construcción para las siguientes obras:

- I.- Resanes y aplanados interiores.
- II.- Reposición y reparación de pisos, si no afectan elementos estructurales.
- III.- Pintura y revestimiento de interiores.
- IV.- Reparación de albañales.
- V.- Reparación, de tuberías de agua e instalaciones sanitarias sin afectar elementos estructurales.
- VI.- Colocación de madrinas en techos, salvo en los de concreto.
- VII.- Demoliciones hasta de un cuarto aislado de 20.00 M2. si está desocupado, sin afectar la estabilidad del resto de las construcciones.
- VIII.- Construcciones provisionales para uso de oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra y de los servicios sanitarios correspondientes.
- IX.- Construcción previo aviso por escrito a la Dirección de Obras Públicas Municipales de la primera pieza de carácter provisional hasta de 4 x 4 y sus servicios sanitarios correspondientes siempre y cuando se respeten los alineamientos y las restricciones del predio.
- X.- Obras similares a las anteriores cuando no afecten elementos estructurales.

ARTICULO 37.- Licencias de acuerdo a la superficie de predios.

La Dirección de Obras Públicas Municipales no otorgará licencias de construcción respecto a lotes o fracciones de terrenos que hayan resultado de la división de predios efectuada sin autorización de la propia Dirección.

Las dimensiones mínimas de los predios que autorice la Dirección para que pueda otorgarse licencia de construcción en ellos serán de 120.00 M2.

No obstante la Dirección podrá conceder licencias de construcción para fracciones de predios afectados por obras públicas cuya superficie será mayor de 40 M2.

ARTICULO 38.- Vigencia y prórroga de la licencia.

El tiempo de vigencia de las licencias de construcción que expida la Dirección de Obras Públicas Municipales estará en relación con la naturaleza y magnitud de la obra por ejecutar, y ésta se fijará en las siguientes bases:

Para la construcción con superficie hasta de 300 M2. será de 12 meses; hasta 1,000 M2. será de 24 meses y de más de 1,000.00 M2 será de 36 meses.

Si terminado el plazo autorizado para la construcción de una obra ésta no se hubiere concluido, para continuarla deberá obtenerse prórroga de la licencia y cubrir los derechos por la parte no ejecutada de la obra.

ARTICULO 39.- Pago de derechos.

Toda licencia causará los derechos que fijen las tarifas vigentes.

Las licencias de construcción, y los planos aprobados no se entregarán al interesado hasta que éste hubiere cubierto el monto de todos los derechos que haya generado su autorización.

Si en un plazo de 30 días a partir de la recepción de la solicitud, la licencia no se expidiere por falta de pago de los derechos se podrá cancelar la solicitud correspondiente.

CAPITULO IX

OCUPACION DE LAS OBRAS.

ARTICULO 40.- Manifestación de terminación de obra.

Los propietarios están obligados a manifestar por escrito a la Dirección la terminación de las obras ejecutadas en sus predios, en un plazo no mayor de 15 días, contados a partir de la conclusión de las mismas.

ARTICULO 41.- Visto bueno de seguridad y operación.

El visto bueno de seguridad y operación es el documento mediante el cual la Dirección de Obras Públicas Municipales hace constar que la instalación o edificación reúne las condiciones de operación y seguridad que señala este reglamento, previa inspección de la misma y siempre que las pruebas de carga y de las instalaciones resulten satisfactorias.

ARTICULO 42.- Edificaciones e instalaciones que requieren el visto bueno de seguridad y operación:

I.- Escuelas y cualesquiera otras instalaciones destinadas a la enseñanza.

II.- Centros de reunión, tales como cines, teatros, salas de conciertos, salas de conferencia, auditorios, cabarets, restaurants, salones de fiesta o similares, museos, circos, carpas, estadios, arenas, hipódromos, plazas de toros o cualesquiera otros con usos semejantes.

III.- Instalaciones deportivas o recreativas que sean objeto de explotación mercantil, tales como canchas de tenis, frontenis, squash, karate, gimnasia, boliches, albercas, locales para billares o juegos de salón.

IV.- Ferias con aparatos mecánicos.

V.- Transportadores mecánicos.

ARTICULO 43.- Autorización de uso y ocupación.

Recibida la manifestación de terminación de obra, la Dirección ordenará una inspección para verificar el cumplimiento de los requisitos señalados en la licencia respectiva y si la construcción se ajustó a los planos y demás documentos aprobados que hayan servido de base para el otorgamiento de la licencia.

Cuando la construcción cumpla con los requisitos señalados en este artículo, la Dirección autorizará su uso y ocupación.

ARTICULO 44.- Obras ejecutadas sin licencia.

La Dirección de Obras Públicas Municipales estará facultada para ordenar la demolición total o parcial en una obra de la parte de ella que se haya realizado sin licencia.

Cuando se demuestre que la obra cumple con este reglamento y los demás ordenamientos legales respectivos, la Dirección podrá conceder el registro de obra ejecutada al propietario, quien deberá ajustarse al procedimiento que señale la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 45.- Autorización de operación.

Para el establecimiento y funcionamiento de giros industriales, tales como fábricas, bodegas, talleres o laboratorios, se requerirá la autorización de operación previa inspección que practique la Dirección.

CAPITULO X

PREVISIONES CONTRA INCENDIO.

ARTICULO 46.- Generalidades.

Las edificaciones mencionadas en el párrafo III de este artículo, deberán contar con las instalaciones y equipos requeridos para prevenir y combatir los incendios y observar las medidas de seguridad que más adelante se señalan:

I.- Los equipos y sistemas contra incendios deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y aprobados periódicamente.

II.- La Dirección, de Obras Públicas Municipales, tendrá la facultad de exigir a cualquier edificación las instalaciones o equipos especiales que juzgue necesarios además de los señalados en este capítulo.

III.- Los centros de reunión, escuelas, hospitales, industrias, instalaciones deportivas o recreativas, locales comerciales, laboratorios donde se manejan productos químicos, así como edificios con altura superior de 4 niveles sobre el nivel de la banquetta, deberán revalidar anualmente el visto bueno de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 47.- Extinguidores.

Los extinguidores deberán ser revisados cada año, debiendo señalarse en los mismos la fecha de su última revisión y carga y los de su vencimiento, así como el tipo de fuegos en que puedan utilizarse.

Después de haberse usado un extinguidor deberá ser recargado de inmediato y colocado en su lugar.

El acceso a los extinguidores deberá mantenerse libre de obstrucciones.

ARTICULO 48.- Mangueras contra incendio.

Las mangueras contra incendio deberán estar debidamente plegadas y conectadas permanentemente a las tomas.

Deberán tener en un lugar apropiado de la edificación, el número suficiente de mangueras de repuesto según lo señale la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 49.- Sistema hidráulico.

Deberá vigilarse que en todos los sistemas de tubería contra incendio, la presión requerida se mantenga en forma ininterrumpida.

ARTICULO 50.- Prevenciones para instalaciones industriales.

En los locales en donde se manejen productos químicos inflamables, en los destinados a talleres eléctricos y en los ubicados en la proximidad de la línea de alta tensión quedará prohibido el uso de agua para combatir incendios por su peligrosidad en estos casos.

ARTICULO 51.- Sistemas de alarma.

Las construcciones con altura superior a 6 niveles sobre el nivel de banquetas destinadas a comercios, oficinas, hoteles, hospitales o laboratorios deberán contar además de las instalaciones y dispositivos señalados en este capítulo, con sistemas de alarma visuales y sonoros independientes entre sí e independientes del suministro de energía.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio deberá ser probado por lo menos cada 60 días.

ARTICULO 52.- Chimeneas.

Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un ducto directamente al exterior en la parte superior de la edificación. Se diseñará de tal forma que periódicamente puedan ser deshollinadas y limpiadas.

ARTICULO 53.- Campanas.

Las campanas de estufas o fogones, excepto en viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.

ARTICULO 54.- Casos no previstos.

Los casos no previstos en estos capítulos quedarán sujetos a los disposiciones que dicte para el efecto la Dirección de Obras Públicas Municipales.

CAPITULO XI**INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.****ARTICULO 55.- Generalidades.**

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias de las construcciones y predios en uso deberán cumplir con las disposiciones de este capítulo y con los requerimientos que se señalan para cada caso específico.

ARTICULO 56.- Abastecimiento de agua potable.

Las edificaciones deberán estar provistos de instalaciones de agua potable para establecer los servicios sanitarios y satisfacer la demanda mínima necesaria. Cuando la Dirección de Obras Públicas considere que es insuficiente el suministro de agua, podrá exigir la instalación de tinacos.

ARTICULO 57.- Desagües y fosas sépticas.

Las edificaciones y los predios en uso deberán estar provistos de instalaciones que garanticen el drenaje suficiente de aguas negras y pluviales con los siguientes requerimientos:

I.- Los techos, balcones, voladizos, terrazas, marquesinas y en general cualquier otro saliente deberán drenarse de tal manera que se evite la caída y escurrimiento de agua sobre la acera o predios vecinos de conformidad con lo establecido en el Código Civil.

II.- Las aguas negras y pluviales deberán ser conducidas por medio de tuberías separadas del drenaje interno y colector de la vía pública, igualmente deberá conducirse el agua proveniente de los pisos pavimentados, de patios y estacionamientos.

III.- De no existir servicio público de albañales, las aguas deben conducirse a una fosa séptica de capacidad adecuada, cuya salida esté conectada al campo de filtración o a un pozo de absorción. Las aguas de lluvia, las aguas jabonosas y las aguas negras se conducirán por tuberías independientes, al campo de filtración o al pozo de absorción.

IV.- Todo albañal tendrá por lo menos 10 cms. de diámetro con las pendientes necesarias para garantizar el escurrimiento.

Tendrá también sus respectivas cajas de registro.

ARTICULO 58.- Servicios sanitarios.

Los centros de reunión, edificios, casas, lugares públicos, instalaciones deportivas, estacionamientos y predios para casas rodantes deberán contar con servicios sanitarios suficientes e higiénicos.

CAPITULO XII**EDIFICIOS PARA HABITACION.****ARTICULO 59.- Piezas habitables y no habitables.**

Se consideran piezas habitables, los locales destinados a salas, estancias, comedores, dormitorios, alcobas, despachos y oficinas, cuartos de baño, lavaderos, cuartos de plancha y otros similares. En los planos deberá señalarse el destino de cada local.

ARTICULO 60.- Dimensiones mínimas.

Las piezas habitables tendrán cuando menos una superficie útil de 8 metros cuadrados y su altura libre inferior tendrá como mínimo dos metros treinta centímetros.

ARTICULO 61.- Vivienda mínima.

Podrá otorgarse licencia de construcción a las viviendas que tengan como mínimo una pieza habitable con sus servicios completos de cocina y baño.

ARTICULO 62.- Escaleras

Los edificios de más de una planta tendrán escaleras, éstas irán desde el piso más alto hasta el nivel del suelo, el ancho mínimo de la escalera será de 0.90 M. principiando por el piso más alto y hasta dos pisos más abajo y de allí hacia abajo irá aumentando a razón de 20 cms. de anchura por cada tres pisos. Las huellas de las escaleras no serán menores de 25 cms. ni los peraltes mayores de 20 centímetros.

Si son viviendas interiores su anchura mínima será de 60 centímetros si dan servicio a una vivienda de 90 cms. y si dan servicio a dos o más viviendas deberán ser de 1.20 mts.

ARTICULO 63.- Servicios sanitarios.

Cada vivienda de un edificio deberá contar con sus propios servicios sanitarios y éstos serán cuando menos regadera, lavabo y excusado.

ARTICULO 64.- Pasillos o corredores.

Todos los apartamentos o viviendas de un edificio deberán desembocar a pasillos o corredores, el ancho de éstos nunca será menor de un metro

ARTICULO 65.- Instalaciones de agua.

Todas las viviendas deberán contar con instalaciones de agua suficiente para sus moradores.

ARTICULO 66.- Instalaciones eléctricas.

Estas se sujetarán a lo establecido en el Artículo 145 de este Reglamento.

CAPITULO XIII

EDIFICIOS PARA COMERCIO Y OFICINAS

ARTICULO 67.- Los edificios destinados a comercio y oficinas deberán cumplir con las disposiciones contenidas en este capítulo.

ARTICULO 68.- Cristales y espejos en comercios y oficinas.

Los cristales y espejos de gran magnitud cuyo extremo inferior quede a menos de 0.50 M. del nivel del piso, deberán señalarse o protegerse adecuadamente para evitar accidentes.

ARTICULO 69.- Servicios sanitarios.

Los edificios para comercios de más de 200 M2. y los edificios para oficinas deberán tener servicios sanitarios para el público, debiendo estar separados los destinados a hombres y mujeres. Los edificios menores sólo necesitarán servicios sanitarios para empleados.

ARTICULO 70.- Circulaciones horizontales en comercio.

Las circulaciones para uso del público entre mostradores o entre muebles para la exhibición y venta de artículos en locales comerciales o en edificios destinados a comercios, tendrán un mínimo de 1.20 M. de ancho y se mantendrán libres de obstrucciones.

CAPITULO XIII (Bis)

EDIFICIOS PARA LA EDUCACION.

ARTICULO 71.- Superficies mínimas.

Los edificios destinados a primera y segunda enseñanza deberán contar con superficies mínimas siguientes:

- a).- La superficie total del predio será a razón de 2.50 M2. por alumno.
- b).- La superficie de las aulas se calculará a razón de 1.00 M2. por alumno.
- c).- La superficie de esparcimiento será de 0.62 M. por alumno en jardines de niños y de 2.00 M2. por alumno en escuelas primarias.

ARTICULO 72.- Aulas.

Estas deberán tener forma y características tales que permitan a todos los alumnos tener una visibilidad adecuada. Tendrán una capacidad máxima de 50 alumnos.

ARTICULO 73.- Puertas.

Las puertas de las aulas deberán tener 0.90 M. como mínimo de ancho y los salones de reunión tendrán dos puertas de 0.90 M. de anchura mínima.

ARTICULO 74.- Escaleras.

Su anchura mínima será de 1.20 M. cuando den servicio hasta 360 alumnos debiendo incrementarse este ancho a razón de 0.60 M. por cada 180 alumnos.

Sus anchos están de acuerdo con el número de aulas a que vayan a servir.

ARTICULO 75.- Dormitorios.

En caso de que sea internado, la capacidad de los dormitorios se calculará de acuerdo con el coeficiente de 8 M2. por cama.

ARTICULO 76.- Ventanas.

La capacidad de aire en el salón de clases deberá ser cuando menos de 3 metros cúbicos por persona.

ARTICULO 77.- Servicios Sanitarios.

Las Escuelas deberán contar con servicios sanitarios separados para hombres y mujeres.

Como mínimo habrá un excusado y un mingitorio por cada 150 alumnos y un excusado por cada 70 alumnas, en ambos servicios un lavabo por cada 70 educandos.

De igual manera contarán con un bebedero por cada 80 alumnos, alimentado directamente de la red pública.

ARTICULO 78.- Local para Servicio Médico.

Cada escuela deberá tener un local destinado para servicio médico de emergencia, dotado del equipo e instrumental necesario.

ARTICULO 79.- Independientemente de la observancia de lo establecido en este Ordenamiento los edificios para educación se regirán por las disposiciones de la materia.

CAPITULO XIV

EDIFICIOS PARA HOSPITALES.

ARTICULO 80.- Generalidades.

Estas construcciones se sujetarán independientemente de lo que señale este reglamento, a lo dispuesto por los ordenamientos legales de la materia.

ARTICULO 81.- Habitaciones.

La dimensión mínima de las habitaciones para enfermos deberá ser de 2.70 M. libres y altura de 2.30 M.

ARTICULO 82.- Puertas.

La anchura libre de las puertas de los cuartos para enfermos tendrán como mínimo 1.20 M.

ARTICULO 83.- Pasillos o corredores.

Los corredores o pasillos que comuniquen una salida con piezas de enfermos tendrán un ancho mínimo de 2.00 M.

CAPITULO XV

CENTROS DE REUNION.

ARTICULO 84.- Generalidades.

Se consideran centro de reunión los edificios o locales que se destinen a cafeterías, restaurantes, centros nocturnos, bares, salones de fiestas y similares, así como todo edificio dedicado a reuniones públicas.

ARTICULO 85.- Cupo.

El cupo se calculará a razón de un metro cuadrado por persona. Si en ellos hubiere pista de baile, ésta deberá tener una superficie mínima de .20 M2. por persona de acuerdo con el cupo total, la cual será independiente del área por concurrente especificada en el párrafo anterior.

ARTICULO 86.- La Dirección de Obras Públicas determinará el aislamiento que deberá tener el área destinada a escenarios, vestidores, bodegas, talleres, centros de máquinas y casetas de proyección de los centros de reunión del lugar donde se encuentren los asistentes.

ARTICULO 87.- Servicios sanitarios.

En los centros de reunión donde la capacidad local sea menor de 60 concurrentes, se deberá proporcionar como mínimo en los servicios sanitarios para hombres, un excusado, un mingitorio y un lavabo y en las mujeres un excusado y un lavabo.

Cuando los locales presten servicios a más de 60 concurrentes, regirán las reglas del párrafo anterior; incrementándose los muebles sanitarios en forma proporcional.

Los centros de reunión tendrán además servicios sanitarios suficientes para empleados y actores.

ARTICULO 88.- Precauciones contra incendio.

En todos los edificios para centros de reunión deberán existir los elementos necesarios para combatir el fuego: hidrantes, mangueras, etc., etc. Estos elementos deberán contar con la aprobación de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 89.- Estacionamiento de vehículos.

La Dirección de Obras Públicas deberá exigir que los centros de reunión cuenten con estacionamiento de vehículos apropiado; el lugar para estacionamiento deberá aparecer en los planos de construcción y deberá ser aprobado o modificado por la Dirección de Obras Públicas Municipales, la cual tomará en cuenta la cantidad de vehículos que utilizarían dicho estacionamiento.

CAPITULO XVI

SALAS DE ESPECTÁCULOS.

ARTICULO 90.- Generalidades.

Se consideran salas de espectáculos los edificios o locales que se destinen a teatros, cinematógrafos, salas de concierto, salas de conferencias, auditorios y cualquier otro con usos semejantes.

ARTICULO 91.- Altura libre.

La altura máxima libre en cualquier punto de una sala de espectáculos será de tres metros.

ARTICULO 92.- Butacas.

En las salas de espectáculos sólo se permitirá la instalación de butacas, por lo tanto se prohibirá la de gradas.

La anchura mínima de las butacas será de 50 cms. y la distancia mínima entre sus respaldos de ochenta y cinco centímetros.

La colocación de las butacas se hará de tal manera que cumpla con las condiciones de visibilidad para los espectadores. (trazo de isoptica).

En el caso de los cines, la distancia de cualquier butaca al punto más cercano de la pantalla será la mitad de la dimensión mayor de ésta, pero en ningún caso menor de siete metros.

ARTICULO 93.- Pasillos interiores.

La anchura libre mínima de los pasillos longitudinales con asiento en ambos lados, deberá ser de 2.20 M. cuando existan asientos de un solo lado será de 1.90 M.

Sólo se permitirán pasillos transversales, además del pasillo principal, cuando aquellos conduzcan directamente a las puertas de salida.

ARTICULO 94.- Escaleras.

Las localidades ubicadas a un nivel superior al del vestíbulo de acceso deberán contar con un mínimo de dos escaleras. Su anchura mínima será de 1.20 M. cuando dé servicio hasta 360 espectadores y se incrementará en 60 cms. por cada 180 espectadores.

ARTICULO 95.- Salidas.

La anchura de los accesos, salidas normales y de emergencia, así como las puertas que comuniquen a la vía pública serán siempre múltiplo de sesenta centímetros y el ancho mínimo será de 1.20 M. y éstos deberán contar con salidas de emergencia. En el caso de que las salidas sean por medio de escaleras se tomará en cuenta el Artículo 94.

Las casetas de proyección tendrán una superficie mínima de 2.20 metros cuadrados. Su acceso y la salida, independientemente de los de la sala no tendrán comunicación directa con ésta. Como medida de seguridad, las casetas deberán contar con extinguidores químicos.

ARTICULO 96.- Servicios sanitarios.

En las salas de espectáculos deberán proporcionar, como mínimo, por cada cuatrocientos concurrentes, un excusado, tres mingitorios y dos lavabos y en el de mujeres dos excusados y dos lavabos, en cada departamento habrá por lo menos un bebedero con agua potable. Estos servicios deberán estar colocados de tal manera que no puedan ser vistos desde el exterior.

Las taquillas para la venta de boletos se localizarán en el vestíbulo exterior de la sala de espectáculos sin quedar directamente en la vía pública y ésta no deberá obstruir la circulación de los accesos.

Habrà una taquilla por cada 1,500 personas o fracción para cada tipo de localidad.

ARTICULO 97.- Las salas destinados a espectáculos deberán contar con el equipo necesario contra incendio y éste deberá ser aprobado por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

CAPITULO XVII**EDIFICIOS PARA ESPECTÁCULOS DEPORTIVOS.****ARTICULO 98.-** Generalidades.

Se consideran edificios para espectáculos deportivos aquellos inmuebles que se destinen a estadios, plazas de toros, arenas, hipódromos, lienzos charros y cualquier otro con uso semejante.

ARTICULO 99.- Gradas.

Las gradas deberán satisfacer las siguientes condiciones:

I.- El peralte máximo será de 45 cms. y la profundidad mínima de 60 cms. excepto cuando se instalen butacas sobre gradas, en cuyo caso se seguirán las reglas que señala el Artículo 92 de este reglamento.

II.- Los edificios para espectáculos deportivos deberán construirse en forma tal que todos los espectadores cuenten con una visibilidad adecuada de modo que puedan apreciar la totalidad del área en que se desarrolle el espectáculo.

III.- En las gradas techadas la altura mínima de piso a techo será de 3.00 M.

ARTICULO 100.- Circulaciones en el graderío.

Deberá tener una escalera con un ancho mayor de 90 cms. a cada nueve metros de desarrollo horizontal de graderío como máximo.

ARTICULO 101.- Servicios sanitarios.

Deberán existir varios servicios sanitarios para hombres y mujeres, debidamente separados de tal forma que ningún mueble sea visible desde el exterior aun con la puerta abierta.

En el departamento de hombres deberán instalarse un excusado, tres mingitorios y dos lavabos por cada 400 espectadores, en el departamento de mujeres, dos excusados y dos lavabos por igual número de espectadores. Cada departamento deberá tener un bebedero de agua potable por lo menos.

Los jugadores y demás personas que participen en el espectáculo tendrán vestidores y servicios separados de los destinados al público.

ARTICULO 102.- Servicio médico de emergencia.

Estos edificios tendrán un local adecuado para servicio médico, con equipo e instrumental necesario y con servicios sanitarios adecuados.

ARTICULO 103.- Protecciones especiales.

Los edificios para espectáculos deportivos deberán tener instalaciones especiales necesarias para proteger debidamente a los espectadores de los riesgos propios del espectáculo que se presente.

ARTICULO 104.- Los edificios para espectáculos deportivos deberán de estar provistos de instalaciones y equipos requeridos para prevenir y combatir los incendios que puedan suscitarse.

CAPITULO XVIII**CLUBES DEPORTIVOS SOCIALES.**

ARTICULO 105.- Los clubes deportivos o sociales deberán llenar los requisitos que se encuentran en este capítulo. Las canchas deportivas que formen parte de estos clubes y puedan recibir espectadores, se regirán por las disposiciones contenidas en el Capítulo XVII de este Reglamento.

Los centros de reunión de los mismos, deberán cumplir con lo establecido en el Capítulo XV del propio ordenamiento.

ARTICULO 106.- Drenado de campos deportivos.

El suelo de los terrenos destinados a campos deportivos deberá estar completamente drenado.

ARTICULO 107.- Albercas

Las albercas, sea cual fuere su tamaño y forma, contarán cuando menos con:

I.- Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua.

II.- Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para aparato limpiador de fondos.

III.- Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea adecuada y evitar accidentes a los nadadores.

IV.- Andadores a las orillas de la alberca, con anchura mínima de 1.20 M. con superficie áspera o de material antiderrapante, construidas de tal manera que se eviten los encharcamientos.

V.- Un escalón en el muro perimetral de la zona profunda de la alberca de 20 a 30 cms. de ancho y una profundidad de 1.50 M. con respecto a la superficie del agua de la alberca.

VI.- En todas las albercas donde la profundidad sea mayor de 90 cms. se pondrá una escalera por cada 23.00 M.L. de perímetro, cada alberca contará con lo mínimo de dos escaleras.

VII.- La instalación de trampolines y plataformas satisfará las siguientes condiciones:

La altura máxima para los trampolines será de 3.00 M. y para las plataformas de 10.00 M.

La anchura de los trampolines será de 50 cms. y la mínima de la plataforma de 3.50 M., la superficie de ambos será antiderrapante.

Las escaleras de los trampolines y plataformas deberán tener escalones rectos y material antiderrapante.

Deberán de contar con barandales tanto las escaleras como las plataformas. Su altura será de 0.90 M.

Deberán señalarse las zonas de natación y de clavados como también en lugar visible las profundidades mínima y máxima.

ARTICULO 108.- Los clubes deportivos tendrán servicio de baños y vestidores que reúnan los requisitos del Capítulo XIX.

CAPITULO XIX

EDIFICIOS PARA BAÑOS.

ARTICULO 109.- En los edificios para baños estarán separados los departamentos de hombres y mujeres, cada uno de ellos contará como mínimo con una regadera por cada cuatro usuarios, de acuerdo con la capacidad del local.

ARTICULO 110.- Baños de vapor o de aire caliente.

En los lugares destinados a baños colectivos de vapor o de aire caliente, estarán separados los departamentos para hombres y para mujeres. En cada uno de ellos, los baños individuales tendrán una superficie mínima de 0.80 M. y deberán contar con una regadera de agua caliente y fría.

Deberán proveerse de un vestidor, casillero, canastilla o similar por usuario.

La instalación de estos sistemas requerirá la autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales, para lo cual deberá presentarse un diagrama detallado con sus especificaciones y cardex de operación.

ARTICULO 111.- Servicios sanitarios.

En los baños públicos los departamentos de hombres tendrán como mínimo un excusado, un mingitorio y un lavabo por cada veinte casilleros o vestidores.

Los de las mujeres tendrán como mínimo un excusado y un lavabo por cada quince casilleros o vestidores.

CAPITULO XX

TEMPLOS.

ARTICULO 112.- Generalidades.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, solamente otorgará permisos para construcción de edificios destinados a templos cuando se hayan cumplido todos los requisitos que señalan las leyes de la materia.

ARTICULO 113.- Solicitud.

La solicitud que se haga al Departamento de Obras Públicas Municipales, deberá ir acompañada de un proyecto completo y detallado de dicha construcción.

ARTICULO 114.- Altura libre.

Los edificios destinados a templos tendrán por lo menos una altura libre en el interior de las naves de 4 metros.

ARTICULO 115.- Cupo.

El cupo de los templos se calculará a razón de dos asistentes por M2. de la superficie de la sala del culto.

CAPITULO XXI

ESTACIONAMIENTOS.

ARTICULO 116.- Generalidades.

Estacionamiento es el lugar de propiedad pública o privada destinado para guardar vehículos.

Todo estacionamiento destinado al servicio público deberá estar pavimentado, drenado adecuadamente y bordeado en colindancia con los predios vecinos.

Los estacionamientos de servicio público o privado para su funcionamiento deberán llenar los requisitos que señala este reglamento.

ARTICULO 117.- Entradas y salidas.

Los estacionamiento públicos deberán tener carriles separados, debidamente señalados, para la entrada y salida de vehículos, con una anchura mínima del arroyo de dos metros cincuenta centímetros cada uno.

ARTICULO 118.- Areas de espera para recepción y entrega de vehículos.

Los estacionamientos tendrán áreas de espera techadas para la recepción y entrega de vehículos, ubicadas a cada lado de los carriles a que se refiere el Artículo 117 de este Ordenamiento, los que deberán tener una longitud mínima de 6.00 M. y una anchura no menor de un metro veinte centímetros, el piso terminado estará elevado 15 cms. sobre de la circulación de vehículos.

Estos requisitos podrán variarse de acuerdo con la frecuencia de la entrada de vehículos, con la ubicación del inmueble y con las condiciones particulares de su funcionamiento, por lo que se ajustarán a lo que establezca para cada caso la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 119.- Caseta de control.

Los estacionamientos deberán tener una caseta de control anexa al área de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50 M. del alineamiento y con superficie mínima de 2.00 M2.

ARTICULO 120.- Altura libre.

Las construcciones para estacionamientos tendrán una altura libre mínima de 2.10 M.

Altura libre se indicará en los lugares en que sea menor que en los demás.

ARTICULO 121.- Cajones

En los estacionamientos públicos o privados que no sean de auto servicio, podrá permitirse que los cajones se dispongan de tal manera que para sacar un vehículo se mueva un máximo de dos.

Los estacionamientos deberán contar con un tope de 15 cms. de peralte en todos los cajones colindantes con muros, colocados a 1.20 M. de éstos.

ARTICULO 122.- Protecciones.

En los estacionamientos deberán existir protecciones adecuadas en rampas, con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles

ARTICULO 123.- Las circulaciones para vehículos en estacionamiento públicos deberán estar separadas de las de los peatones.

ARTICULO 124.- Estacionamientos en los predios baldíos.

Los estacionamientos en predios baldíos deberán cumplir, en su caso con lo previsto en este Capítulo.

ARTICULO 125.- Estacionamientos de servicio privado.

En los estacionamientos de servicio privado no se exigirá que tengan carriles separados, áreas de recepción, entrega de vehículos, ni casetas de control. En este tipo de estacionamientos no se permitirá el cobro a los automovilistas.

CAPITULO XXII

CEMENTERIOS

ARTICULO 126.- Licencia.

Para el establecimiento de nuevos cementerios, se requerirá autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales; además lo dispuesto por la Secretaría de Salubridad y Asistencia y otros ordenamientos legales que rijan la materia.

ARTICULO 127.- Autorización.

En el Estado de Tamaulipas, se autorizarán cementerios de uso público. Podrán ser municipales o construídos y administrados por particulares. En todo caso tendrán obligación de prestar servicio de sepultura sin limitación alguna.

ARTICULO 128.- Ubicación.

Sólo se establecerán en las zonas autorizadas de acuerdo con los proyectos de planificación que estuvieren aprobados en la fecha de solicitud

ARTICULO 129.- Vientos.

No se establecerán en la dirección de los vientos dominantes que puedan soplar sobre ellos, hacia zonas densamente pobladas.

ARTICULO 130.- Distancia.

No se permitirán nuevos cementerios a una distancia menor de 200 metros de lugares habitados. Además se deberán ajustar a lo establecido en el Código Sanitario.

ARTICULO 131.- Alineamiento.

Los predios que ocupen deberán estar definidos por los alineamientos que fije la Dirección de Obras Públicas Municipales y con el objeto de no forzar posteriormente su clausura o seccionamiento por obras de planificación quedaran delimitados por vías públicas ya existentes o que aparezcan aprobadas por el programa vial del Municipio y de acuerdo con el plano regulador del crecimiento de la ciudad.

ARTICULO 132.- Solicitud.

Las solicitudes para el establecimiento de nuevos cementerios, deberán hacerse por las personas o sociedades que acrediten tener derechos de propiedad del predio o predios que deban ocupar aquéllos y que se encuentran en posesión legal de ellos, para lo cual acompañarán a las

solicitudes respectivas los títulos de propiedad, el plano correspondiente y certificación de estar viva la inscripción de propiedad.

CAPITULO XXIII

PARQUES Y JARDINES

ARTICULO 133.- Competencia.

Compete a la Dirección de Obras Públicas Municipales la creación y conservación de zonas de forestación, parques, jardines, prados y paseos públicos en el Municipio.

ARTICULO 134.- Licencia para plantar árboles.

Ningún particular podrá plantar árboles o arbustos en la vía pública, sin previa autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 135.- Licencia para podar o quitar árboles.

Para podar o quitar árboles se requiere licencia expedida por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 136.- Parques y jardines.

Los parques, jardines o paseos públicos del Municipio son de libre acceso a todos los habitantes del mismo, los que al usarlos tienen la obligación de conservarlos en el mejor estado posible.

ARTICULO 137.- Prohibiciones.

Queda estrictamente prohibido a los concurrentes a los parques, jardines y prados, arrojar en ellos basura, desperdicios o cualquier otra clase de objetos que perjudiquen el buen aspecto que deben presentar los prados, o a la vida misma de las plantas.

ARTICULO 138.- Puestos.

En los parques, jardines, paseos públicos y prados y en las banquetas, no se podrán establecer o explotar puestos de ninguna clase sin la autorización expresa del Municipio, el que al otorgar el permiso correspondiente fijará expresamente al solicitante las condiciones en que puede establecer el puesto.

ARTICULO 139.- Prados.

Los habitantes propietarios o inquilinos de las casas en cuyo frente se ha dejado espacio para prados en las banquetas están obligados a sembrarlos y conservarlos en buen estado. La Dirección de Obras Públicas Municipales prestará apoyo a los habitantes para cumplir con este artículo.

ARTICULO 140.- Propaganda.

Queda prohibida la colocación de propaganda, cualquiera que sea su clase y materiales que se empleen, en los árboles, estatuas, obras de ornato, etc., existentes en parques, jardines y paseos públicos del Municipio.

CAPITULO XXIV

ALUMBRADO PUBLICO.

ARTICULO 141.- Competencia.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, tendrá a su cargo el servicio de alumbrado público.

ARTICULO 142.- Licencia.

Para hacer instalaciones de alumbrado público, el interesado por medio de un perito responsable especialista, deberá recabar previamente una licencia de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 143.- Solicitud.

La solicitud deberá de ir acompañada del proyecto completo (planos, cálculos, especificaciones y presupuesto global) debidamente detallado.

ARTICULO 144.- Proyecto.

En la formación del proyecto y después de su ejecución, se tendrán presentes las reglas de este ordenamiento que sean del caso, y de una manera especial las de este Capítulo.

ARTICULO 145.- Iluminación.

Todo lo referente a iluminación, se regirá de acuerdo con lo dispuesto por la Comisión Federal de Electricidad.

CAPITULO XXV

PAVIMENTOS.

ARTICULO 146.- Competencia.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, tiene a su cargo la construcción, ruptura, conservación y vigilancia de los pavimentos en las vías públicas.

ARTICULO 147.- Licencias.

Ningún particular ni autoridad podrá proceder a la construcción o reparación de los pavimentos de las calles ni ejecutar obras que de algún modo maltraten o modifiquen las existentes, si no está autorizado por la licencia expedida por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 148.- Construcción por particulares.

Cuando la Dirección de Obras Públicas Municipales, autorice la construcción de un pavimento por particulares, se señalará en los cortes longitudinales y transversales de las calles los niveles a que se sujetarán y especificará los materiales que se deben emplear, así como el procedimiento para su colocación y las preparaciones para servicios o instalaciones que se tengan especificadas para un futuro.

ARTICULO 149.- Rupturas por conexiones.

La Dirección de Obras Públicas Municipales ejecutará por cuenta de los particulares, la reparación inmediata de los pavimentos, motivados por la construcción o reparación de albañales, o por la conexión de cañerías de agua potable de la ciudad con las instalaciones hidráulicas de los edificios.

ARTICULO 150.- Obras de Gobierno.

La ruptura de pavimentos por las obras públicas del Gobierno Federal o del Estado, se hará con previa autorización del Municipio y la reparación posterior de la ruptura será hecha por oficina autorizada o, en su caso, por la Dirección de Obras Públicas Municipales, según lo convenido entre el Municipio y la oficina ejecutora de las obras mencionadas; igual procedimiento se seguirá con cualquiera empresa que preste un servicio público.

CAPITULO XXVI

BANQUETAS.

ARTICULO 151.- La Dirección de Obras Públicas Municipales, tiene la facultad para ordenar a los propietarios o poseedores de un predio determinado la construcción o reparación de las banquetas que se encuentren frente a dicho predio.

ARTICULO 152.- La Dirección de Obras Públicas Municipales, señalará en cada caso las dimensiones y materiales con que serán construidas las banquetas.

ARTICULO 153.- Cuando por cualquier motivo el propietario de un predio no cumpla con lo establecido en los artículos precedentes, la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá construir la banqueta por sí o por interpósita persona con cargo al propietario y éste tendrá la obligación de pagarlas inmediatamente, independientemente de las multas a que se haga acreedor.

CAPITULO XXVII

FERIAS Y APARATOS MECANICOS.

ARTICULO 154.- Unicamente en lugares que apruebe la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrán instalarse las ferias. La Dirección tomará en cuenta para otorgar o negar los permisos, los obstáculos de tránsito, hospitales, jardines, escuelas o cualquier otro lugar en que se puedan causar perjuicios o molestias.

ARTICULO 155.- Licencias.

La licencia para la instalación y el uso de aparatos mecánicos se hará solamente a solicitud de un director responsable de la obra registrado y mediante la presentación de un croquis donde se señale la colocación de los aparatos.

ARTICULO 156.- La Dirección de Obras Públicas Municipales, fijará un depósito con el cual se garantizarán los daños que se pudieran causar.

ARTICULO 157.- Deberá cercarse el área de los aparatos mecánicos de tal manera que impida el paso libre del público más allá de una distancia perimetral de dos metros fuera de la zona delimitada del campo de acción de los aparatos en movimiento.

ARTICULO 158.- Los inspectores de la Dirección de Obras Públicas Municipales, revisarán la debida colocación de los aparatos y su buen funcionamiento antes de autorizar su uso y cuantas veces sea necesario.

ARTICULO 159.- Instalaciones eléctricas.

La alimentación eléctrica a los servicios que se proporcionen a las ferias ambulantes, carpas o circos, deberán concentrarse en un solo punto.

La alimentación se recibirá para su control en un tablero general de entrada del cual se derivarán todas y cada una de las diferentes pequeñas alimentaciones.

ARTICULO 160.- Protección.

La línea general de alimentación deberá estar protegida de acuerdo con la importancia de la carga conectada y en todo caso con interruptores de entrada y salida con sus respectivos fusibles. En caso de que la línea que se indica sea de cable armado, éste deberá estar colocado en una cepa o en un canal de madera invertido. Si se usa línea aérea, deberá tener la altura necesaria a fin de librar cualquier carpa o puesto que se pudiera atravesar y estará debidamente aislada y protegida en todas sus partes. Cuando la línea alimentadora sea aérea se colocará sobre postes de fierro, madera o concreto a una altura no menor de siete metros sobre el piso.

ARTICULO 161.- Todo lo referente a ruidos se regirá por el Capítulo XLII relativo a uso de predio y edificaciones.

CAPITULO XXVIII

VENTILACION.

ARTICULO 162.- Generalidades.

El sistema general de ventilación, las aberturas por las que éste se haga, los espacios descubiertos de donde se toma el aire y todos aquellos detalles complementarios, se presentarán en planos especiales para su aprobación a la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 163.- Piezas habitables.

Todas las piezas habitables en los diversos pisos, deberán tener ventilación por medio de ventanas y puertas, las que darán directamente a los patios o a la vía pública. La superficie total de las puertas y ventanas libres de toda obstrucción, será por lo menos de la cuarta parte de la superficie del piso de cada pieza; cuando menos la mitad de los claros de iluminación deberá poder abrirse para ventilación.

ARTICULO 164.- Piezas destinadas a dormitorios.

En las piezas destinadas a dormitorios que por situación especial sólo reciban ventilación por la puerta de entrada, ésta deberá acondicionarse por medio de montantes giratorios (antepechos), mallas de alambre, ventilas, etc., cuya superficie libre no sea menor de un metro cuadrado de tal manera que aun estando cerrada la puerta, pueda renovarse el aire de la habitación.

ARTICULO 165.- Ventilación en baños.

La ventilación se llevará a efecto tomando en cuenta que en los diferentes locales no se tengan concentraciones de bióxido de carbono, (C O₂.) mayores de una parte en 10,000; deben evitarse las corrientes de aire en estos locales.

ARTICULO 166.- Ventilación de piezas o salas destinadas a enfermos.

La ventilación de las piezas o salas destinadas a enfermos, cuando son para varios lechos, será bilateral, siendo la superficie sumada de los claros, como mínima, una cuarta parte de la superficie del piso de la pieza, en las piezas de uno o dos lechos, la ventilación podrá ser lateral siendo la superficie de los claros como mínimo, una quinta parte de la superficie del piso de la pieza.

ARTICULO 167.- Ventilación en salas de espectáculos, centros de reunión, salas de cinematógrafos, salas para espectáculos deportivos.

El proceso de renovar el aire en las salas de cinematógrafos, teatros, espectáculos deportivos, etc., se hará de tal manera que se mantengan condiciones debidas de pureza; dicho proceso podrá hacerse por medios naturales, mecánicos o mixtos.

El aire en estos lugares deberá estar libre de toda clase de gases perjudiciales o desagradables, de olores y polvos.

ARTICULO 168.- Casos no previstos.

En los casos no previstos en este Capítulo se tomará en cuenta lo que disponga la Dirección de Obras Públicas Municipales.

CAPITULO XXIX

EJECUCION DE OBRAS.

ARTICULO 169.- Responsabilidad.

Los directores responsables de obra, o los propietarios de una obra que no requiera director responsable, están obligados a vigilar que la ejecución de la misma se realice con las técnicas de construcción más adecuadas, se empleen los materiales con la resistencia y calidad especificadas en este reglamento, se tomen las medidas de seguridad necesarias, y se evite causar molestias o perjuicios a terceros.

ARTICULO 170.- Seguridad en la ejecución de las obras.

Durante la ejecución de cualquier construcción, el director responsable de esta obra o propietario de la misma, si ésta no requiere director responsable, tomarán las precauciones, adoptarán las medidas técnicas y realizarán los trabajos necesarios para proteger la vida y la integridad física de los trabajadores y de los terceros así como para evitar los daños que directa o indirectamente pudiere causar la ejecución de la obra.

ARTICULO 171.- Planos y licencias en las obras.

Los planos autorizados y las licencias de las obras deberán conservarse en las propias obras durante la ejecución de éstas y estar a disposición de los supervisores de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 172.- Bitácora en la obra.

El director responsable de la obra estará obligado a mantener en orden el libro de bitácora, encuadernado y foliado y tenerlo a disposición de los supervisores de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

El director responsable cuidará de la veracidad de las anotaciones suscritas por él, por sus auxiliares y por los contratistas que participen en la obra.

ARTICULO 173.- Procedimientos constructivos.

Para la utilización de los distintos materiales o la aplicación de sistemas estructurales deberán seguirse procedimientos constructivos que cumplan con los requisitos señalados por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 174.- Nuevos procedimientos de construcción.

Podrán utilizarse nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 175.- Construcciones provisionales.

Las construcciones provisionales deberán cumplir con los requisitos de seguridad e higiene, tener buen aspecto y conservarse en buen estado.

ARTICULO 176.- Obras interrumpidas.

Los propietarios de las obras cuya construcción sea suspendida por cualquier causa, por más de 60 días, están obligados a limitar sus predios con la vía pública por medio de cercas o bardas y clausurar los vanos que fuere necesario a fin de impedir el acceso a la construcción.

CAPITULO XXX

MATERIALES.

ARTICULO 177.- Materiales de construcción.

La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán los que se señalan en las especificaciones de diseño y en los planos constructivos y deberán satisfacer las normas de calidad que fije la Secretaría de Comercio.

ARTICULO 178.- Prueba de materiales en elementos estructurales.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá exigir las muestras y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificados de los materiales que formen parte de los elementos estructurales aun en obras terminadas.

ARTICULO 179.- Muestreo.

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

ARTICULO 180.- Protección contra intemperismo.

Los elementos estructurales cuyos materiales se encuentren en ambiente corrosivo o sujetos a la acción, de agentes físicos, químicos o biológicos que puedan hacer disminuir su resistencia, deberán ser recubiertos con materiales o sustancias protectoras y tendrán un tratamiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el diseño.

ARTICULO 181.- Nuevos materiales de construcción.

Cuando se proyecte utilizar en una construcción material nuevo que no esté sujeto a normas de calidad de la Secretaría de Comercio, el director responsable de la obra deberá solicitar aprobación previa de la Dirección de Obras Públicas Municipales, para lo cual presentará las pruebas de resistencia y calidad de dicho material.

ARTICULO 182.- Materiales y escombros en la vía pública.

Los materiales y los escombros podrán colocarse en la vía pública el tiempo necesario para las maniobras de introducción o extracción al predio, no debiéndose ocupar en ningún caso un ancho mayor del 15% del de una banqueta.

CAPITULO XXXI

TAPIALES.

ARTICULO 183.- Clasificación.

Los tapiales de acuerdo con la obra que se lleve a cabo, podrán ser de los siguientes tipos:

I.- De barrera: Cuando se ejecuten obras de pintura, limpieza o similares, se colocarán barreras que puedan removerse al suspender el trabajo diario y éstas tendrán letreros de "precaución".

II.- De marquesina: Cuando los trabajos se ejecuten a más de 10 M. de altura, se colocarán marquesinas que cubran suficientemente la zona inferior de las obras, tanto sobre la vía pública como en los predios colindantes.

III.- Fijos: En las obras que se ejecuten en los predios a una distancia menor de diez metros de la vía pública, se colocarán tapiales fijos que cubran todo el frente de la misma. Cuando la fachada quede al paño del alineamiento, el tapial podrá abarcar una faja anexa hasta de 50 cms. sobre la banqueta. Previa solicitud a la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá concederse mayor superficie de ocupación de banquetas; y,

IV.- De paso cubierto: En obras cuya altura sea mayor de 10 M. o en aquellas en que la invasión de la acera lo amerite, la Dirección de Obras Públicas Municipales podrá exigir que se construya un paso cubierto además del tapial.

ARTICULO 184.- Conservación.

Los constructores y los demolidores de las obras están obligados a conservar los tapiales en buenas condiciones de estabilidad y de aspecto.

CAPITULO XXXII

DEMOLICIONES.

ARTICULO 185.- Programa de demoliciones.

Para llevar a cabo programas de demolición total o parcial de construcciones, deberá recabarse por un perito responsable el permiso previo de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

La Dirección de Obras Públicas Municipales exigirá que se presente un estudio detallado del procedimiento que piensa seguirse en la demolición y las precauciones que se deberán tomar para evitar daños en las construcciones contiguas.

ARTICULO 186.- Protección.

Los trabajadores que se empleen para llevar a cabo el trabajo de demolición deberán usar equipo necesario para su protección personal, tales como anteojos, máscaras contra polvo, caretas, cascos, guantes, botas, redes o cualquier otro que sea necesario de acuerdo al tipo de demolición.

ARTICULO 187.- Uso de explosivos.

Se prohíbe el uso de explosivos donde existan construcciones en un radio menor de 50 M. con excepción de aquellas en que se haga imprescindible la necesidad de su uso, la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá autorizar su uso bajo exclusiva responsabilidad del director responsable de la obra.

ARTICULO 188.- Suspensión.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, ordenará que se suspendan los trabajos de demolición cuando a juicio de ésta no sean tomadas las medidas de seguridad antes mencionadas.

ARTICULO 189.- Eliminación de escombros.

Los materiales y escombros provenientes de una demolición que vayan a ser desechados de la obra deberán ser retirados tomando en cuenta el reglamento de tránsito y lo referente a señales.

CAPITULO XXXIII

CIMENTACIONES.

ARTICULO 190.- Cimentaciones.

Generalidades: Se denomina cimentación al conjunto formado por la subestructura, los pilotes o pilas sobre las que ésta se apoya en su caso, y el suelo en la que aquella y éstos se implanten.

ARTICULO 191.- Desplante de cimentación.

El desplante de cualquier cimentación se hará a la profundidad señalada en el proyecto. Se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que en la superficie de contacto de la cimentación con el suelo se presenten deformaciones. Las superficies de desplante tendrán las dimensiones, resistencias y características que señala el proyecto y estarán libres de cuerpos extraños.

ARTICULO 192.- Las cimentaciones.

Las cimentaciones deberán construirse de acuerdo con los materiales, secciones y características marcadas en el plano estructural correspondiente.

ARTICULO 193.- Pilotes y pilas.

La colocación de pilotes y pilas se sujetará al proyecto correspondiente, verificando que la capacidad de carga de cada elemento, su profundidad de desplante, número y espaciamiento se sujeten a lo señalado en los planos estructurales.

ARTICULO 194.- Rellenos.

Los rellenos se ejecutarán empleando el material y procedimiento que se señale en los planos respectivos, los cuales serán revisados por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 195.- Métodos especiales de cimentación.

Cuando se pretenda utilizar métodos especiales de cimentación el director responsable de la obra deberá solicitar la aprobación de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

ARTICULO 196.- Conservación.

Los constructores y los demolidores de las obras están obligados a conservar los tapiales en buenas condiciones de estabilidad y de aspecto.

CAPITULO XXXIV**EXCAVACIONES.****ARTICULO 197.-** Excavaciones.

De ser necesario la excavación se realizará por etapas, de acuerdo con un programa que deberá incluirse en la memoria del diseño, señalando además las precauciones que se tomarán para que no resulten, afectadas las construcciones, los predios vecinos o los de servicios públicos. Estas precauciones se consignarán debidamente en los planos.

ARTICULO 198.- Ademes.

Cuando los procedimientos de ejecución de una obra señalan la necesidad de instalar ademe, éste se colocará troquelándolo a presión contra los paramentos del terreno. Sus características serán determinadas por un estudio de mecánica de suelo particular para cada caso.

ARTICULO 199.- Bombeo.

En los casos previstos por este Reglamento o previa autorización, de la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá extraerse agua de un predio mediante bombeo, siempre que se tomen precauciones para limitar los efectos del mismo sobre los predios colindantes y sobre el propio predio.

CAPITULO XXXV**CIMBRAS Y ANDAMIOS.****ARTICULO 200.-** Generalidades.

En la construcción y colocación de obras falsas y cimbras deberá observarse lo siguiente:

I.- La obra falsa y cimbra serán suficientemente resistentes y rígidas y tendrán los apoyos adecuados para evitar deformaciones que no hayan sido tomadas en cuenta en el proyecto. Las juntas de la cimbra serán tales que garanticen la retención de lechada.

II.- La cimbra de madera deberá mantenerse húmeda durante un período no menor de dos horas antes de iniciar, el colado.

III.- Los elementos estructurales deben permanecer cimbrados el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar el peso propio más las cargas a que vaya a estar sujeto durante la construcción.

ARTICULO 201.- Cargas en cimbras.

Las cargas que actúen en las cimbras no deberán exceder a las especificadas en los planos correspondientes o en la bitácora de la obra.

ARTICULO 202.- Erección de cimbras.

Las cimbras se desplantarán sobre superficies firmes capaces de soportar la carga a que serán sometidas. Cuando sea necesario se usarán "arriates" que repartan adecuadamente la carga.

Para el caso de cimbras inclinadas o de más de 4 metros de altura, se deberá presentar la memoria de diseño en la que se incluya el sistema de contraventeo que se pretenda utilizar.

ARTICULO 203.- Verificaciones previas al colado.

El director responsable de obra verificará que previamente al colado de cualquier elemento de concreto de la estructura, la cimbra correspondiente presente las características en los proyectos arquitectónicos y estructural. Dicha verificación deberá asentarse en el libro de bitácora.

ARTICULO 204.- Andamios.

Los andamios que se utilicen para construir, reparar o demoler una edificación, deberán fabricarse e instalarse de tal manera que proporcionen las condiciones máximas de seguridad. La Dirección podrá ordenar que se presente una memoria del diseño.

Los andamios deberán ser revisados periódicamente para verificar que se encuentren en condiciones óptimas de seguridad y servicio.

CAPITULO XXXVI

DISPOSITIVOS PARA ELEVACION EN LAS OBRAS.

ARTICULO 205.- Generalidades.

Los dispositivos empleados para transportación vertical de personas o de materiales durante la excavación de las obras deberán ofrecer las máximas condiciones de seguridad y serán examinados antes de ser utilizados.

ARTICULO 206.- Elevadores para personas.

Sólo se permitirá transportar a personas en las obras por medio de elevadores cuando éstos hayan sido diseñados, construidos y montados con características especiales de seguridad tales como barandales, freno automático que evite la caída libre y guías en toda su altura que evite el volteamiento.

ARTICULO 207.- Máquinas elevadoras empleadas en la ejecución de obras.

Las máquinas elevadoras, incluidos sus elementos de sujeción, anclaje y sustentación deberán:

I.- Ser de buena construcción mecánica, tener una resistencia adecuada y estar exentas de defectos manifiestos.

II.- Ser mantenidas en buen estado de conservación y funcionamiento.

III.- Ser aprobadas y examinadas cuidadosamente después de su montaje en la obra y antes de ser utilizadas.

IV.- Ser revisadas periódicamente y en particular sus elementos mecánicos tales como anillos, cadenas, garfios, manguitos, poleas y eslabones giratorios usados para izar o descender materiales o como medio de suspensión.

V.- Indicar claramente la capacidad máxima de carga.

VI.- Estar provistos de los medios necesarios para evitar el riesgo de descenso accidental.

ARTICULO 208.- Cables.

Los cables que se utilicen para izar o descender materiales o como medio de suspensión, deberán ser de buena calidad, suficientemente resistentes y estar exentos de defectos manifiestos.

CAPITULO XXXVII

ESTRUCTURAS DE MADERA.

ARTICULO 209.- Generalidades.

En estructuras permanentes sólo se empleará madera selecta de primera o segunda clase, la cual deberá estar debidamente protegida contra plagas, intemperismo y fuego mediante procedimientos adecuados.

Su calidad deberá cumplir con los requisitos fijados por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio.

ARTICULO 210.- Ejecución.

La ejecución de las estructuras de madera deberá ajustarse a las especificaciones de diseño, a las condiciones de servicio, a las normas de seguridad, a las características de las uniones, según su tipo, a los requerimientos para el montaje, a las tolerancias, a las especificaciones sobre contenido de humedad y a los requisitos de protección de madera.

CAPITULO XXXVIII

MAMPOSTERIA.

ARTICULO 211.- Generalidades.

Se consideran elementos de mampostería las construcciones con piezas regulares o irregulares de piedra natural o artificial, maciza o hueca, unidos por un mortero cementante.

ARTICULO 212.- Muros.

Para la construcción de muros se observarán los siguientes requisitos:

I.- La dimensión transversal de un muro de carga, de fachada o de colindancia no será menor de 13 cms.

II.- Los muros que se toquen o crucen deberán ser anclados o ligados entre sí, salvo que el proyecto indique lo contrario.

III.- Los muros que vayan a recibir recubrimientos de materiales pétreos, deberán proveerse de elementos de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos y garantizar su estabilidad.

IV.- Las juntas verticales, en los elementos que constituyen las hiladas de los muros, deberán quedar "cuatrapeadas" como mínimo en una tercera parte de longitud de la pieza, salvo que se tomen precauciones que garanticen en otra forma la estabilidad del muro.

V.- Los muros llevarán elementos de liga horizontales a una separación no mayor de veinte veces su espesor.

VI.- Los elementos horizontales de la liga de los muros que deban anclarse a la estructura, se fijarán por medio de varillas que previamente serán ahogadas en dichas estructuras o con otros dispositivos especiales.

VII.- Los muros irán ligados a muros transversales o elementos de liga a cada 20 veces su espesor.

ARTICULO 213.- Materiales.

La proporción y calidad de los materiales que constituyan la mampostería será la que se indique en el proyecto correspondiente; y deberán cumplir con lo establecido según el caso con lo relativo a mampostería de piedras artificiales o mampostería de piedras naturales.

ARTICULO 214.- Procedimientos de construcción.

Deberán comprobarse que las estructuras de mampostería cumplan con las características del proyecto y se erijan de acuerdo con los procedimientos de construcción.

ARTICULO 215.- Control.

Para verificar que los elementos de mampostería cumplan con la resistencia del proyecto, se tomarán muestras del mortero y de las piezas de mampostería.

CAPITULO XXXIX

ESTRUCTURAS METALICAS.

ARTICULO 216.- Generalidades

Los materiales que se utilicen en la construcción de estructuras metálicas, deberán cumplir con las normas de calidad especificadas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

ARTICULO 217.- Montaje de las estructuras.

En el montaje de las estructuras se seguirán las siguientes reglas

I.- El montaje deberá efectuarse con el equipo apropiado. Durante la carga, transporte y descarga de material y durante el montaje, se adoptarán las medidas necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos en las piezas.

II.- Antes de iniciar la colocación de la estructura el director responsable de la obra o sus técnicos auxiliares revisarán la posición de las anclas colocadas previamente y en caso de que

haya discrepancias respecto a las posiciones mostradas con los planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas.

III.- No se colocarán remaches, pernos o tornillos, ni soldadura definitiva hasta que la parte de la estructura que vaya a ser rigidizada por ellos, esté alineada y plomeada.

ARTICULO 218.- Estructuras metálicas remachadas o atornilladas.

Para las estructuras metálicas remachadas o atornilladas se seguirán las siguientes reglas:

I.- Agujeros: El diámetro de los agujeros para remaches o tornillos deberá ser de un milímetro y medio mayor que el diámetro nominal de éstos.

II.- Armado: Las piezas que se vayan a remachar o atornillar, deberán mantenerse en su posición de proyecto por medio de pasadores, pernos o tornillos.

III.- Colocación: Los remaches y tornillos deberán colocarse con equipos especiales, dejándolos firmemente apretados.

IV.- inspección: El director responsable de la obra cuidará que se cumplan los alineamientos antes mencionados.

ARTICULO 219.- Estructuras metálicas soldadas.

Las estructuras metálicas soldadas deberán de cumplir los siguientes requisitos:

I.- Las superficies que vayan a soldarse deberán estar libres de costras, escoria, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño.

II.- Las piezas que se vayan a unir con soldadura de filete deberán estar en contacto; cuando esto no sea posible, se permitirá una separación máxima de 5 mm. si la separación es de 1.5 mm. o mayor, se aumentará el tamaño del filete en una cantidad igual a la separación.

III.- El director responsable de la obra deberá vigilar el cumplimiento de las reglas antes mencionadas.

CAPITULO XL INSTALACIONES.

ARTICULO 220.- Generalidades.

Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendio, mecánicas, de aire acondicionado, de gas, de vapor, de aire caliente, de comunicación, especiales y otras deberán señalarse en condiciones que aseguren su eficiencia y proporcionen la seguridad necesaria a los trabajadores.

En las instalaciones deberán emplearse únicamente materiales y productos que satisfagan las normas de calidad fijadas por la Secretaría de Comercio.

ARTICULO 221.- Instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas incluyendo las de carácter provisional durante el proceso de construcción de la obra se sujetarán a lo establecido en el reglamento de obras e instalaciones eléctricas de la Secretaría de Industria y Comercio.

ARTICULO 222.- Instalaciones hidráulicas y sanitarios.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias deberán cumplir, además de lo previsto por este reglamento, con las disposiciones del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos.

ARTICULO 223.- Instalaciones mecánicas.

Las instalaciones de equipos mecánicos o maquinarias deberán construirse de acuerdo con el proyecto autorizado de manera que no perjudique la estructura del edificio, ni le transmitan vibraciones o movimientos que puedan producir daño al inmueble, o perjuicios o molestias a los ocupantes o terceros.

ARTICULO 224.- Instalaciones de aire acondicionado.

Las instalaciones de aire acondicionado deberán realizarse de tal manera que los equipos no produzcan vibraciones o ruidos que causen molestias a personas o perjuicios a los edificios de terceros.

ARTICULO 225.- Instalaciones de gas combustible.

Las instalaciones de gas combustible serán para uso de gas licuado, de petróleo o de gas natural y deberán cumplir con las disposiciones que para el efecto establece la Secretaría de Comercio.

ARTICULO 226.- Instalaciones de vapor y de aire caliente.

Las instalaciones de vapor y de aire caliente deberán cumplir con las disposiciones del código sanitario de los Estados Unidos Mexicanos.

Los ductos de vapor y de aire caliente situados en lugares donde tengan acceso personas, deberán aislarse adecuadamente.

CAPITULO XLI

PRUEBAS DE CARGA.

ARTICULO 227.- Obligaciones de efectuar pruebas de carga.

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

I.- En los edificios para espectáculos deportivos, salas de espectáculos, centros de reunión, clubes deportivos y todas aquellas construcciones en las que pueda haber frecuentemente aglomeración de personas.

II.- Cuando no exista evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión; y

III.- Cuando la Dirección de Obras Públicas Municipales lo estime conveniente en razón de la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto a los procedimientos constructivos.

ARTICULO 228.- Procedimientos para realizar las pruebas.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, señalará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará.

CAPITULO XLII

USO DE PREDIOS Y EDIFICACIONES.

ARTICULO 229.- Uso de inmuebles.

El uso y conservación de predios y edificaciones se sujetará a las disposiciones de la Ley y sus reglamentos.

ARTICULO 230.- Usos que pueden generar peligro, insalubridad o molestia.

Excepcionalmente en lugares donde no exista inconveniente de acuerdo con la zonificación autorizado y con la condición de que se tomen previamente las medidas de protección que el Departamento señale, se podrán autorizar usos que puedan generar peligro, insalubridad o molestia.

En su caso antes de expedir la autorización de usos a que se refiere el párrafo anterior, la Dirección de Obras Públicas Municipales, verificará que se hayan tomado las medidas de protección señaladas y que se haya dado cumplimiento a las disposiciones relativas de la Ley para prevenir y controlar la contaminación ambiental y de este reglamento.

ARTICULO 231.- Usos peligrosos, insalubres o molestos.

Para los efectos de este Capítulo serán considerados como usos peligrosos, insalubres o molestos los siguientes:

I.- La producción, almacenamiento, depósito, venta o manejo de sustancias tóxicas, explosivos, inflamables o de fácil combustión.

II.- La acumulación de escombros o basura.

III.- La excavación profunda de terrenos.

IV.- Los que impliquen la aplicación de excesivas o descompensadas cargas o la transmisión de vibraciones excesivas a las construcciones.

V.- Los que produzcan humedad, salinidad, corrosión, gases, humos, polvos, ruidos, trepidaciones, cambios importantes de temperatura, malos olores y otros efectos perjudiciales o molestos para las personas, o que puedan ocasionar daño a las propiedades, y

VI.- Los demás que establece el Código Sanitario y sus reglamentos respectivos.

ARTICULO 232.- Cambio de uso.

La Dirección de Obras Públicas Municipales podrá en su caso autorizar el cambio de uso de un predio o de una edificación de acuerdo con los planos aprobados por la zona donde se ubique el predio, previo dictamen técnico el nuevo uso deberá sujetarse a las disposiciones de este reglamento.

ARTICULO 233.- Uso no autorizado.

Cuando una edificación o un predio se utilice total o parcialmente para algún uso diferente al autorizado, sin haber obtenido previamente la autorización de cambio de uso que establece este reglamento, la Dirección ordenará con base en el dictamen lo siguiente:

I.- El cese del uso no autorizado, la restitución de inmediato al uso aprobado, si esto puede hacerse sin la necesidad de ejecutar obras y

II.- La ejecución de obras, adaptaciones, instalaciones y otros trabajos que sean necesarios para el correcto funcionamiento del inmueble y restitución al uso aprobado, dentro del plazo que para ello se señale.

CAPITULO XLIII

CONSERVACION DE PREDIOS Y EDIFICACIONES.

ARTICULO 234.- Conservación de edificaciones y predios.

Los propietarios de edificaciones tienen obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene y de evitar que se conviertan en molestia o peligro para las personas o los bienes.

Los acabados y pintura de las fachadas deberán mantenerse en todo tiempo en buen estado de conservación, aspecto y limpieza.

Los predios no edificados deberán estar libres de escombros, basura, drenados adecuadamente y cercados en sus límites que no colinden con alguna construcción permanente.

Quedan prohibidas instalaciones y construcciones precarias en las azoteas de las edificaciones, cualquiera que sea el uso que pretenda dárseles.

CAPITULO XLIV

MEDIOS Y SANCIONES PARA HACER CUMPLIR EL REGLAMENTO.

ARTICULO 235.- Inspección.

Mediante orden escrita, motivada y fundada, la Dirección de Obras Públicas Municipales podrá inspeccionar en cualquier momento, con el personal y las condiciones que juzgue convenientes las edificaciones y las obras de construcción que se encuentren en proceso o terminadas, a fin de verificar el cumplimiento de las disposiciones que establece este reglamento.

ARTICULO 236.- Procedimiento en la práctica de inspecciones.

La Dirección de Obras Públicas Municipales, vigilará el debido cumplimiento de las disposiciones que este reglamento establece. Los propietarios o sus representantes, los encargados o los directores responsables de la obra tendrán la obligación de permitir el acceso al inmueble de que se trate.

Al término de la diligencia se levantará el acta correspondiente en la cual se hará constar el cumplimiento o la violación a este reglamento.

Los Inspectores de la Dirección de Obras Públicas Municipales deberán firmar el libro de bitácora anotando la fecha de visita y sus observaciones.

ARTICULO 237.- Infracciones al Reglamento.

Cuando habiendo hecho la visita de inspección se compruebe la existencia de cualquier infracción a las disposiciones de este reglamento, la Dirección de Obras Públicas Municipales, notificará al infractor cuando así precediere, las irregularidades o violaciones en que hubiere incurrido, otorgándosele un término que podrá variar entre uno y 30 días, según la urgencia o gravedad del caso, para que sean corregidas.

ARTICULO 238.- Responsabilidades.

Para los efectos de este reglamento, los propietarios y directores responsables de obra, serán responsables por las violaciones en que incurran a las disposiciones de este reglamento y serán impuestas las sanciones que el presente reglamento estipula.

ARTICULO 239.- Incumplimiento de órdenes.

En caso de que el propietario de un predio o de una edificación no cumpla con las órdenes recibidas en base a este Reglamento, la Dirección de Obras Públicas Municipales estará facultada para ejecutar, a costa del propietario, las obras, reparaciones o demoliciones que haya ordenado, para clausurar y para formar parte de las demás medidas que considere necesarias, pudiendo hacer uso de la fuerza pública, cuando la infracción lo amerite.

ARTICULO 240.- Suspensión o clausura de obras en ejecución.

Independientemente de la aplicación de las sanciones pecuniarias establecidas en el presente Reglamento la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá ordenar la suspensión o clausura de obras de ejecución cuando en dicha construcción se incurra en flagrante violación a este Reglamento.

ARTICULO 241.- Clausura de obras terminadas.

Independientemente de la imposición de las sanciones pecuniarias a que haya lugar, la Dirección de Obras Públicas Municipales, podrá clausurar las obras terminadas cuando ocurra alguna de las siguientes circunstancias:

I.- Cuando la obra se haya ejecutado sin licencia.

II.- Cuando la obra se haya ejecutado alterando sustancialmente el proyecto aprobado por la Dirección de Obras Públicas Municipales.

III.- Cuando se use una construcción o parte de ella para un uso diferente al autorizado.

CAPITULO XLV**SANCIONES PECUNIARIAS.****ARTICULO 242.- Generalidades.**

La Dirección de Obras Públicas Municipales, en los términos de este Capítulo, sancionará con multas a los propietarios, directores y a todos aquellos que resulten responsables de obras, cuando se comprueben infracciones al presente Reglamento.

ARTICULO 243.- Forma de aplicación de las sanciones.

La autoridad competente para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

ARTICULO 244.- Sanciones al director responsable, al propietario o a otras personas.

Se sancionará al director responsable de obra, al propietario o a la persona que resulte responsable con multa hasta de \$ 2,000.00:

I.- Cuando en cualquier obra o instalación en proceso no muestre a solicitud del Inspector los planos autorizados y la licencia correspondiente.

II.- Cuando se invada con materiales, ocupen o usen la vía pública o cuando hagan cortes en banquetas, arroyos y guarniciones, sin haber obtenido previamente el permiso correspondiente.

III.- Cuando obstaculicen las funciones de los inspectores de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

IV.- Cuando realicen excavaciones u obras que afecten la estabilidad del propio inmueble o de las construcciones o predios vecinos, o la vía pública.

V.- Cuando no den aviso a la terminación de las obras dentro del plazo señalado en las licencias de construcción correspondiente

ARTICULO 245.- Sanciones a los directores responsables de obra.

Se sancionará a los directores responsables de obra con multa hasta de \$20,000.00 cuando incurran en las siguientes infracciones:

I.- Cuando no cumplan lo relativo a las obligaciones que les han sido impuestas en este reglamento.

II.- Cuando no observen las disposiciones de este reglamento en lo que se refiere a los dispositivos de elevación de las obras.

ARTICULO 246.- Sanciones a los directores responsables de obra.

Se sancionará con multa de \$1,000.00 a \$30,000.00 a los directores responsables de obra que incurran en las siguientes infracciones:

I.- Cuando en la obra utilicen nuevos procedimientos de construcción, sin autorización previa de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

II.- Cuando en construcción o demolición de obras o para llevar a cabo excavaciones, usen explosivos sin contar con la autorización previa de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

III.- Cuando en una obra no tomen las medidas necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores y de cualquier otra persona a la que puedan causar daño.

ARTICULO 247.- Sanciones a los propietarios y a los directores responsables de obra.

Se sancionará a los propietarios de inmuebles o a los directores responsables de obra con multa de uno a cinco tantos del importe de los derechos de licencia correspondiente, en los siguientes casos:

I.- Cuando se estén realizando obras o instalaciones sin haber obtenido previamente la licencia respectiva de acuerdo con lo establecido en este reglamento.

II.- Cuando se hubieren realizado obras o instalaciones sin contar con la licencia de construcción correspondiente, y las mismas no se hubieren regularizado.

ARTICULO 248.- Sanciones a los directores responsables de obra, a los propietarios y otras personas.

Se sancionará al director responsable de obra, al propietario o a las personas que resulten responsables, con multa de \$1,000.00 a \$50,000.00 en los siguientes casos:

a).- Cuando en una obra o instalación, no se acaten las disposiciones contra incendio previstas en este reglamento.

b).- Cuando para obtener la expedición de licencias de construcción o durante la ejecución y uso de la edificación hayan hecho uso a sabiendas de documentos falsos.

ARTICULO 249.- Sanciones por violaciones no previstas en este capítulo.

Las sanciones no previstas en este Capítulo se sancionarán con multa hasta de \$20,000.00.

ARTICULO 250.- Sanciones en caso de reincidencia.

Al infractor reincidente se le aplicará el doble de la sanción que le haya sido impuesta.

Se considera reincidente al infractor que incurra en otra falta igual a aquella por la que hubiere sido sancionado con anterioridad durante la ejecución de la misma obra.

ARTICULO 251.- Revocación.

La Dirección de Obras Públicas Municipales podrá revocar toda autorización, licencia o construcción cuando:

I.- Se hayan dictado con base en informes o documentos falsos o erróneos, emitidos con dolo o error.

II.- Se hayan dictado con contravención al texto expreso de alguna disposición de este reglamento.

III.- Se hayan emitido por autoridad incompetente.

La revocación será pronunciada por la autoridad de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate, o en su caso, por el superior jerárquico de dicha autoridad.

CAPITULO XLVI

MEDIOS DE IMPUGNACION.

ARTICULO 252.- Recursos de reconsideración.

Procederá el recurso de reconsideración contra las negativas de otorgamiento de número oficial, constancia de alineamiento, licencia de construcción de cualquier tipo; contra cancelación de licencia, suspensión o clausura de obras o las órdenes de demolición, reparación o desocupación.

ARTICULO 253.- Interposición del recurso.

El recurso deberá interponerlo el interesado, ante la autoridad de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate y el término para su interposición será de 15 días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya hecho la notificación.

El recurrente podrá solicitar la suspensión de la ejecución del acto o resolución que reclame, la cual será concedida siempre que, a juicio de la autoridad, no sea en perjuicio de la colectividad o contravenga disposiciones de orden público. Cuando con la suspensión se puedan causar daños a la Dirección de Obras Públicas Municipales o a terceros, sólo se concederá si el interesado otorga ante la Tesorería Municipal alguna garantía.

El monto de la garantía será suficiente para asegurar la reparación de los posibles daños que se pudieran causar y serán fijados por la autoridad de la que haya emanado el acto.

ARTICULO 254.- Escrito del recurso.

El escrito por el que se interponga el recurso de reconsideración no estará sujeto a forma especial alguna y bastará con que el concurrente precise el acto que reclama, los motivos de su inconformidad, señale domicilio para oír y recibir notificaciones, designe en su caso representante legal, acompañe las pruebas documentales que tenga a su disposición y ofrezca las demás que estime pertinentes, con excepción de aquellas que fuesen contrarias al derecho y a la moral.

ARTICULO 255.- Sustanciación del recurso.

Admitido el recurso interpuesto se señalará día y hora para la celebración de una audiencia en la que se oír en defensa al interesado y se desahogarán las pruebas ofrecidas, levantándose de la misma, acta suscrita por los que en ella hayan intervenido.

La resolución deberá pronunciarse dentro de los 30 días siguientes a la celebración de la audiencia y será notificada personalmente.

Contra la resolución que se dicte no procede ningún recurso administrativo.

ARTICULO 256.- Casos no previstos.

Los casos no previstos en este Reglamento serán resueltos por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos, previo dictamen de la Dirección de Planeación de la Dirección de Obras Públicas Municipales.

TITULO SEGUNDO

REQUISITOS ESTRUCTURALES

CAPITULO XLVII

ALCANCE.

ARTICULO 257.- En este título se fijan los requisitos que deben cumplir las estructuras comunes para que tengan una seguridad adecuada contra la falla y un comportamiento satisfactorio durante su funcionamiento normal.

ARTICULO 258.- Estas normas se aplicarán a las construcciones, modificaciones, ampliaciones, reparaciones o demoliciones de obras urbanas, como casas, edificios y/o plantas industriales; no regirán para puentes, presas y otras estructuras especiales, para las cuales deberán seguirse normas y reglamentaciones específicas aprobadas por las autoridades correspondientes.

Las viviendas mínimas en el medio rural podrán ser construidas sin sujetarse a lo dispuesto por este título únicamente cuando haya cuando menos 10 metros a la construcción más cercana.

ARTICULO 259.- Para el diseño de los elementos estructurales, en este reglamento, se han adoptado criterios basados en el método de los valores admisibles. Sin embargo podrán emplearse métodos de resistencia última de validez técnica reconocida y que sean aceptados por las autoridades correspondientes.

ARTICULO 260.- Las autoridades responsables podrán calificar a una estructura como especial y en ese caso requerirán del proyectista comprobaciones adicionales por métodos más elaborados que no se especifican en el texto de estos requisitos estructurales.

CAPITULO XLVIII

CARGAS Y DEFORMACIONES.

ARTICULO 261.- En las estructuras se consideran las siguientes acciones: Cargas muertas, cargas vivas, cargas accidentales y los efectos de deformaciones.

ARTICULO 262.- Cargas muertas.

Son aquellas que actúan permanentemente en una edificación.

Las cargas muertas verticales se determinan cubicando los volúmenes de los diferentes materiales a los que se aplicarán los pesos volumétricos de la tabla 2.1

Los valores mínimos señalados se emplearán para verificar la estabilidad de la estructura cuando las cargas verticales sean favorables a ésta, como en el caso de succiones y volteo producido por el viento. En general se usarán los valores máximos.

Las cargas muertas horizontales, como son las debidas a empuje de tierra, se calcularán como se indica en el Capítulo L.

Cargas vivas.

ARTICULO 263.- Cargas vivas nominales.

Son aquellas que actúan en una edificación sin tener carácter permanente.

Para cargas vivas verticales, se usarán los valores de la Tabla 2.2 de Cargas Vivas Nominales w_m , w_a y w_s en. en kg/m². en función del destino del piso o cubierta en cuestión, en donde:

TABLA 2.2

TABLAS DE CARGAS VIVAS NOMINALES UNITARIAS

Destino del piso ó cubierto	ws	W_r	W_m	Observaciones
I. <u>Habitación.</u> (casa-habitación, apartamento, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares), oficinas, despachos y laboratorios.	70	90	$120+200 A^{-1/2}$	(1)
II. <u>Comunicación para peatones.</u> (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público.) Cuando sirven a no mas de 200 m ² de área habitable.	40	150	$150+200 A^{-1/2}$	
Cuando sirven a un área habitable superior de 200 m ² e inferior a 400 m ²	40	150	$150+400 A^{-1/2}$	
Cuando sirven a 400 m ² o más de área habitable ó a un lugar de reunión.	40	150	$150+600 A^{-1/2}$	
III. <u>Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales.</u>	40	350	450	
IV. <u>Otros lugares de reunión</u> (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas salas de juego y similares)	40	250	300	(2)
V. <u>Comercios, fabricas y bodegas</u> Area tributaria hasta de 20 m ²	$0.8w_m$	$0.9w_m$	w_m	(3)
Area tributaria mayor de 20 m ²	$0.7w_m$	$0.8w_m$	$0.9w_m$	(3)
VI. Tanques y cisternas	$0.7w_m$	$0.8w_m$	w_m	(4)
VII. <u>Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%</u>	15	70	100	(5)
VIII. <u>Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%</u>	5	20	30	(6)
IX. Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	15	70	200	
X. <u>Garages y estacionamientos</u> (para automóviles exclusivamente)	40	100	150	(7)
XI. Andamios y cimbras para concreto	15	70	100	(8)

- (1).- Por lo menos en una estancia o sala comedor de las que contribuyen a la carga de una viga, columna y otro elemento estructural de una casa habitación, edificio de departamentos o similar debe de considerarse para diseño estructural $w_m = 250\text{kg/m}^2$ y en los demás según corresponda al área tributaria de cuestión.
- (2).- Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de tabique ni los materiales de peso comparable, ni de cortinajes en sumamente pesados ni el de otros objetos no usuales. Cuando se prevean tales cargas deberán diseñarse elementos estructurales destinados a ellas, especificarse en los planos estructurales y, mediante placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción señalarse su ubicación y carga permisible.
- (3).- Atendido al destino del piso fijará la carga unitaria nominal que corresponda a un área tributaria menor de 20 m², la que deberá especificarse en los planos estructurales y en placas metálicas colocados en lugares fácilmente visibles de la construcción. La carga será mayor de 350 kg/m² en todos los casos. Cuando se prevean cargas concentradas importantes se debe proceder como se especifica en (2)
- (4).- w_m = presión en el fondo del tanque ó cisterna, correspondiente al tirante máximo posible.
- (5).- Las cargas vivas en estas cubiertas y azoteas pueden disminuirse si mediante desagües adecuados se asegura que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua de lluvias en caso de que se tomen las tajadas no produce una carga viva superior a la propuesta pero en ningún caso este valor será menor que el correspondiente al especificado para cubiertas y azoteas con pendiente mayor de cinco por ciento.
Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios. Estas deben preverse por separado y especificarse en los claros estructurales.
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 actuando al nivel y en la dirección mas desfavorable.
- (6).- O una carga concentrada de 100 kg en la posición más crítica si esta resulta mas desfavorable que la carga uniforme especificada.
- (7).- Más una concentración de 1.6 en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.
- (8).- Más una concentración de 100 kg en el lugar más desfavorable debe cumplirse además con lo impuesto de el capítulo de andamios.

TABLA 2.1

PESOS VOLUMETRICOS DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS

M A T E R I A L	PESO VOLUMETRICO	
	MAXIMO	Ton./m3. MINIMO
I Piedras naturales		
Arenisca (Chilucas y Canteras)	2.50	1.75
Basaltos (Piedra Braza)	2.65	2.35
Granito	3.20	2.40
Mármol	2.60	2.55
Pizarras	2.85	2.35
Tepetates	1.95	0.75
Tezontles	1.55	0.65
Roca caliza	2.70	2.20
Boleo	2.70	2.20
II Suelos		
Arena de grano de tamaño uniforme	2.10	1.40
Arena bien graduada	2.30	1.55
Arcilla en su condición natural	1.50	1.20
III Piedras artificiales		
concretos y morteros		
Concreto simple con agregados de peso normal	2.20	2.00
Concreto reforzado	2.40	2.20
Mortero de cal y arena	1.50	1.40
Mortero de cemento y arena	2.10	1.90
Aplanado de yeso	1.50	1.10
Tabique macizo a mano	1.50	1.10
Tabique macizo prensado	2.20	1.60
Bloque hueco de concreto ligero (volumen neto)	1.30	0.90
Bloque hueco de concreto intermedio (volumen neto)	1.70	1.30
Bloque hueco de concreto pesado (volumen neto)	2.20	2.00
Vidrio plano	3.10	2.80
IV Madera		
Caoba	1.00	0.55
Cedro	0.70	0.40
Oyamel	0.65	0.30
Encino	1.00	0.80
Pino	1.00	0.45
V Recubrimientos		
	Peso en Kg./m2.	
	Máximo	Mínimo
Azulejo	15	10
Mosaicos de pasta	35	25

Granito o terrazo de 20 x 20	45	35
30 x 30	55	45
Loneta asfáltica o vinílica 40 x 40	10	5

Area tributaria del miembro en consideración (en M2.).

w_m Carga viva empleada para el diseño estructural y para el cálculo de asentamiento en suelos muy permeables (arenas y gravas) o en los no saturados.

w_r Carga viva para valuar la fuerza sísmica y/o para utilizarse simultáneamente con cargas accidentales.

w_s Carga viva para el cálculo de asentamientos en materiales poco permeables (limos y arcillas) saturados.

En problemas de volteamiento, de succión, o de flotación, la carga viva se considerará nula. Las cargas vivas horizontales como son las debidas a empujes de granos o líquidos se calcularán empleando teorías reconocidas en las que se tome en cuenta los efectos del vaciado y/o llenado.

ARTICULO 264.- Cargas vivas durante la construcción.

Deben considerarse cargas transitorias que puedan producirse durante la construcción como la debida al peso de los materiales almacenados temporalmente, la de los vehículos y equipo, la del colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza, y fijar las precauciones que deben tenerse para no sobrecargar la estructura.

ARTICULO 265.- Efectos de maquinaria.

Estos efectos se calcularán de acuerdo con los datos que debe proporcionar el fabricante de las máquinas, o en su defecto se usarán los factores de impacto y vibración dados en la tabla siguiente:

Tipo de Máquina	Factor
Máquina de Elevación:	
Máquinas de Elevadores	2.00
Máquinas de Grúas eléctricas	1.25
Máquinas de Grúas de mano	1.10
Otras máquinas:	
Maquinaria ligera	1.25
Máquinas reciprocantes y unidades de potencia	1.50

El producto factor por carga ya incluye los efectos de la carga, del impacto y de la vibración.

ARTICULO 266.- Cargas accidentales

Son las que tienen valores significativos en cortos intervalos de tiempo, perteneciendo a este grupo las cargas de viento y las de sismo, que se calcularán como se indica en los Capítulos LV y LVI.

Deformaciones impuestas

ARTICULO 267.- Alcance

Las deformaciones a que se refiere este artículo incluyen hundimientos diferenciales, efectos de cambio de temperatura y efectos de contracción

ARTICULO 268.- Casos en que deben considerarse las deformaciones impuestas:

ARTICULO 269.- Cuando los hundimientos diferenciales que sufre el terreno por efecto de las cargas de las edificaciones que soporta, exceden de los valores que se indican a continuación, deberán tenerse en cuenta en el análisis de marcos de concreto o acero.

TABLA 2.4 HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES ADMISIBLES	
TIPO DE ESTRUCTURA	RELACION ENTRE EL HUNDIMIENTO DIFERENCIAL Y EL CLARO
Marcos de acero hasta de 4 pisos	0.006
Marcos de concreto hasta de 4 pisos	0.004
Edificios con muros de carga de barro cocido macizo hasta de 4 plantas	0.002
Edificios con muros de carga de block hueco de concreto o barro hasta de 4 plantas	0.001
Marcos de acero	0.0018
Marcos de concreto	0.0012

Para edificios de 5 a 14 pisos se interpolarán linealmente si se tienen acabados muy sensibles como yeso, piedra ornamental, etc., la relación máxima permisible será de 0.001, a menos que estos acabados se coloquen después de ocurrir los hundimientos.

ARTICULO 270.- Se tomarán en cuenta el cálculo de los efectos de cambios de temperatura y contracción por fraguado en estructuras de concreto cuya dimensión exceda de 30m. en cualquier dirección, si cualquiera de sus miembros estructurales son oblicuos y/o si las cubiertas directamente expuestas a la intemperie no están protegidas de ésta al menos por un enladrillado. El límite citado puede aumentarse a 45 m. en estructuras de acero.

ARTICULO 271.- Cuantificación de los hundimientos diferenciales.

Estos se cuantificarán como se indica en el capítulo L.

Para el cálculo de elementos mecánicos debidos a asentamientos diferenciales se usará el módulo elástico instantáneo del concreto en estructuras de este material desplantadas en suelos muy permeables (arenas y gravas) o en suelos no saturados. En el caso de suelos poco permeables saturados (limos y arcillas) se tomará un módulo elástico igual al 33% del instantáneo.

En marcos de acero, siempre se considerará la totalidad de los asentamientos diferenciales y el módulo elástico de acero.

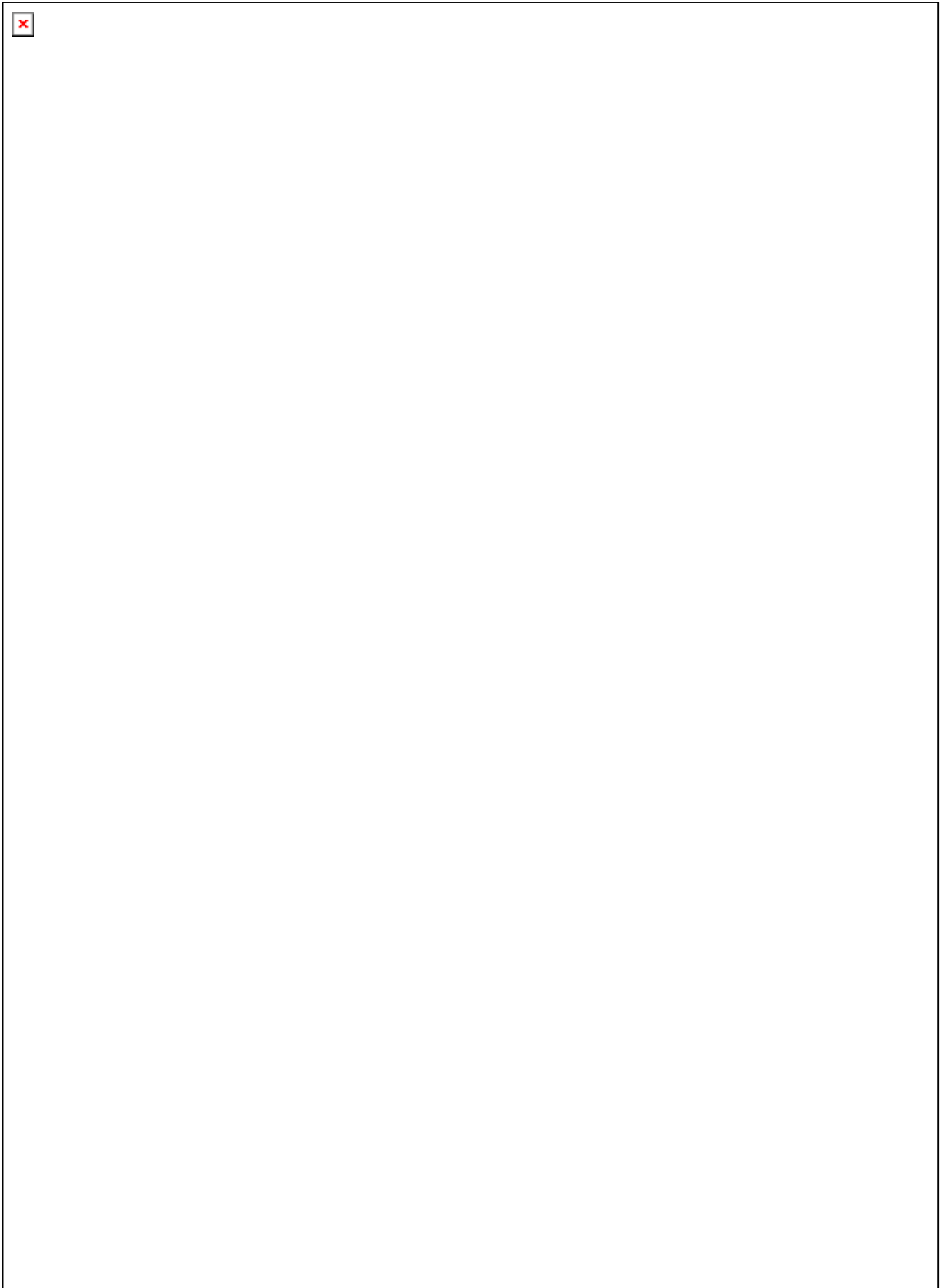
ARTICULO 272.- Cuantificación de los efectos de cambios de temperatura.

Cuando según el Art. 270 sea necesario considerar las deformaciones que producen los cambios de temperatura, se cuantificarán los cambios totales en longitud de los miembros estructurales, antes de tener en cuenta las restricciones debidas a sus apoyos, mediante la expresión.

$$L_2 - L_1 = CL_1 (T_2 - T_1) \quad (2.1)$$

en donde L_1 y L_2 son las longitudes del miembro que corresponden a las temperaturas T_1 y T_2 respectivamente y C es el coeficiente de expansión lineal.

En la tabla 2.5 se dan valores de C.



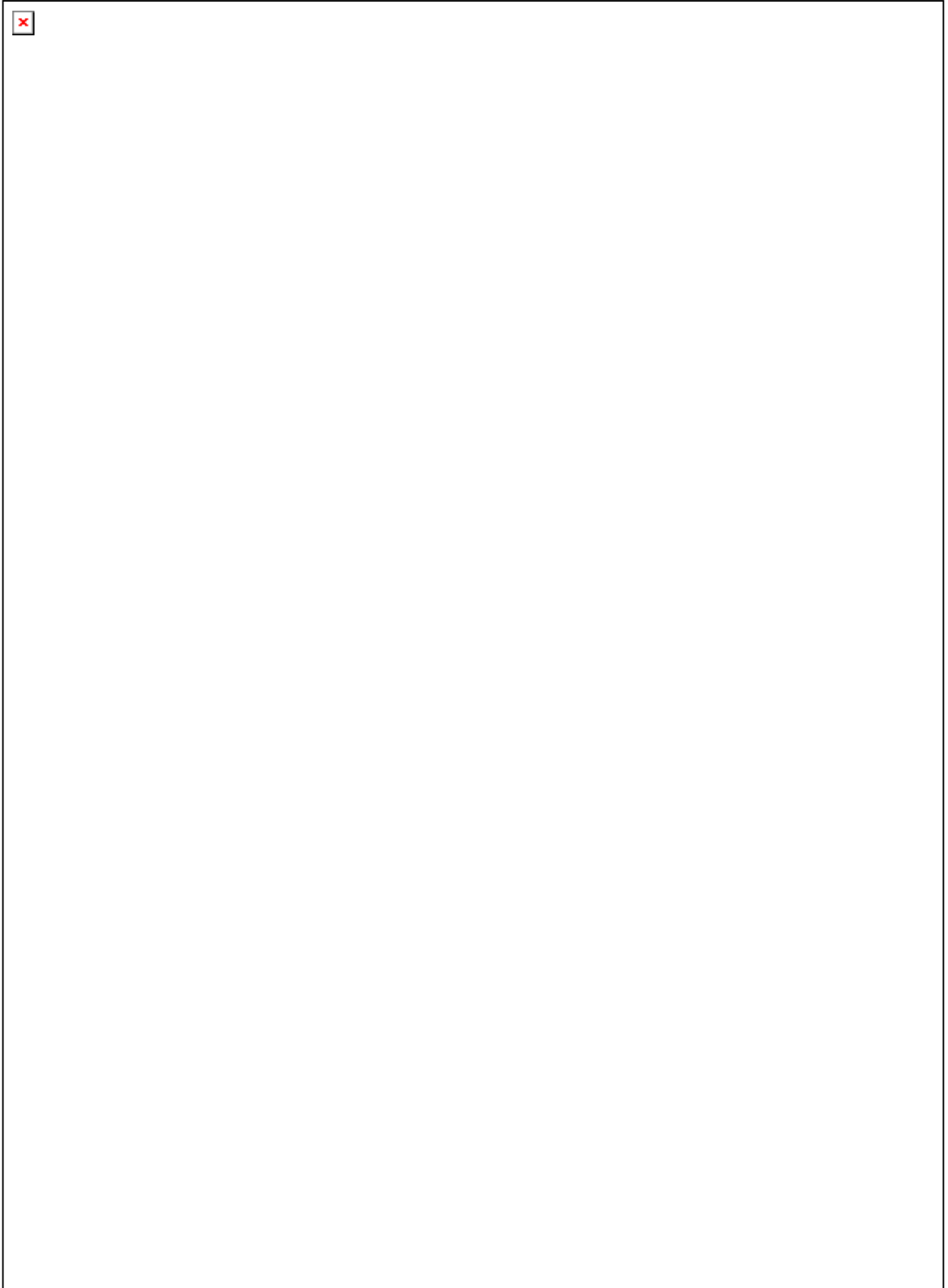


TABLA 2.5	
COEFICIENTES DE EXPANSION LINEAL	
M A T E R I A L	C. POR GRADO CENTIGRADO
Acero	0.000012
Concreto	0.000014
Aluminio	0.000024

Se tomará la diferencia entre la máxima o la mínima anual que se derive de los mapas de isotermas anexos y la temperatura durante la erección de la estructura.

Durante el proceso constructivo, cuando la estructura se encuentre sin protección, dicha diferencia se multiplicará por 1.8 y cuando la edificación se encuentre protegida cuando menos con el equivalente de un enladrillado en azotea el factor será de 1.2.

Para el cálculo de los elementos mecánicos debidos a cambios de temperatura anuales en marcos de concreto, se tomará un módulo elástico reducido al 45 % del instantáneo.

ARTICULO 273.- Cuantificación de los efectos de contracción por fraguado.

Los efectos de la contracción se sumarán a los de la temperatura en invierno y se depreciarán en verano.

Puede estimarse conservadoramente que la contracción unitaria del concreto reforzado vale 0.0002 en zonas hasta 100 Km. de la costa, 0.0003 en zonas entre 100 y 200 Km. de la costa y 0.0004, en zonas a más de 200 Km. de la costa.

ARTICULO 274.- Análisis de los efectos de deformaciones impuestas.

Una vez calculados los cambios totales en longitud que no tienen en cuenta las restricciones provenientes de otros miembros estructurales y de los apoyos, deben introducirse estas restricciones en el análisis y satisfacerse las condiciones de equilibrio y compatibilidad.

ARTICULO 275.- Diseño estructural incluyendo efectos de deformaciones impuestas.

En el método de diseño elástico se usarán las siguientes combinaciones de efectos de las cargas y de las deformaciones impuestas.

1.- Carga muerta -|- carga viva (w_m) -|- deformaciones impuestas por hundimientos diferenciales, temperatura y contracción de fraguado.

2.- Carga muerta -|- carga viva (w_r) -|- deformaciones -|- (sismo o viento).

Los esfuerzos admisibles se incrementarán para el caso del concreto 33 % para la primera combinación y en 33% para la segunda. Para el acero de refuerzo y estructural los incrementos serán de 33%.

Si se emplea un método de diseño por resistencia última, se combinarán los efectos de las cargas y deformaciones impuestas empleando factores de cargo congruentes con el método de diseño que se adopte.

CAPITULO XLIX

CRITERIOS ESTRUCTURALES

ARTICULO 276.- Alcance.

Todas las construcciones deben poseer un sistema estructural que les permita soportar las acciones que pueden afectarlas, cumpliendo los requisitos de seguridad que fija este Reglamento

En este capítulo se hace distinción entre los elementos estructurales y no estructurales, se especifican las precauciones que deben tenerse con estos últimos. Se establecen también tipos y requisitos mínimos de estructuración clasificándolas para su aplicación en otros capítulos de este Reglamento.

ARTICULO 277.- Elementos estructurales.

Se considerarán como elementos estructurales aquellos sobre los que obran directamente las cargas y los que están ligados a ellos de manera que su resistencia y rigidez afectan las del conjunto.

ARTICULO 278.- Elementos no estructurales.

Se considerarán como elementos que no forman parte de la estructura aquellos que poseen una resistencia y rigidez despreciables con respecto a las de la estructura principal y aquellos que no tienen con la estructura principal una unión capaz de transmitir fuerzas siempre que su falla total no afecte al conjunto.

Los canceles metálicos, los de madera y los formados por materiales sumamente deformables, como plásticos reforzados con fibra de vidrio, siempre que no sean tableros de materiales frágiles, no requieren precauciones especiales en su liga con la estructura para protegerlos de los efectos de los movimientos de la misma.

Los demás elementos que no forman parte integrante de la estructura deben ligarse tomando precauciones para que no se dañen al formarse éstas. Dichas precauciones consistirán, por ejemplo, en empotrar el elemento con un nivel, dejándolo libre en el nivel opuesto o ligarlo en un piso guiándolo en el otro mediante un canal o ranura, etc., pero en todo caso existirán holguras congruentes con los desplazamientos de la estructura y se revisará la estabilidad del elemento para el efecto de las acciones que puedan obrar directamente sobre de él, como son empujes laterales por viento o sismo.

ARTICULO 279.- Sistemas estructurales mínimos.

Las construcciones deberán poseer sistemas estructurales que les permitan resistir las fuerzas horizontales actuando por lo menos en dos direcciones ortogonales, según lo especificado en el capítulo de Diseño Sísmico aun si por su tamaño y/o destino no se calculen para resistir sismos.

ARTICULO 280.- Los sistemas de piso o techo deberán estar diseñados para transmitir las fuerzas horizontales a los elementos que proporcionan la resistencia lateral en la dirección de análisis.

Se procurará que los pisos y techos constituyan diafragmas rígidos en su plano, de manera que las fuerzas sísmicas se transmitan a los distintos elementos resistentes en forma proporcional a su rigidez. En general se considerarán que funcionan como diafragmas rígidos: las losas macizas de concreto, las losas aligeradas de concreto con un firme de por lo menos 5 cm. de espesor y los sistemas metálicos o de madera adecuadamente arriostrados en su plano.

Cuando se empleen sistemas que no constituyan diafragmas rígidos en su plano, cada elemento estructural resistente a cargas laterales deberá diseñarse para soportar las fuerzas de inercia que se originan en la porción del sistema de piso que lo sea tributaria, de acuerdo con la trayectoria que deben seguir dichas fuerzas de inercia.

ARTICULO 281.- Simetría en la estructura de las construcciones.

Se evitarán excentricidades de diseño, calculadas como se indica en el capítulo de Diseño Sísmico, mayores de 10 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección normal a la de análisis. Con objeto de reducir los efectos de torsión debidos a asimetría, deberá haber simetría en rigideces, materiales y tipos de elementos resistentes.

En caso de no cumplirse con lo anterior, se tomarán en cuenta las esfuerzos adicionales de torsión.

CAPITULO L**CIMENTACIONES.****ARTICULO 282.- Aspectos Generales.**

Toda construcción se soportará por medio de una cimentación apropiada. Se entiende por cimentación al conjunto formado por la subestructura, el suelo y/o las pilas o pilotes que llevan las

cargas a mayores profundidades. La subestructura recibe las cargas de la edificación y la reacción del suelo y/o la de las pilas o pilotes.

Las cimentaciones podrán ser superficiales o profundas. Las zapatas y cimientos deberán desplantarse en terreno firme, por debajo de la capa de tierra vegetal o de desechos sueltos, o por debajo del terreno que pueda sufrir cambios volumétricos como en el caso de las arcillas expansivas. Sólo se aceptará cimentar sobre rellenos artificiales que cumplan con lo que se indica en el Art. 284.

Deberá tenerse precaución especial en investigar la posible existencia de hoquedades, depósitos de basura o rellenos mal compactados.

Siendo la finalidad de la subestructura transmitir cargas al terreno de modo que no se sobrepase su capacidad de carga, deberá hacerse una estimación de ésta, para lo cual, en ocasiones, bastará conocer el comportamiento de las construcciones existentes en la vecindad de la obra o, de no tenerse ese dato, o en estructuras importantes a juicio de la Dirección de Obras Públicas Municipales, será necesario identificar el tipo de suelo de cimentación y determinar su capacidad o consistencia, ya sea por muestreo alterado con ensaye de penetración estándar (Arts. 285 y 288) o en el caso de suelos finos (limos y arcillas) y cuando ya se cuenta con datos previos en la localidad, a partir de los límites de consistencia y contenido natural de agua del suelo previamente identificado.

Siempre deberá investigarse el efecto de la nueva construcción sobre la cimentación de las edificaciones colindantes.

Los muros cargadores, dependiendo de la capacidad de carga del terreno y de su compresibilidad, se podrán cimentar sobre zapatas corridas de mampostería de piedra natural rematadas o no, con una dala de concreto reforzado, o sobre zapatas corridas de concreto provistas de trabes de rigidez o sobre losas corridas de cimentación generalmente provistas de trabes de rigidez.

En el caso de la cimentación de columnas, las zapatas podrán ser aisladas, de concreto simple o reforzado o bien serán zapatas o losas corridas provistas de contrabes de concreto reforzado.

Los cimientos de lindero en el caso de zapatas aisladas o corridas hacen necesario el empleo de trabes de volteo o balancines.

La estructura debe anclarse a los elementos de la cimentación, los cuales deben diseñarse para resistir las tensiones y momentos flexionantes inducidos por fuerzas horizontales; por ejemplo los castillos de concreto arrancarán desde el desplante del cimiento y no desde la dala, y el refuerzo de las columnas se anclará en las zapatas y contratrabes.

Sólo se permitirán variaciones a los requisitos de este artículo si se anexan a la solicitud los cálculos que demuestran que no es necesario cumplir con los mismos.

ARTICULO 283.- Capacidad de carga.

Para el diseño de la cimentación de estructuras ligeras, para las que no se justifique un estudio detallado del suelo, se tomarán los esfuerzos admisibles para el terreno que se dan en la tabla 4.1.

Cuando se usen losas corridas en arcillas blandas se comprobará que el centro de gravedad de las cargas coincida con el centro de gravedad del área de cimentación.

Si se tiene conocimiento de que el suelo es una arcilla expansiva deberá hacerse un estudio de suelos para el caso que se trate y tomar las precauciones necesarias.

Para obtener capacidad de carga se comprobará que se satisfagan los siguientes requisitos para zapatas continuas.

Para suelos friccionantes:

$$q_d < (C N_c + \bar{P}_v N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma) / FS$$

Para suelos cohesivos:

$$q_d < \frac{2.85 q_u (1 + 0.3 B/L) + \bar{P}_v}{F S}$$

donde.

q_d = Presión ejercida por las cargas de la edificación al nivel de desplante de la cimentación, en Ton/m². A esta presión se le restará la presión hidrostática en caso de haberla y si se garantiza una cimentación impermeable o la eliminación por bombeo automático de las aguas de infiltración.

q_u = Resistencia a la presión simple según Tabla 4.5

P_v = Presión intergranular al nivel de desplante antes de hacer la excavación, en Ton/m².

= Peso volumétrico húmedo del suelo debajo del nivel de desplante de la cimentación si el nivel freático se encuentra cuando menos a una profundidad "B" medida a partir de este nivel. Si el nivel freático se encuentra a menor profundidad, el peso volumétrico se calculará como se indica en "C" de este artículo.

C = Cohesión en Ton/m².

B = Ancho de la cimentación, para suelos de comportamiento cohesivo. En suelos de comportamiento friccionante se supone B menor que L/5, siendo L la longitud de la cimentación, en metros.

N_c, n_q , Coeficientes de capacidad de carga cuyos valores están definidos, en función al ángulo ϕ

N = de fricción interna del material, en la tabla 4.2.

FS = El factor de seguridad que se tomará igual a 3, a menos que se haga un estudio más detallado a satisfacción de la Dirección de Obras Públicas Municipales que permita reducir este valor. Cuando se combinen las cargas muertas y vivas con las de sismo o viento, podrá disminuirse un 25 %, el factor de seguridad.

TABLA 4.1 COMPACIDAD DE CARGA EN TON./M2. PARA DIFERENTES MATERIALES			
MATERIAL	DESCRIPCION	ZAPATAS AISLADAS O CORRIDAS CON ANCHO MENOR DE 4 m	LOSAS Y ZAPATAS DE ANCHO MAYOR DE 4 m
Arena	Arenas de mediana a alta compacidad, cementadas.	15	42
	Arenas de mediana a alta compacidad, no cementadas.	4	30
	Arenas de baja compacidad.	2	8
Limo	Limos de mediana a alta compacidad.	6	12
	Limos de baja compacidad	3	5
Arcillas	Arcillas duras	10	10
	Arcillas medianamente firmes.	5	5
	Arcillas blandas.	3*	2**
Roca	Roca sana	30	30

N O T A : Las capacidades de carga que se dan en esta tabla corresponden a aquellos casos en que el nivel de aguas freáticas se localiza a una profundidad mayor de una vez el ancho de la cimentación, por debajo del desplante de éste. Si dicho nivel de aguas freáticas se localiza al nivel del desplante o por encima de éste, los valores de la tabla se reducirán a la mitad. Para posiciones intermedias del nivel de aguas freáticas la capacidad de carga podrá obtenerse interpolando, linealmente entre los dos casos indicados.

* Zapatas con ancho menor de 3.00 m.

** Losas corridas cuya mínima dimensión es igual o mayor de 3.00 m.

TABLA 4.2

COEFICIENTES DE CAPACIDAD DE CARGA

O	Nc	Nq	N8	Nq/Nc	Tan O
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.35	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.08	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.87	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.35
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.65	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.68	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	17.72	0.57	0.53
29	27.88	26.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.87	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.78
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.83	42.92	65.19	0.77	0.75
38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84

41	88.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	89.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.84	0.97	0.97
45	133.85	134.88	271.75	1.01	1.00
46	152.10	156.51	300.35	1.04	1.04
47	173.04	197.21	403.67	1.08	1.08
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	220.93	286.51	613.18	1.16	1.15
50	238.80	319.07	752.89	1.20	1.19

Al emplearse las relaciones anteriores se tomará en cuenta lo siguiente:

a) Para suelos arcillosos con resistencia en compresión simple menor que 5 Ton/m²., se tomará 2/3 de la cohesión medida.

Para suelos arenosos con capacidad relativa menor de 50% (fig. 4.1b) pág. 4.27, se usará un ángulo de fricción reducido (ϕ') tal que se cumpla:

$$\tan \phi' = \frac{2}{3} \tan \phi$$

b) En caso de no cumplirse las condiciones geométricas B/L menor que 1/5 los coeficientes N_c , N_q , N_γ deberán ser multiplicados respectivamente por los factores de forma ξ_c , ξ_q , ξ_γ , definidas en la tabla 4.3.

TABLA 4.3 FACTORES DE FORMA PARA CIMENTACIONES SOMERAS			
Forma de la base	ξ_c	ξ_q	ξ_γ
Rectangular	$1 - (B/L) (N_q / N_c)$	$1 + (B/L \tan \phi)$	$1 - 0.4 B/L$
Circular o cuadrada	$1 + (N_q / N_c)$	$1 + \tan \phi$	0.60

c) 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 previsible durante la vida útil de la estructura. En caso de que este nivel quede a una profundidad Z inferior al ancho B de la cimentación abajo del nivel de desplante de la misma, el peso volumétrico γ a considerar en la ecuación 4.1 será:

$$\gamma = \gamma' + (Z/B) \cdot (\gamma_m - \gamma')$$

donde:

γ' = Peso específico sumergido.

γ_m = Peso específico húmedo total que corresponde al contenido mínimo de agua natural del suelo arriba del nivel freático.

d) En el caso de cimentaciones sobre taludes se verificará la estabilidad de la cimentación con las fórmulas 4.1, utilizando los factores de reducción estipulados en "a" de este artículo, siempre y cuando la distancia horizontal entre la orilla del cimiento más próximo al talud y el hombro de éste sea como mínimo el ancho del cimiento.

e) En el caso de estructuras desplantadas sobre un estrato de material blando confinado se comprobará que no pueda ocurrir extrusión de dicho material.

Para una estructura de dimensión transversal D (fig. 4.3) pág. 103, se verificará que:

$$qd < \frac{4^{\circ} \left(\frac{D'}{D} \right)^2}{F_s}$$

en que c es la cohesión del material blando FS como se define en este artículo.

f) Para condiciones severas de vibración, debidas a maquinaria y solicitaciones sísmicas en la vecindad de una cimentación desplantada en limos sueltos saturados de baja plasticidad o en arenas limosas finas, se considerarán factores de seguridad dobles de los correspondientes a cargas estáticas, a menos que se haga un estudio especial que permita reducir estos factores de seguridad.

ARTICULO 284.- Rellenos artificiales

Sólo se aceptará cimentar sobre rellenos artificiales cuando se demuestre que éstos son compactos o se compactan adecuadamente para este fin y no contienen materias desagradables en cantidad excesiva.

En los rellenos se tendrá cuidado en el problema del flujo natural y en el de tubificación, tomando las previsiones necesarias para el escurrimiento del agua.

Para especificación y control de la compactación de los materiales empleados en rellenos, se recurrirá a la prueba Proctor estándar. En el caso de materiales compactados con equipo de muy alta presión, se estudiará la conveniencia de recurrir a la prueba Proctor modificada o a otra prueba de impactos de alta energía de compactación.

Las pruebas de laboratorio anteriores se realizarán siguiendo los procedimientos especificados en la tabla 4.4

TABLA 4.4 PRUEBAS DE COMPACTACION EN EL LABORATORIO	
PRUEBA	PROCEDIMIENTO ESPECIFICADO
Proctor estándar Especif.	Parte IX libro primero 108-10.4
Proctor estándar Especif.	Parte IX libro primero 108-11.4
Proctor (AASHO) modificada ASTM D 1557-70T 1964.	

ARTICULO 285.- Reconocimiento del subsuelo.

La investigación del subsuelo deberá permitir identificar con precisión los materiales que se encuentran afectados por la carga transmitida por la construcción y estimar sus propiedades mecánicas relevantes.

En el caso de que el terreno de cimentación esté constituido por suelos, la profundidad recomendable de investigación del subsuelo será 2.5 B., donde B es el ancho de la cimentación.

ARTICULO 286.- Muestreos alterados con ensaye de penetración estándar.

Los sondeos de este tipo consistirán en hincar a golpes un penetrómetro estándar en el fondo de una perforación, con un martinete de 63.5 Kg., cayendo desde una altura de 76 cm., contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 30 cm.

El fondo del pozo en el que se realice la prueba deberá ser previamente limpiado de manera cuidadosa. Se hincará entonces el penetrómetro 15 cm., en el suelo. A partir de este momento se empezarán a contar los golpes necesarios para lograr una penetración adicional de 30 cm. A continuación se retirará el penetrómetro removiendo de su interior la muestra alterada obtenida.

La resistencia y compacidad de los suelos gruesos (más de 50%) del material obtenido en la malla No. 200 (0.074 mm) podrán ser estimadas por medio de las correlaciones presentadas en las figs. 4.1. para evaluar la consistencia y resistencia de los suelos finos (menos de 50% o del material retenido en la malla No. 200), se recurrirá a la tabla 4.5.

TABLA 4.5 CORRELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION Y LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS FINOS.		
CONSISTENCIA	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR	RESISTENCIA A LA PRESION SIMPLE q_u (Ton/m ²)
Muy blandos	Menos de 2 golpes	Menos de 2.5 Ton/m ²
Blando	De 2 a 4	De 2.5 a 5
Medianamente firmes	De 4 a 8	De 5 a 10
Firmes	De 8 a 15	De 10 a 20
Muy Firmes	De 15 a 30	De 20 a 40
Duros	Más de 30	Más de 40

Arcillas de plasticidad mediana. Para arcillas de alta plasticidad, aplicar a los valores q_u indicados, un coeficiente de reducción de 0.6.

Con estos valores de q_u se aplicarán las fórmulas del Art. 283.

ARTICULO 287.- Sondeos con obtención de muestras inalteradas.

Estos sondeos se realizarán por procedimientos que aseguren una mínima alteración de las muestras obtenidas.

Las muestras obtenidas deberán ser protegidas y ensayadas a la mayor brevedad para evitar los cambios químicos y físicos que ocurren durante un almacenamiento prolongado.

ARTICULO 288.- Identificación y clasificación de los suelos.

Los materiales encontrados se identificarán y clasificarán de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos Tabla (4.6).

Se procederá a la determinación de las propiedades índices relevantes de las muestras, de acuerdo con el Manual de Mecánica de Suelos de la S.A.R.H. 5a. Edic., México, D.F. 1970, en lo que se refiere a preparación de las muestras, determinación de su contenido natural de agua, densidad de sólidos, granulometría y límites de consistencia.

ARTICULO 289.- Movimientos verticales en cimentaciones superficiales.

Los asentamientos diferidos con el tiempo se calcularán con base en curvas de compresibilidad unidimensional determinadas en el laboratorio, en pruebas de consolidación por medio de la relación:

$$\Delta H = \int_0^H \left[\frac{\Delta \bar{p}}{1 + B_0} \right] dz$$

en donde:

ΔH = Asentamiento de un estrato de espesor comprensible H.
Este valor, H, será la máxima profundidad a que se dejen sentir apreciablemente los esfuerzos. H podrá tomarse como 2.5 B en cargas superficiales de ancho B.

$\Delta \bar{p}$ = Variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo efectivo vertical $\Delta \bar{p}$ inducido a la profundidad Z por la carga superficial, estimada a partir de una prueba de consolidación unidimensional realizada con material representativo del existente a esta profundidad.

- e_0 = Relación de vacíos cuando el esfuerzo efectivo vertical es 0.
En suelos muy compresibles, en los que los asentamientos diferenciales excedan a los permisibles y el medio resulte mayor de 5 cm., se evitarán sobrecargas compensándolas mediante excavaciones y/o se utilizarán pilotes.

TABLA 4.4 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIONES DE SUELOS (INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN)

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO (Se excluyen las partículas mayores de 7.6 cm. (3pulg.) y se basan las fracciones en pesos estimados)		SIMBOLOS DEL GPO (●)		NOMBRES TÍPICOS		INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS		CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO																											
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Mas de la mitad del material es retenido por la malla N° 200 (*) Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 4. Como equivalente a la abertura de la malla N° 4)	GRAVAS Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 4. (para clasificación visual puede usarse 1/2 cm.	GRAVAS LIMPIAS (Pocas partículas finas o ninguna)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o ninguno	Dese el nombre típico, indíquese los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis Para los suelos inalterados, agreguese información sobre estratificación, compactad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje. E J E M P L O : Arena limosa con grava, con 20% de grava de partículas duras, angulosas y de 15 cm. De tamaño máximo; arena gruesa o fina de partículas redondeadas o subangulosas alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco; compacta y húmeda en el lugar, arena pluvial (SM).	Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica. Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa la malla N° 200) Los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos de 5%: GW, CP, SW, SP. Mas de 12%: GM, CC, SM, SC. 5% a 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	Coeficiente de uniformidad (C), coeficiente de curvatura (C) $c_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 4; $c_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$, entre 1 y 3																												
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o ninguno			No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW																												
	ARENAS Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N° 4. (para clasificación visual puede usarse 1/2 cm.	ARENAS LIMPIAS (Pocas o ningunas partículas finas)	SW	Areñas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o ninguno			Para los suelos inalterados, agreguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remodelado, condiciones de humedad y drenaje. E J E M P L O : Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina; numerosos agujeros verticales de raíces; firme y seco en el lugar loess (ML).	Use la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo anotadas en la columna de identificación en el campo	EQUIVALENCIAS DE SIMBOLOS G-Grava M-Limo O-Suelos orgánicos W-Bien graduada L-Baja compresibilidad S-Arena C-Arcilla R-Turba P-Mal graduada H-Alta compresibilidad	Limites de plasticidad abajo de la línea A o I, menos 4.	Arriba de la línea A y con I, entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles																								
			ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	SP						Areñas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o ninguno.	$c_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6; $c_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$, entre 1 y 3																								
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)		SM						Areñas limosas, mezclas de arena y limo	No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW																								
			SC	Areñas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla						Limites de plasticidad abajo de la línea A o I, menos 4.	Arriba de la línea A y con I, entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles																								
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA No. 4*		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESISTENCIA EN ESTADO SECO</th> <th>MOVILIDAD DEL AGUA</th> <th>TENACIDAD (consistencia cerca del limite plastico)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nula o ligera</td> <td>Rapida o lenta</td> <td>Nula.</td> <td>ML</td> </tr> <tr> <td>Media o alta</td> <td>Nula o muy lenta.</td> <td>Media.</td> <td>CL</td> </tr> <tr> <td>Ligera a media</td> <td>Lenta.</td> <td>Ligera.</td> <td>OL</td> </tr> <tr> <td>Ligera a media</td> <td>Lenta a nula.</td> <td>Ligera a media.</td> <td>MH</td> </tr> <tr> <td>Alta a muy alta</td> <td>Nula.</td> <td>Alta.</td> <td>CH</td> </tr> <tr> <td>Media a alta</td> <td>Nula a muy lenta.</td> <td>Ligera a media.</td> <td>OH</td> </tr> </tbody> </table>		RESISTENCIA EN ESTADO SECO	MOVILIDAD DEL AGUA	TENACIDAD (consistencia cerca del limite plastico)		Nula o ligera	Rapida o lenta	Nula.	ML	Media o alta	Nula o muy lenta.	Media.	CL	Ligera a media	Lenta.	Ligera.	OL	Ligera a media	Lenta a nula.	Ligera a media.	MH	Alta a muy alta	Nula.	Alta.	CH	Media a alta	Nula a muy lenta.	Ligera a media.	OH	Limos orgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad Limos inorgánicos, limos micáceos diatómáceos, limos elásticos Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de plasticidad media		Para los suelos inalterados, agreguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remodelado, condiciones de humedad y drenaje. E J E M P L O : Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina; numerosos agujeros verticales de raíces; firme y seco en el lugar loess (ML).	COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO, LA TENACIDAD Y RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO
RESISTENCIA EN ESTADO SECO	MOVILIDAD DEL AGUA	TENACIDAD (consistencia cerca del limite plastico)																																	
Nula o ligera	Rapida o lenta	Nula.	ML																																
Media o alta	Nula o muy lenta.	Media.	CL																																
Ligera a media	Lenta.	Ligera.	OL																																
Ligera a media	Lenta a nula.	Ligera a media.	MH																																
Alta a muy alta	Nula.	Alta.	CH																																
Media a alta	Nula a muy lenta.	Ligera a media.	OH																																
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	<p>INDICE PLASTICO</p> <p>LIMITE LIQUIDO</p> <p>CARTA DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS EN EL LABORATORIO</p>																															

(•) Clasificación de frontera – los suelos que pasen las características de dos grupos se designan combinando dos símbolos. Por ejemplo, GW – CC, mezcla de grava y arena bien graduada con cementante arcilloso.
(°) Todos los tamaños de las mallas son U.S. Standard.

En edificios aislados podrá admitirse un asentamiento medio mayor a solicitud del perito responsable.

Las construcciones ligeras sobre suelos arcillosos podrán desplantarse a una profundidad menor que el espesor de material afectado por los cambios estacionales de humedad, siempre que se tomen medidas para mantener constante al contenido de agua a las arcillas o se empleen soluciones alternativas, tales como la colocación de una capa de material inerte bajo la cimentación, que tienda a uniformizar las expansiones; la rigidización de la cimentación para que estructuralmente sea capaz de resistir las expansiones diferenciales; la construcción de zanjas paralelas que se rellenarán con fragmentos de roca y lechada de cal. Estas Soluciones alternativas deberán ser justificadas mediante un estudio especial que cuente con la aprobación de la Dirección de Obras Públicas del Estado. Se dará una importancia particular a este problema, que puede originar movimientos diferenciales importantes, en el caso de materiales susceptibles de presentar variaciones volumétricas importantes (Arcillas expansivas, Tabla 4.7).

TABLA 4.7				
CRITERIOS DE EXPANSIVIDAD DE LAS ARCILLAS				
* Propiedades indice			Expansión probable	Expansividad
Contenido de Coloides (%menor que 0.001mm)	I.P.	L.C.		
> 28	> 35	< 11	> 30	Muy alta
20 – 31	25 – 41	7 – 12	20 – 30	Alta
13 – 23	15 – 28	10 – 16	10 – 20	Mediana
< 15	< 18	> 15	< 10	Baja
* Porcentaje del volumen total, para una carga de 0.07 Kg. / cm ² .				

En la estimación de los movimientos verticales que pueda sufrir una cimentación se tomará en cuenta que las vibraciones tienden a densificar los suelos granulares secos, producir licuación de suelos granulares finos saturados y remodelar los suelos cohesivos.

Todos estos efectos pueden causar asentamientos importantes.

ARTICULO 290.- Cimentaciones sobre pilas o pilotes.

Generalidades.

Se acude al empleo de pilotes cuando la capacidad del terreno es baja o su deformabilidad es alta.

Pueden ser de fricción o de punta, según sea su resistencia predominante. Generalmente se usa la resistencia de la punta hincada en un manto resistente cuando la resistencia dada por la fricción es insuficiente para soportar las cargas del edificio.

ARTICULO 291.- Pilotes de fricción.

A menos que se emplee la gráfica de Kerisel, (fig. 4.2) la resistencia a la fricción de pilotes de madera o de concreto en suelos cuya resistencia se deba su cohesión está dada por ésta, si la consistencia del suelo es muy blanda o blanda. Si la consistencia es dura o muy dura, la fricción será la mitad o la tercera parte de la cohesión. La cohesión será estimada como la resistencia q_u del material determinada en prueba de compresión simple.

donde:

$$c = \frac{C_u}{2FS}$$

q_u es la resistencia o la presión simple según tabla 4.5

En el caso de pilotes colocados en material no cohesivo, se considerará que la fricción desarrollada tiene una variación lineal hasta una profundidad Z, igual a 10 veces al diámetro del pilote, profundidad en la cual alcanza un máximo igual a:

$$f_z = \frac{K_0 P_v \tan \delta}{FS}$$

Donde:

f_z = Fricción a profundidades mayores que Z en Ton/m2.

P_v = Presión vertical efectiva a la profundidad Z, en Ton/m2.

K_0 = Coeficiente de presión de reposo cuyo valor podrá considerarse igual a 0.50

δ = Angulo de fricción pilote-suelo que podrá ser considerado igual a $2/3 \phi$

ϕ = Angulo de fricción interna del material del suelo

FS = Coeficiente de seguridad igual Z.

ARTICULO 292.- Pilotes de punta o pilas.

a) La capacidad de carga por punta de un pilote individual en suelos granulares podrá calcularse como sigue:

$$C^* = \frac{(\bar{P}_v N'_q A_p)}{FS}$$

donde:

C^* = Capacidad permisible por punta en Ton.

A_p = Area transversal del pilote o de la base de la pila en m2.

\bar{P}_v = Presión vertical efectiva, antes de la construcción a la profundidad de apoyo de los pilotes en Ton/m2.

N'_q = Coeficiente de capacidad de carga definida en la Fig. 4.4

FS = Coeficiente de seguridad como se especifica en 4.2

b) En el caso de que los pilotes hincados en suelo cohesivo se comparará la capacidad individual multiplicada por el número de pilotes con la capacidad del grupo. Esta última queda definida como sigue:

$$R = \frac{CN_c + P_v A_R}{FS}$$

donde:

R = Capacidad de carga total del grupo de pilotes, en Ton., incluyendo el peso propio del suelo que queda entre los pilotes.

N_c = Coeficiente de capacidad de carga definida en la Fig. 4.5

A_R = Area delimitada horizontalmente por la envolvente del grupo de pilotes en m².

\bar{P}_v = Como se define en Art. 292, a.

C y FS = Como se define en la fórmula 4.2

Para determinar la capacidad individual se usa la expresión 4.5 sustituyendo A_R por A_p , de acuerdo esta última con Art. 292 a.

ARTICULO 293.- Movimientos verticales en cimentaciones piloteadas.

Los movimientos a largo plazo de las cimentaciones sobre pilas y pilotes se estimarán generalmente sumando las deformaciones del suelo de apoyo de las bases de los pilotes o pilas bajo las cargas actuantes en ellas.

En el caso de pilotes de punta en suelos sometidos a proceso de consolidación se tomará en cuenta explícitamente la carga adicional debida a fricción negativa.

ARTICULO 294.- instalación de pilotes y pilas.

Al instalar pilas o pilotes se cumplirá con los requisitos siguientes:

a) La posición de la cabeza de los pilotes no distará, respecto a la de proyecto, más de 20 cm. ni más de la cuarta parte del ancho del elemento estructural que se apoya en ella.

b) Durante la hinca de cada pilote se llevará un registro que incluya su ubicación en la planta de cimentación, su longitud y dimensiones transversales, la fecha de colocación, el nivel local del terreno antes de la hinca y el nivel de la cabeza del pilote inmediatamente después de la hinca. Además, para pilotes hincados a percusión, se incluirá el tipo de material empleado para la protección de la cabeza del pilote, el peso del martinete y su altura caída, la energía por golpe, el número de golpes por minuto, el número de golpes por metro de penetración y el número de golpes por cada 3 cm. para los últimos 15 cm. de penetración; para pilotes hincados a presión se registrarán la presión manométrica y la fuerza de la cabeza del pilote a cada 50 cm. de penetración, el tiempo empleado en la hinca de cada tramo, los períodos de reposo, la presión manométrica de hinca y la fuerza en la cabeza del pilote a cada 1.0 cm, para los últimos de 10 cm. de penetración.

Estos datos permitirán verificar que los pilotes llegan y penetran el estrato resistente de acuerdo con las suposiciones del proyecto.

c) En el caso de pilotes hincados a través de suelo compresible hasta un estrato resistente, se procederá, al terminarse la hinca, a la nivelación de las cabezas de todos los pilotes.

Si la emersión de cualquiera de ellos excede de 1 cm., el pilote deberá hincarse hasta la elevación o hasta la resistencia especificada.

d) Los métodos usados para la hinca de pilotes deberán ser tales que no produzcan la capacidad estructural de éstos.

e) La separación mínima entre pilotes será 2.5 veces el diámetro en pilotes de sección circular 2.5 veces el lado en pilotes de sección cuadrada.

Si un pilote se rompe o se daña estructuralmente durante la hinca o si, por excesiva resistencia a la penetración, queda a una profundidad mucho menor que la especificada, se extraerá la parte superior del mismo modo que la distancia entre el nivel de desplante de la subestructura y el nivel superior del pilote abandonado sea por lo menos de tres metros. En tal caso se revisará el diseño de la subestructura y se instalarán pilotes sustitutos.

f) En el caso de pilotes o pilas colados en perforaciones previas, se procederá, antes del colado, a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación para verificar que las características del estrato resistente son satisfactorias y que todos los azolves han sido removidos. El colado se realizará por procedimientos que minimicen la segregación del concreto y, en su caso, la contaminación del mismo con el lodo estabilizador de la perforación, y que garanticen un adecuado recubrimiento del acero de refuerzo. Se llevará un registro que incluya la localización de las pilas o pilotes, las dimensiones relevantes de las perforaciones y, en su caso, de la ampliación de la base, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y los espesores de los estratos de materiales encontrados (cuando el procedimiento de construcción lo permita) y, en todos los casos, las características del material de apoyo.

Con estos datos podrán comprobarse las hipótesis establecidas en el proyecto.

ARTICULO 295.- Excavaciones.

Se verificará que no haya posibilidad de falla de los taludes, falla de los cimientos de las construcciones adyacentes ni falla del fondo de la excavación.

Se considerará una sobrecarga uniforme mínima de 1.5 Ton/m². en la vía pública y la indicada en la tabla 2.2 para otras zonas próximas a la excavación; en caso de haber cimentaciones a una distancia menor que la profundidad D_F de la excavación, se considerará una sobrecarga igual a la presión de diseño de la cimentación.

En general los movimientos de las paredes hacia la excavación podrán reducirse recomendando taludes con pendiente pequeña, o troquelamiento.

La posibilidad de falla de fondo por cortante en arcillas (Fig. 4.6) se analizará verificando que

$$\gamma_m D_F + a \leq \frac{CN_c}{FS}$$

Donde:

C = Cohesión del material en condiciones no drenados en Ton./m².

N_c = Coeficiente de capacidad de carga de la Fig. 4.4.

q = Sobrecarga en Ton./m².

γ_M = Peso volumétrico húmedo del material en Ton./m³.

D_F = Profundidad del fondo de la excavación en m.

FS = Factor de seguridad = 2

ARTICULO 296.- Empuje de tierras.

Aspectos generales.

En términos generales pueden distinguirse tres casos diferentes para definir las presiones de tierra que se consideran en el cálculo de estructuras de contención.

a) Presión ejercida contra muros de sostenimiento cuyo borde superior tiene libertad de desplazamiento, cuyo desplazamiento mínimo sea del orden de 0.001 de su altura.

b) Presión en muros cuyo borde superior está impedido de desplazamiento, o que éste sea menor de 0.001 de su altura.

c) Presiones ejercidas en ademes de excavación en zanja.

En el caso (a) deberán calcularse las presiones horizontales que evitan el deslizamiento del talud según su plano de falla. Estas presiones a largo plazo dependen del peso volumétrico del material con su contenido de agua natural, de su ángulo de fricción interna y de su cohesión. Esta última se tomará en cuenta para reducir el empuje si se cumple. (4.7).

$$\tau - \sigma_n \tan \phi \leq \frac{C}{4}$$

τ = Esfuerzo cortante en el plano potencial de falla.

σ_n = Esfuerzo normal en el plano potencial de falla.

C = Cohesión del material.

φ = Ángulo de fricción interna del material.

También pueden emplearse coeficientes reconocidos de acuerdo con el tipo de suelo, para el cálculo del empuje.

Es importante, en estos muros, establecer un sistema de drenado para evitar que se presente la situación especial de tenerse separadamente el empuje del agua y el empuje del material sumergido cuya suma es mayor que la del material saturado.

El caso (b) se presenta en paredes, generalmente de concreto, que limitan sótanos y cajones de cimentación, así como en cisternas y en ocasiones albercas sumergidas en que en alguna forma se evitan los muros en voladizo.

En estos casos generalmente no es posible establecer sistemas de drenaje, por lo que a las presiones efectivas o intergranulares debe sumarse la presión del agua hasta el nivel freático máximo extraordinario.

En este tipo de muros se acepta definir la presión efectiva horizontal por la relación (4.8).

$$K_0 = \frac{P_h}{P_v}$$

en donde:

P_h = Presión efectiva horizontal.

P_v = Presión efectiva vertical.

El valor de K_0 debe considerarse por lo menos igual a 0.7 en arcillas blandas y 0.5 en material granular.

En el caso de cisternas y albercas sumergidas, debe considerarse separadamente, en un sentido, el empuje del líquido que contienen y en el opuesto el empuje de tierras y el del agua exterior sin considerar que el primero sea reducido por el segundo, por el peligro de que éste no se presente simultáneamente.

En el caso (c), los troqueles acuñaos del ademe de las zanjas de excavación ejercen presión contra el terreno; pero como normalmente el primero de los troqueles no coincide con el borde de la zanja ni el último con el fondo de la misma, es lícito suponer como distribución de presiones un trapecio que representa presión nula en el fondo y en los bordes y una presión constante entre el primero y el último troquel calculada como:

$$P_h = K_0 P_v \quad (4.9)$$

en donde:

P_v = Presión total vertical.

K_0 = Valuada como se indica en el párrafo anterior.

Alternativamente podrán usarse las envolventes prácticas de presión según Terzaghi que se dan en la Fig. 4.7.

ARTICULO 297.- Empuje debido a sobrecargas.

Para superficie del relleno horizontal y carga uniforme distribuida se considerará lo siguiente:

Para el caso "a" del inciso anterior

$$\Delta p_h = \frac{\Delta p_v}{N\phi} - \frac{20}{\sqrt{N\phi}}$$

$$\Delta p_v = \text{Sobrecarga vertical en (Ton./m}^2\text{.)}$$

$$N\phi = \tan^{\circ} \left(45^{\circ} + \frac{\phi}{Z} \right)$$

$$\Delta p_h = \text{Empuje horizontal debido a la sobrecarga en Ton./m}^2\text{.}$$

Sólo se considerará la reducción debida a la cohesión, si se satisface (4.7)

En los casos "b" y "c" del inciso anterior

$$P_h = K_0 \Delta P_v \quad (4.11)$$

Donde K_0 se tomará como se indica en el mismo inciso.

ARTICULO 298.- Problemas especiales.

En los casos en los que la superficie del relleno es inclinada o cuando la sobrecarga es distinta a la especificada, el empuje se determinará por métodos reconocidos.

En todos los casos se verificará que haya un factor de seguridad contra deslizamiento y volteo de cuando menos 1.5

Al considerar el momento de volteo podrá tomarse en cuenta el efecto estabilizador de la fricción que haya entre el relleno y el muro.

Si se esperan asentamientos del muro se incrementará el momento de volteo por acción de la fricción entre el material del relleno y el propio muro.

Al compactar el material de relleno con un equipo pesado, deberá tomarse en cuenta en el diseño del muro el efecto de la sobrecarga debida al equipo de compactación.

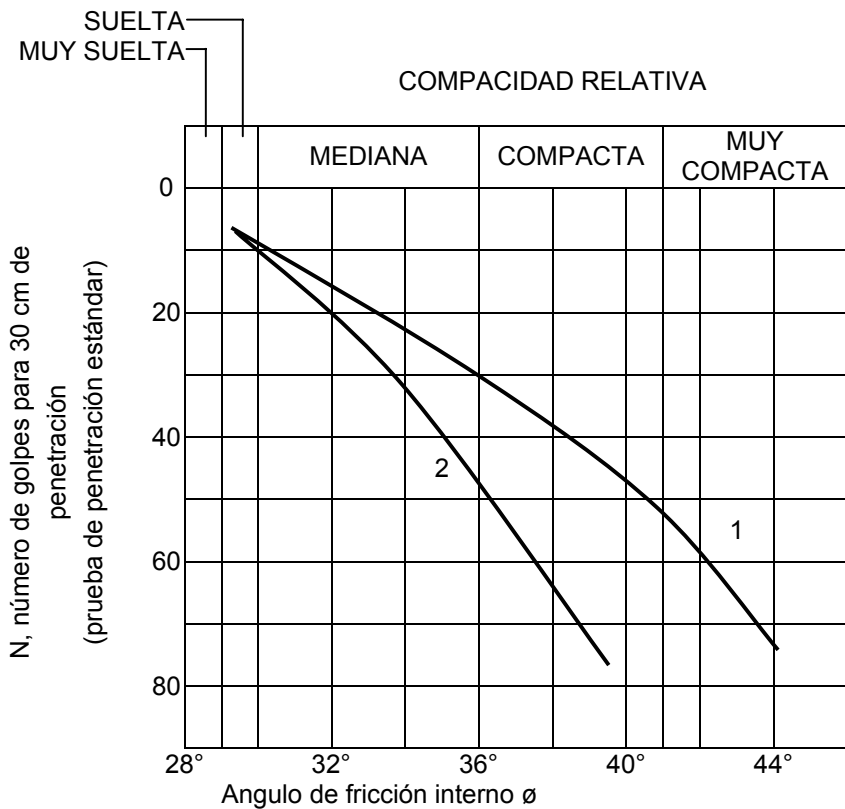
ARTICULO 299.- Pruebas de carga.

En el caso de cimentación de estructuras importantes a juicio de la Dirección de Obras Públicas del Estado, deberán siempre realizarse pruebas de carga que permitan comprobar las hipótesis del proyecto. La prueba de carga será proyectada mediante un estudio especial aceptado por la Dirección de Obras Públicas. Estas pruebas también podrán efectuarse para evaluar cimentaciones de estructuras poco importantes en los que se tengan dudas sobre su capacidad.

ARTICULO 300.- Abatimiento del nivel freático.

Cuando se emplean dispositivos que abatan el nivel freático durante la construcción de una cimentación, deberán tomarse medidas precautorias para impedir que se afecten las estructuras vecinas.

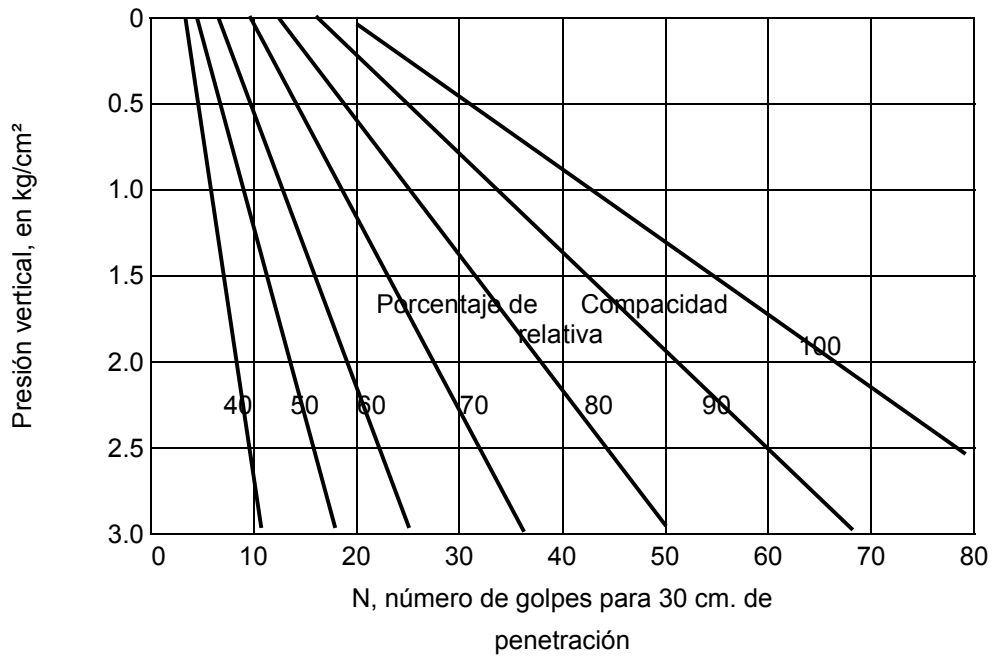
4.27



1 Relación para arenas de grano anguloso o redondeado de mediano a grueso.

2 Relación para arenas finas y para arenas limosas

a) Ángulo de fricción interna del material



b).- Compacidad relativa.

FIG: 4.1 CORRELACION ENTRE LOS RESULTADOS DE UNA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTANDAR CON c) Y b)

4.28

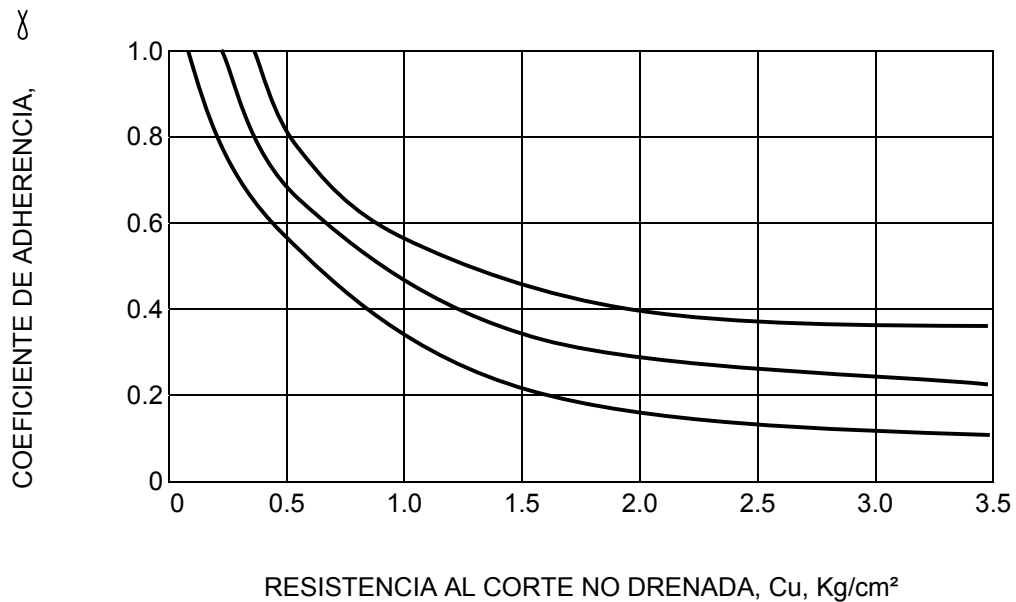
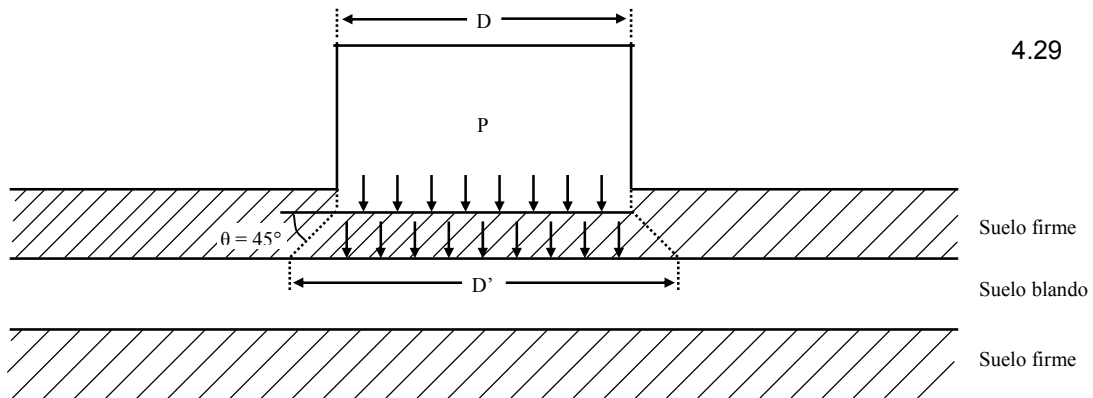


FIG. 4.2. RELACION ENTRE LA ADHERENCIA EN PILOTES DE FRICCIÓN Y LA RESISTENCIA DEL SUELO, Cu. (REF. 49)



4.29

FIG: 4.3 CIMENTACION DESPLANTADA SOBRE UN ESTRATO BLANDO CONFINADO

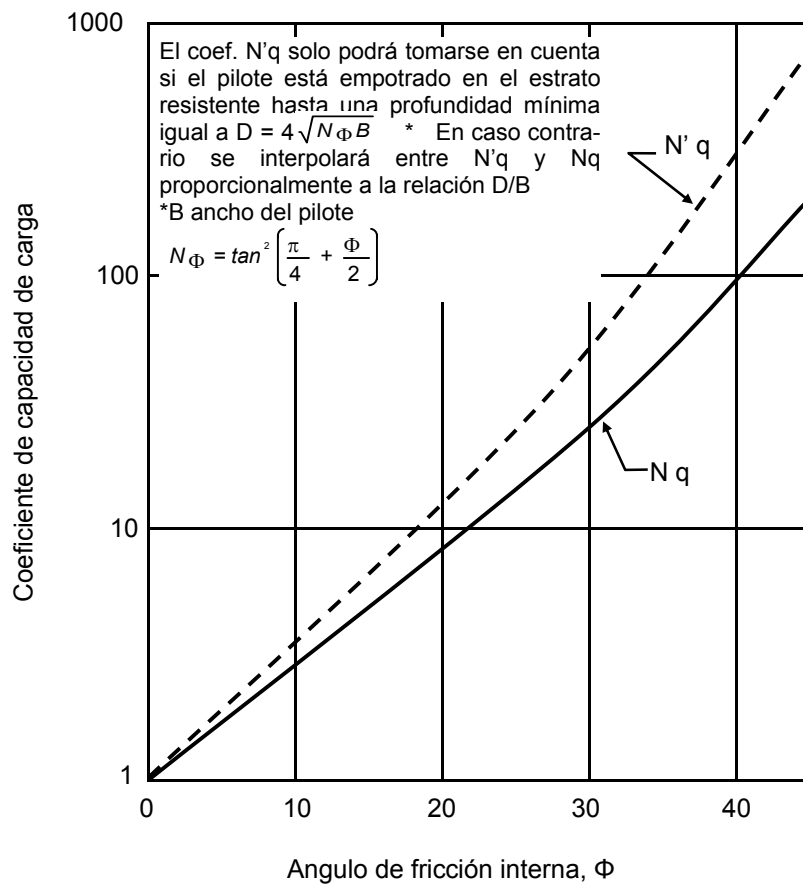


FIG: 4.4 COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE CARGA

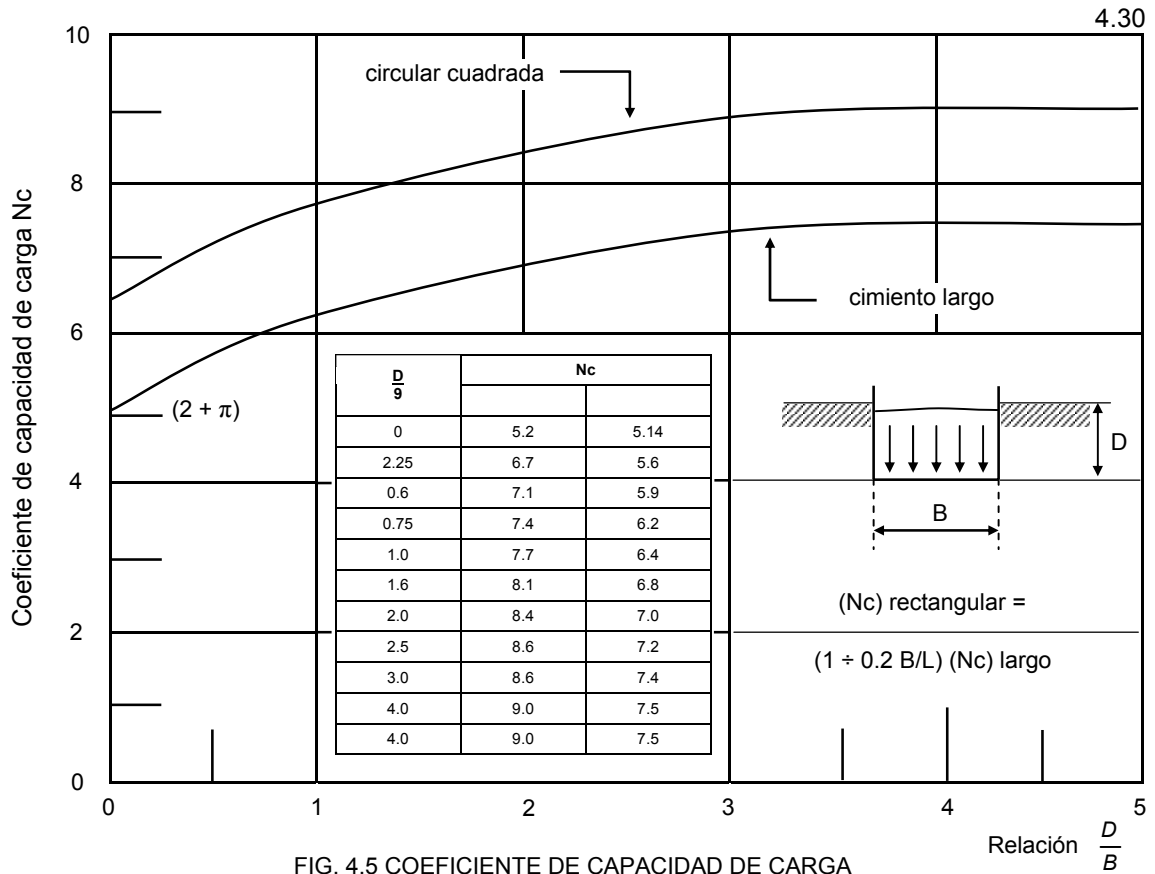


FIG. 4.5 COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE CARGA

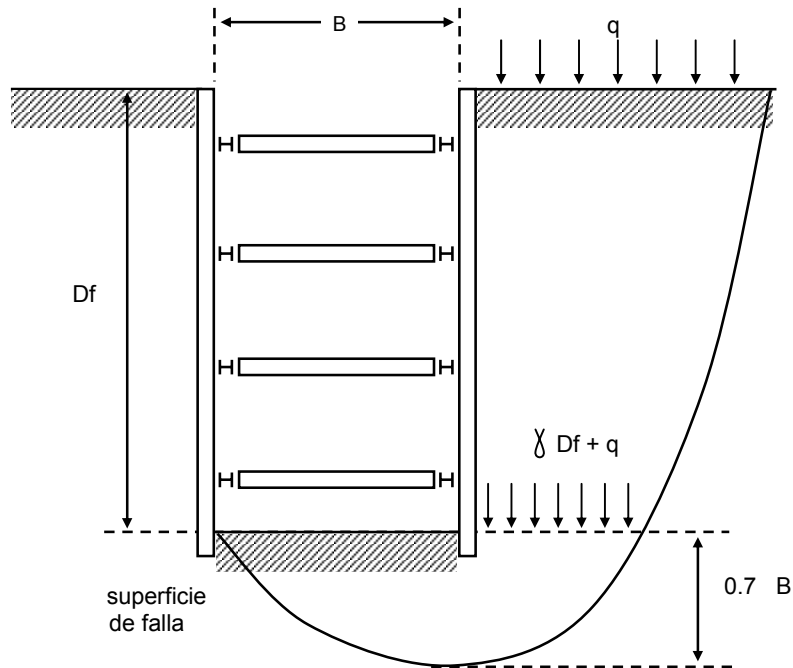


FIG. 4.6 FALLA DE FONDO EN EXCAVACIONES

CAPITULO LI**MAMPOSTERIA.****ARTICULO 301.-** Generalidades.

Alcance.

Este capítulo se limita a reglamentar el empleo de mampostería destinada a elaborar muros de carga o de retención de tierras así como para construir cimientos de forma trapecial. No se incluyen aquí los requisitos o normas para la elaboración de bóvedas, cúpulas, arcos o techumbres en que se utilice este material, en cuyo caso los proyectos respectivos deberán ser sometidos a la consideración de la Dirección de Obras Públicas Municipales para su aceptación o rechazo.

Tampoco se dan aquí recomendaciones para el empleo de mampostería seca sin mortero o para la construida con sillares acomodados y apoyados mediante cuñas o ajustes.

Sólo se hace referencia a las mamposterías formadas por piezas prismáticas elaboradas artificialmente con materiales pétreos o a las procedentes de piedras naturales sin labrar y ligadas ambas por medio de un mortero aglutinante.

ARTICULO 302.- Nomenclatura.

c'	Factor reductivo para efectos de esbeltez y excentricidad.
E	Módulo de elasticidad de la mampostería para esfuerzos de compresión normales a las juntas.
e_a	Excentricidad accidental de la carga vertical.
f	Esfuerzo medio a la compresión que actúa sobre el muro.
f_b^*	Resistencia última modificada de diseño del mortero en compresión
f_{m_p}	Esfuerzo promedio a la compresión en muros.
f_m^*	Resistencia última modificada de diseño a compresión de la mampostería.
\bar{f}_p	Media de la resistencia en compresión de las piezas.
f_p^*	Resistencia última modificada de diseño a compresión de las piezas
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento tipo I ensayado a los 28 días de edad.
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
G	Módulo de cortante de la mampostería.
h	Altura no restringida del muro.
h'	Altura efectiva del muro.
I	Momento de inercia de la sección transversal bruta.
K	Coefficiente de forma.
P	Carga axial total que obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga.
p_a	Carga axial total que obra sobre el muro sin multiplicar por el factor de carga.
p_{cr}	Carga crítica de pandeo del muro.
Q	Factor de reducción por ductilidad del coeficiente sísmico.
t	Espesor nominal del muro.
v_p	Esfuerzo oscilante promedio por efecto de sismo o viento.
v^*	Esfuerzo cortante resistente último modificado de diseño.
Z	Factor de incremento de la excentricidad por efecto de esbeltez.

Mamposterías de piedras naturales.**ARTICULO 303.-** Generalidades.

Las mamposterías formadas por piedras naturales sin labrar se podrán usar en los cimientos y en los muros de las construcciones. Siempre que sea posible, deberá procurarse que no haya excentricidades importantes en la carga aplicada, como las que pueden ser debidas a falta de alineamiento de muros de pisos superiores o a la existencia de voladizos que trasmitan su momento al muro.

Materiales.**ARTICULO 304.-** Piedras.

Las piedras que se empleen en elementos estructurales deberán satisfacer los requisitos físicos siguientes:

Resistencia mínima a la compresión en dirección normal a los planos de formación	150 Kg/cm ²
Resistencia mínima a la compresión en dirección paralela a los planos de formación	100 Kg/cm ²
Absorción máxima	4%
Resistencia al intemperismo; máxima pérdida de peso después de 5 ciclos en solución saturada en sulfato de sodio 10%	

Las propiedades anteriores se determinarán de acuerdo con los procedimientos iniciados 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 el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados.

Por lo menos el 70% del volumen del elemento estará constituido por piedras con un peso mínimo de 30 kg.

ARTICULO 305.- Morteros.

Los morteros que se empleen para mampostería de piedras naturales deberán cumplir con los requisitos siguientes

- La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 5.
- La resistencia mínima en compresión será de 30 kg/cm².
- Se cumplirán los requisitos de calidad especificada en la norma ASTM C 270.

Diseño**ARTICULO 306.-** Esfuerzo resistente de diseño en compresión.

El esfuerzo resistente último modificado de diseño en compresión. f_m^* se tomará igual a los valores siguientes:

Mampostería junteada con mortero de resistencia en compresión no menor que 50 kg/cm².
 $f_m^* = 20 \text{ kg/cm}^2$

Mampostería iunteada con mortero de resistencia en compresión menor que 50 kg/cm².

El esfuerzo resistente mencionado incluye ya un factor de reducción que por lo tanto se deberá ser considerado nuevamente en las fórmulas de predicción de resistencia.

ARTICULO 307.- Esfuerzos permisibles.

El esfuerzo permisible a compresión para cargas permanentes se podrá tomar igual a 10 kg/cm² si la resistencia f_m^* es mayor o igual a 15 kg/cm², además deberá existir una sujeción lateral dada por un sistema de piso rígido o arriostrado a una altura h teniendo una relación $\frac{h}{t}$ menor de 12. Para cargas permanentes y eventuales este esfuerzo se podrá aumentar en un 33%.

Para relaciones h / t mayores de 12 deberán tomarse en cuenta en forma explícita los efectos de esbeltez de acuerdo con el Art. 316. El esfuerzo cortante permisible ante fuerzas de viento o sismo para la resistencia de diseño de 15 kg / cm², será de 0.5 kg/cm².

ARTICULO 308.- Mampostería de piedras artificiales.

Es la constituida por piezas prismáticas macizas o huecas de piedra artificial unidas por un mortero aglutinante.

ARTICULO 309.- 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 para cada material.

En particular deberán aplicarse las siguientes normas:

C 6 Calidad para ladrillo (tabique) macizo de barro.

C 10 Calidad para ladrillos, tabiques y tabicones de concreto.

C 13 Calidad para tabique hueco de barro.

C 26 Calidad para bloque de concreto.

En el Capítulo LVI de diseño sísmico del Reglamento se fijan distintos factores de reducción por ductilidad, Q , en función del tipo de piezas que compone un muro. Para fines de aplicación del capítulo mencionado se considerará como piezas macizas, para las cuales Q se tomará igual a 2, aquellas que tengan en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos el 75 por ciento del área total, y cuyas paredes no tengan espesor menor de 2 cm.

Las piezas huecas a que se hace referencia en el capítulo de diseño sísmico, y para las cuales se debe tomar $Q = 1.5$, son las que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta por lo menos 45 por ciento del área bruta; además el espesor de sus paredes exteriores no será menor que 2 cm.

Para piezas huecas que no cumplen con las restricciones del párrafo anterior deberá tomarse $Q = 1$.

ARTICULO 310.- Morteros.

Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

a) Su resistencia de diseño en compresión será por lo menos de 40 kg / cm².

b) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 3.

c) Se cumplirán los requisitos de calidad especificados en la norma ASTM C 270.

La tabla siguiente tipifica algunos proporcionamientos recomendados. En todos los casos la resistencia supuesta en el diseño f_b^* deberá comprobarse en obra por medio de ensayos de acuerdo con la norma ASTM C 270.

TABLA 5.1

PROPORCIONAMIENTOS RECOMENDADOS PARA MORTERO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES					
Tipo de Mortero	Partes de cemento.	Partes de cemento - albañilería	Partes de cal.	Partes de arena.	Valor típico de la resistencia reducida en compresión f_b^* , en Kg/cm ²
I	1	--	0 a 1/4	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen.	125
	1	0 a 1/2	--		
II	1	--	1/4 a 1/2		75
	1	1/2 a 1	--		
III	1	--	1/2 a 1 ¼		40

ARTICULO 311.- Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo deberá cumplir con las normas que se especifican en el capítulo LII para acero de concreto reforzado.

ARTICULO 312.- Resistencia última modificada en compresión f_m^*

Valores indicativos. Si no se realizan determinaciones experimentales podrán emplearse los valores de f_m que, para distintos tipos de piezas y morteros, se presentan en la tabla siguiente:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA f_m^* ALGUNOS TIPOS DE PIEZA.			
Tipo de pieza	Valores de f_m^* en Kg / cm ²		
	$f_b^* = 125$ Kg / cm ²	$f_b^* = 75$ Kg / cm ²	$f_b^* = 40$ Kg / cm ²
Tabique de barro recocido.	15	15	15
Bloque de concreto tipo pesado	25	20	20
Tabicón de concreto con peso volumétrico mayor de 2 Ton / m ³ .	20	15	15
Tabique hueco extruido (huecos verticales)* ($f_p^* \geq 120$ Kg / cm ²)	40	40	30

- | - Resistencia sobre área bruta; la relación área neta-bruta no será menor de 0.50.

ARTICULO 313.- Resistencia en tensión.

Se considerará que es nula la resistencia de la mampostería a esfuerzo de tensión perpendicular a las juntas.

ARTICULO 314.- Módulo de elasticidad.

El módulo de elasticidad de la mampostería, E, se calculará como sigue:

Para mampostería de tabiques y bloques de concreto:

$$E = 500 f_m^* \text{ para cargas de corta duración.}$$

$$E = 200 f_m^* \text{ para cargas sostenidas.}$$

Para mampostería de tabique de barro y otras piezas excepto las de concreto:

$$E = 300 f_m^* \text{ para cargas de duración.}$$

$$E = 200 f_m^* \text{ para cargas sostenidas.}$$

ARTICULO 315.- Módulo de cortante.

El módulo de cortante de la mampostería se tomará como

$$G = 0.3 E \text{ para mampostería de piezas con } f_p^* < 75 \text{ kg/cm}^2.$$

$$G = 0.2 E \text{ para mampostería de piezas con } f_p^* > 75 \text{ kg/cm}^2.$$

donde f_p^* = resistencia reducida a compresión de la pieza.

Cuando no se cuente con una determinación directa del coeficiente de variación de la resistencia, podrá considerarse:

Para tabique de barro recocido y otras piezas de producción no industrializada o de plantas sin control de calidad.

$$f_p^* = 0.53 \bar{f}_p$$

Para piezas fabricadas en plantas mecanizadas sin control estricto de calidad.

$$f_p^* = 0.57 \bar{f}_p$$

Para plantas de producción mecanizada y con control estricto de calidad.

$$f_p^* = 0.67 \bar{f}_p$$

La determinación de la resistencia media \bar{f}_p se hará de acuerdo con la norma correspondiente de la Dirección General de Normas.

ARTICULO 316.- Diseño por esfuerzo admisible.

Los muros se dimensionarán de manera que bajo el efecto de las cargas nominales especificadas en este Reglamento, el esfuerzo promedio (P_a / A_t) no exceda de los siguientes valores admisibles:

a) Compresión para

$$\frac{h}{t} < 20$$

$$f_{mp} = 0.43 df_m^*$$

(5.1)

donde:

c es un factor reductivo por excentricidad y esbeltez que se tomará igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros aproximadamente simétricos en ambos lados y a 0.6 para muros extremos o con claros asimétricos y para casos en que la relación carga viva o cargas muertas de diseño excede de uno. Para muros que están ligados a muros transversales con una separación no mayor de 3 m. y para muros reforzados con castillos y dalas que cumplan con los requisitos para ser considerados como muros confinados según el Art. 317 y para los cuales $f_m^* < 25 \text{ kg/cm}^2$, los valores de c se tomarán iguales a 0.8 y 0.7 respectivamente.

En combinaciones de carga que incluyan acciones accidentales el esfuerzo permisible f_{mp} se incrementará en un 33%.

En muros de tabique de barro recocido sin castillos se puede considerar

$$f_{mp} = 4 \text{ Kg/cm}^2$$

y si se refuerzan con castillos

$$f_{mp} = 4.7 \text{ Kg/cm}^2$$

b) Compresión para $20 < \frac{h}{t} < 30$

El factor c de la expresión 5.1 se calculará como

$$c = 1 - \frac{2 Z e_a}{t}$$

La excentricidad accidental e_a , dependerá de la uniformidad de las dimensiones de las piezas y se calculará con la fórmula

$$e_a = K \left[t + \frac{h}{10} \right]$$

El coeficiente K se tomará como 1/50 para piezas de dimensiones uniformes y 1/20 para piezas de geometría irregular.

El factor de incremento Z, se obtendrá como

$$Z = \frac{l}{l - 1.4 \frac{P}{P_{cr}}} \geq 1$$

siendo

P la carga vertical actuante de diseño y

por la carga crítica de pandeo que se obtendrá mediante

$$P_{cr} = \pi^2 \frac{Ei}{(h')^2}$$

Siendo

I el momento de inercia de la sección bruta y

h' la altura efectiva del muro que se determinará a partir de la altura no restringida, h según el criterio siguiente:

$h' = 2h$ para muros libres en uno de sus extremos o si el sistema de piso es de vigas sin arriostrar.

$h' = 0.75 h$ para muros limitados por dos losas continuas.

$h' = h$ para muros extremos limitados por losas simplemente apoyadas o por sistemas de piso arriostrado.

c) Esfuerzo cortante.

Si el muro tiene dalas y castillos como se especifican en el Art. 317, el esfuerzo cortante promedio por efecto de sismo o viento no excederá del siguiente valor:

$$v_p \leq 0.27 v^* + 0.17 f_c \leq 0.6 v^*$$

$$v_p \leq 0.6 v^*$$

Tabla 5.3

ESFUERZO CORTANTE DE DISEÑO PARA ALGUNOS MATERIALES

Tipo de pieza	Mortero	V^{ξ} (1) en kg/cm ²
Tabique de barro recocido	$f_b^* \geq 125$ kg / cm ² tipo 1	5
	$40 \leq f_b^* < 125$ kg / cm ² tipos 2 y 3	4.0
Tabique macizo ⁽²⁾ de barro	$f_b^* \geq 125$ kg / cm ² tipo 1	5
	$40 \leq f_b^* \leq 125$ kg / cm ² tipos 2 y 3	4.5
Tabique hueco de barro	$f_b^* \geq 125$ kg / cm ² ; tipo 1	3
	$40 \leq f_b^* > 125$ kg / cm ² ; tipos 2 y 3	2
Bloque de concreto tipo pesado	$f_b^* \leq 125$ kg / cm ² tipo 1	5
	$40 \geq f_b^* > 125$ kg / cm ² ; tipos	4

(1) El esfuerzo cortante, V^{ξ} esta considerado sobre el area bruta de la pieza. Las piezas huecas deberán cumplir con los requisitos fijados en 2.1. Cuando el valor de la tabla sea mayor que $0.8\sqrt{f_m^*}$ se tomará este último valor como V^{ξ} .

(2) Tabique de barro con perforaciones verticales pero con una relación area neta o area bruta no menor que 75%.

En muros de tabique de barro recocido con castillo y dalas se puede considerar $v_p=1.0$ kg/cm²

En muros sin reforzar con castillos se tomará la mitad del valor dado para V_p .

ARTICULO 317.- Muros confinados.

Para fines de diseño sísmico se definen como muros confinados que estén reforzados con castillos y dalas y cumplan con los requisitos siguientes

Las dalas o castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro. El concreto tendrá una resistencia f_c , no menor de 150 kg/cm²., y el refuerzo longitudinal estará formado por lo

menos de cuatro varillas, cuya área total no será inferior a 0.1 f'c/fy por el área de castillo y estará anclado en los elementos que limitan el muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

El refuerzo transversal estará formado por varillas de diámetro no menor de 4mm. con una separación máxima de 20mm.

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., ni 30 veces el espesor del muro. Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado o un elemento de concreto reforzado. Además existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m., ni 20 veces el espesor del muro.

Existirán elementos de refuerzo en el perímetro de todo hueco cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la dimensión del muro en la misma dirección.

Además si la relación altura a espesor del muro excede de 30, deberán proveerse elementos rigidizantes que eviten la posibilidad de pandeo del muro.

construcción.

Materiales.

ARTICULO 318.- Piezas.

Condiciones. Las piezas empleadas deberán estar limpias y sin rajaduras.

Mojado de las piezas. Deberán saturarse previamente a su colocación, todas las piezas de barro cuya absorción determinada con el ensaye especificado en la norma DGN C 67, sea mayor que 10 por ciento.

Las piezas a base de cemento o cal deberán estar secas al colocarse.

Piezas de dimensiones uniformes. Para fines de la aplicación del Art. 316 inciso b, se considerará que las piezas son de dimensiones uniformes si las caras que vayan a estar colocadas en posición horizontal en el muro son planas, y si ninguna dimensión de la pieza difiere más de 3 por ciento del valor especificado.

ARTICULO 319.- Morteros.

Mezclado del mortero. La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose, siempre que sea posible, un mezclado mecánico remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse agregándole agua hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada. Los morteros a base únicamente de cemento deberán usarse dentro del término de una hora a partir del mezclado inicial. Los que contengan cal o cemento de albañilería deberán usarse dentro del intervalo de 2.5 horas a partir de un mezclado inicial, pero no podrán permanecer más de una hora sin ser remezclados.

Lechadas. Las lechadas 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. cuando la dimensión mínima del elemento por rellenar sea mayor de 5 cm., de lo contrario, todo el agregado pasará por la malla No. 4.

ARTICULO 320.- Refuerzo.

Antes de ser colocadas, las varillas de refuerzo deberán estar rectas y libres de impurezas que puedan reducir su adherencia.

ARTICULO 321.- Procedimientos de construcción.

Juntas. Estas cubrirán totalmente las caras horizontales y verticales de las piezas. 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.

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 ensayes a escala natural.

Concreto y Mortero. En castillos y huecos interiores se colará de manera que se asegure el llenado completo de los huecos.

El colado de elementos interiores verticales se efectuará en tramos no mayores de 1.5 m. Si el área del hueco es mayor de 65 cm²., 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.

Refuerzo. Se colocará asegurándose que se mantenga fijo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslape mínimo serán los que se especifican para concreto reforzado.

Para elementos colados en el interior de las piezas, se admitirá un recubrimiento libre no menor de 6 mm.

Tolerancias. Ningún punto del muro deberá tener una desviación mayor de 0.004 veces la altura del muro con respecto a su plano vertical, ni mayor de 0.003 veces su longitud con respecto a su plano.

ARTICULO 322.- Muros de adobe.

Las construcciones con muros cargadores de adobe se limitarán a un máximo de dos pisos. La zonificación sísmica se encuentra en el Capítulo LVI.

La relación de altura a espesor de los muros de adobe será menor de 12.

El esfuerzo admisible a compresión en el adobe será de 2 kg/cm²., y el esfuerzo cortante permisible ante fuerzas laterales será de 0.25 kg /cm².

Si se emplean aditivos para mejorar la calidad del adobe, estos esfuerzos podrán incrementarse, siempre y cuando se realicen pruebas a satisfacción de la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos.

El muro de adobe se desplantará sobre una zapata corrida de mampostería de piedra, la cual sobresaldrá por lo menos 30 cm., sobre el nivel natural del terreno.

Se requerirá que la liga entre piezas se haga con mortero de cal, y los muros se protegerán del intemperismo por medio de aplanados de cal y arena. El aplanado se resanará periódicamente.

CAPITULO LII

ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

DISPOSICIONES PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS DE CONCRETO

ARTICULO 323.- N O M E N C L A T U R A .

A	= Area de concreto a tensión para cálculos de agrietamiento según
A ₁	= Area cargada.
A ₂	= Area máxima de la superficie de apoyo.
A _E	= Area total de una columna con refuerzo helicoidal o de estribos.
A _S	= Area del refuerzo de tensión.
A' _S	= Area del refuerzo de compresión
A _V	= Area total del refuerzo en el alma en tensión dentro de una distancia s, medida en dirección paralela a la del refuerzo longitudinal.
A _C	= Area transversal del núcleo de una columna con refuerzo helicoidal medido hasta el diámetro exterior de la hélice.
A _{st}	= Area total de refuerzo longitudinal.
a _S	= Area transversal de una varilla del refuerzo colocado en una dirección determinada.
a ₁ , a ₂	= Respectivamente, claro corto y largo de una losa.
B	= Ancho de la cara de compresión de un miembro sujeto a flexión.
c _m	= Factor que relaciona el diagrama real de momento a un diagrama equivalente de momento uniforme.
d	= Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo de tensión

e	=	Excentricidad de la carga resultante en una columna; medida desde su eje de gravedad.
E_C	=	Módulo de elasticidad del concreto.
d'	=	Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo de compresión.
D_S	=	Diámetro de la circunferencia que pasa por los centros de las varillas longitudinales en columnas con refuerzo helicoidal.
d_b	=	Diámetro de una varilla.
d_C	=	Recubrimiento de concreto, medido desde la fibra extrema de tensión al centro de la barra más próxima.
d_p	=	Diámetro del pilote en la base del mismo.
E_S	=	Módulo de elasticidad del acero.
E_L	=	Módulo de elasticidad del concreto de peso ligero.
f'_C	=	Resistencia a la compresión del concreto.
f_c	=	Esfuerzo de compresión permisible en el concreto.
f_s	=	Esfuerzo de tensión permisible en el acero.
f_v	=	Esfuerzo de tensión del refuerzo en el alma.
F_a	=	Factor de amplificación o en columnas según expresión $f_a = N/A_g$
f_{bx}, f_{by}	=	Componentes del momento flexionante respecto a los ejes principales "X" y "y", divididos entre el módulo de sección de las secciones transformadas sin agrietar, respectivamente.
f_y	=	Resistencia a la fluencia del refuerzo.
f_c	=	Factor de carga.
f_b	=	Esfuerzo permisible en flexión que se admitirá si sólo existiera flexión.
F_r	=	Factor de reducción de capacidad.
f_t	=	Esfuerzo de tensión el concreto.
f'_t	=	Resistencia del concreto en tensión determinada a partir de ensaye de cilindros cargados diametralmente.
H	=	Altura de un muro de carga o longitud libre de una columna.
H'	=	Longitud efectiva de pandeo en muros de carga o longitud efectiva de una columna.
h	=	Peralte total de una sección de una viga o de una columna rectangular en el sentido del momento en que se analice o el diámetro de una columna circular.
I	=	Momento de inercia de la sección agrietada y transformada.
I_g	=	Momento de inercia de la sección total de concreto respecto a su eje centroidal despreciando el refuerzo.
j	=	Relación entre la distancia del centroide de compresión al centroide de tensión y el peralte, d.
k	=	Constante que define la profundidad del eje neutro.
K	=	Factor de longitud efectiva para elementos en compresión.
L	=	Longitud horizontal de tablero correspondiente a un muro.
L'	=	Longitud efectiva de pandeo o longitud efectiva entre puntos de sujeción lateral.
L_d	=	Longitud de desarrollo.
L_c	=	Longitud que el refuerzo se prolongará más allá del centro del apoyo o punto de inflexión.
L_{db}	=	Longitud básica de desarrollo.
M	=	Momento flexionante exterior.
M_o	=	Momento flexionante en una columna debido a flexión pura.
M_b	=	Momento flexionante en una columna producido por "N _b "

- M_o = Momento usado en el diseño de un miembro en compresión.
- M_{oy} M_{oy} = Valores de M_o para flexión, con respecto a los ejes "x" y "y".
- M_r = Momento resistente último de una sección.
- M_1 = Momento flexionante menor de diseño en el extremo sujeto a compresión positivo si el miembro se flexiona en curvatura simple y negativo si lo hace en doble.
- M_2 = Momento flexionante mayor de diseño, siempre positivo.
- m = $f_y / 0.85 f'_c$
- N = Carga excéntrica, normal a la sección transversal de una columna.
- N_b = Valor de N por debajo del cual la excentricidad permisible está controlada por tensión y arriba del cual por compresión.
- n = Relación entre el módulo de elasticidad del acero y el del concreto.
- P = Carga axial permisible en una columna de concreto reforzado, sin reducción por longitud y excentricidad.
- P' = Relación entre el área de refuerzo de compresión y el área efectiva del concreto.
- P_b = Relación p en que la falla del concreto y la cedencia del acero es teóricamente simultánea.
- P_t = Cociente del área del refuerzo vertical al área total A_c del concreto.
- P_u = Carga axial última.
- P_c = Carga crítica.
- R = Distancia medida del centro de área de aplicación de una carga centrada al borde más próximo de ella.
- r = Radio del círculo en que se considera distribuida una carga concentrada. Radio de giro.
- s = Separación de los estribos y barras dobladas en dirección paralela al refuerzo longitudinal.
- s' = Perímetro de la sección crítica correspondiente a una distancia $d/2$, del paño de una columna o pedestal.
- S_b = Módulo de sección.
- T = Momento torsionante de diseño.
- T_p = Momento torsionante tomado por el concreto.
- T_c = Contribución del concreto simple para tomar momento torsionante.
- t = Espesor del muro o losa.
- v_u = Fuerza cortante última o fuerza cortante de trabajo multiplicada por 2.5
- V = Fuerza cortante total.
- v'_z = $v'_z = v^2 - v_{cz}^2$
- v = Esfuerzo cortante.
- v_{cz} = Esfuerzo cortante medio en losas y zapatas.
- v_c = Esfuerzo cortante tomado por el concreto.
- u = Valor absoluto de la relación entre el máximo momento debido a carga muerta y el máximo debido a carga total.
- w = Peso del concreto Kg/m³.
- x_1, y_1 = Lado menor y mayor de un estribo, medidos centro a centro y reducidos cada uno en 2 cm.
- x_1 = Dimensión menor centro a centro de un estribo rectangular cerrado.
- θ = Angulo que el refuerzo de tensión diagonal forma con el eje de la pieza.
- c = Desviación estandar de la resistencia a la compresión del concreto.

ARTICULO 324.- Alcance.

En este capítulo se presentan condiciones para el diseño de estructuras de concreto. En ningún caso se podrá tener un concreto con F'_c inferior a 150 kg/cm². (Donde F'_c es la resistencia compresión axial de cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las normas DGN C 160 y DGN 83 elaborado con cemento tipo 1 y ensayado a los 28 días de edad). Se dan aclaraciones complementarias para concretos ligeros con peso volumétrico inferior a 2 ton/m³.

La dimensión mínima de los miembros será de 15 cm. excepto en losas en que el espesor mínimo será de 8 cm.

ARTICULO 325.- Criterios de análisis.

Las estructuras de concreto se analizarán exclusivamente con métodos que supongan el comportamiento elástico, excepto en losas de vigas continuas, en las que permite el análisis plástico cuando p sea menor que el 75% de p_b .

ARTICULO 326.- Criterio de diseño.

Los miembros de las estructuras podrán diseñarse siguiendo el criterio de esfuerzos admisibles que aparecen en este capítulo o el de resistencia última según los criterios establecidos en las disposiciones para el diseño de estructuras de concreto del Instituto de Ingeniería de la U. N. A. M., o en el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (ACI-318).

Será válido el diseño conforme a otras especificaciones debidamente reconocidas y cuando se demuestre que se obtiene como mínimo los mismos resultados o márgenes de seguridad, y se sujete el diseño totalmente a esa especificación.

ARTICULO 327.- Esfuerzos Permisibles y Factores de Carga.

Para el diseño elástico los esfuerzos permisibles se indican en la tabla 6.1, y corresponden a la combinación usual de cargas muertas y vivas. Para combinación de éstas con accidentales como sismos o vientos, estos esfuerzos se podrán incrementar en 33% en el acero de refuerzo y 33% en el concreto.

En el diseño por resistencia última las acciones nominales deben multiplicarse por los factores de carga que corresponde a cada uno de los criterios establecidos.

En el caso de utilizar las disposiciones para el diseño de estructuras de concreto del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., o el reglamento IMC Y C., se utilizarán los siguientes factores:

- a) Para cargas muertas y vivas. $F_{cd} = 1.4$
 $F_{cl} = 1.7$
- b) Para cargas muertas, vivas y accidentales $F_{cd} = 1.1$
 $F_{cl} = 1.3$
 $F_{cw} = 1.3$
- c) Para cargas muertas y accidentales $F_{cd} = .90$
 $F_{cw} = 1.3$

Donde F_{CD} es factor de carga muerta F_{cl} es factor de carga viva y F_{cw} es factor de carga accidental.

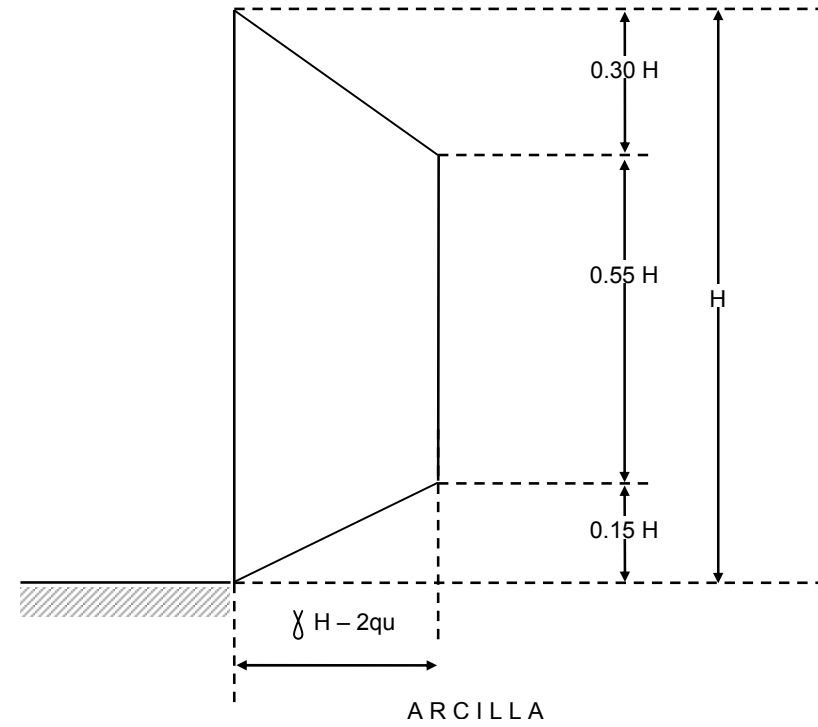
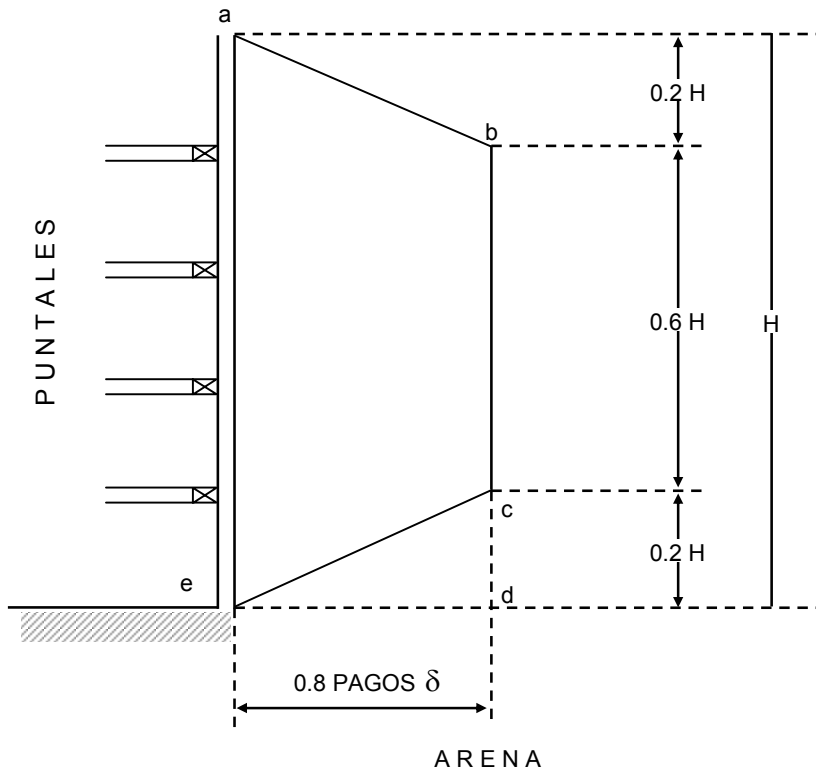
ARTICULO 328.- Efectos de Esbeltez.

El efecto de esbeltez se tomará en cuenta amplificando el momento flexionante que resulte del análisis realizado.

1.- Longitud libre. La longitud H de un elemento se tomará como la distancia entre elementos capaces de darle al miembro apoyo lateral. En general se tomará como la distancia entre el piso y la cara inferior de la viga más peraltada que llega al elemento en la dirección que se considera la flexión o del piso a la sección en que el elemento se une al capitel ábaco o losa según el caso.

2.- Longitud Efectiva. La longitud efectiva H' se tomará:

- a) En miembros con extremos restringidos lateralmente, del nomograma de la figura 6.1 a



δ Angulo de fricción entre el ademe y el suelo; considerada igual a $\frac{2}{3} \varphi$

$$P = \frac{2 P_A}{H} = \frac{2 \text{ veces el empuje sobre el ademe (calculado por la teoria de Coulomb)}}{\text{Altura del Ademe}}$$

q_u = resistencia de la orilla a la compresión simple

b) En miembros con extremos no restringidos lateralmente del nomograma de la figura 6.1 b. Los miembros se considerarán con extremos no restringidos lateralmente cuando la estructura esté rigidizada por muros y/o diagonales en que su rigidez lateral sea mayor o igual a 6 veces la suma de las rigideces de las columnas de ese entrepiso.

Los efectos de rigidez pueden despreciarse:

$$a) \text{ En miembros con extremos restringidos } \frac{H}{r} \leq \left[34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \right]$$

$$b) \text{ En miembros con extremos no restringidos si } \frac{Hr}{r} < 22$$

No se aceptaran valores de $\frac{H}{r} > 100$ a menos que se hagan análisis especiales que lo justifiquen.

En las expresiones anteriores;

r es el radio de giro, y puede tomarse en secciones rectangulares igual a 0.30, por la dimensión de la sección transversal paralela a la dirección considerada y en circulares 0.25 del diámetro.

M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos del miembro obtenidos del análisis convencional incluyendo, en el caso de las columnas, la excentricidad accidental (según el Art. 356).

El cociente $\frac{M_1}{M_2}$ será positivo si el miembro se flexiona en curvatura simple y negativo si lo

hace en curvatura doble.

3.- Momento amplificado. El diseño de miembros sujetos a flexocompresión se hará utilizando la carga axial P y el momento amplificado obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$M_c = Fa M_2$$

a) Para miembros restringidos

$$Fa = \frac{Cm}{1 - \frac{2.5P}{Pc}} \geq 1$$

$$Cm = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$$

$$Pc = \frac{\pi^2 Ec I_g}{(H')^2 2.5(1 + u)}$$

$$E1 = \frac{Ec I_g}{2.5(1 + u)}$$

E_c = Modulo de elasticidad de concreto (el módulo tangente mínimo).

$$Ec = 10000 \sqrt{F'_c}$$

I_g = Momento de inercia centroidal de la sección bruta de concreto.

u = Valor absoluto de la relación entre el máximo momento debido a carga muerta y el máximo debido a carga total.

F_R = Tómesese 0.75 para columnas zunchadas y 0.7 para columnas de estribos.

b) Para miembros no restringidos tómesese el mayor de los siguientes valores:

1.- El valor de Fa obtenido de la expresión para miembros restringidos (6.2).

$$2.- Fa = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{\sum Pc}} \text{ Correspondiente al entrepiso completo suponiendo todas las columnas}$$

cargadas.

Diseño por el procedimiento de valores admisibles.

ARTICULO 329.- Flexión.

Por flexión los elementos se dimensionarán de modo que en su condición de servicio los esfuerzos no excedan los dados en la tabla 6.1.

Los esfuerzos se calcularán con base en las condiciones de equilibrio y en las hipótesis siguientes:

- a) La sección plana antes de la flexión permanece plana después de ésta. Las deformaciones varían linealmente con la distancia al eje neutro.
- b) La relación esfuerzo-deformación del concreto es lineal bajo cargas de servicio y dentro de los esfuerzos de trabajo.
- c) El acero toma toda la tensión debida a la flexión.

Los esfuerzos se calcularán de conformidad con las fórmulas tradicionales así en secciones simplemente reforzadas de miembros de sección constante:

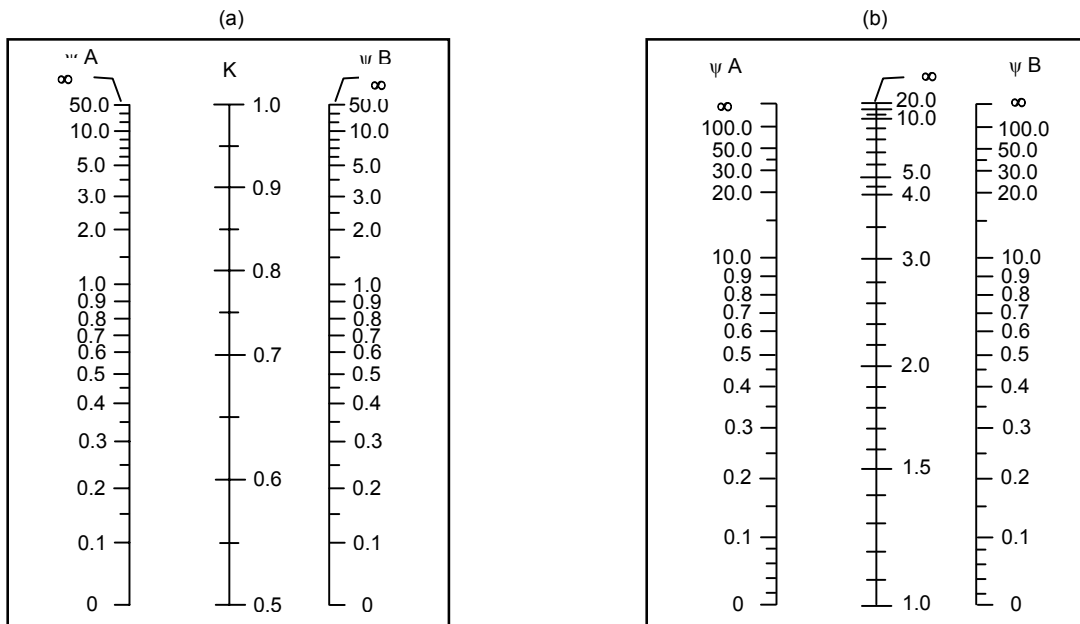
$$f_c = \frac{2M}{Kj bd^2} \text{ y } f_s = \frac{M}{As jd}$$

En elementos doblemente armados se transformará el área de acero de compresión multiplicándola por 3n pero en ningún caso el esfuerzo del acero a compresión podrá ser al esfuerzo f_s' .

Si el esfuerzo de trabajo en el acero (F_s) es superior a 1,800 kg/cm²., se revisarán las condiciones de agrietamiento según el Art. 341.

En miembros que puedan sufrir pandeo lateral se reducirá el momento resistente en compresión. Para miembros de sección rectangular el factor de reducción vale,

6.3



ψ = cociente de $\sum (I_g/L)$ de las columnas, entre $\sum (I_g/L)$ de los miembros de flexión que llegan a un extremo de una columna, en el plano considerado.

$H' = k H$

A y B son los extremos de la columna

FIG. 6.1 NOMOGRAMAS PARA DETERMINAR LONGITUDES EFECTIVAS, H' DE MIEMBROS A FLEXOCOMPRESION

$$B = 1.4 \frac{L'h}{360(1 - 0.35 b/h)b^2} \leq 1$$

donde L' Distancia efectiva entre zonas de sujeción lateral.

No es necesario revisar por pandeo lateral los miembros en que L' es menor de 33 b y h no es mayor que cuatro veces b.

ARTICULO 330.- Flexocompresión y Flexotensión.

Tanto en secciones sujetas a flexotensión como en las sujetas a flexocompresión se permiten los mismos esfuerzos que en miembros sujetos a flexión simple y son aplicables las hipótesis tradicionales del diseño elástico. En estos elementos la capacidad de carga se puede controlar como se indica a continuación.

a) La resistencia de una columna estará controlada por la compresión si la carga N, tiene una excentricidad, e, en cada dirección principal; menor o igual que la proporcionada por las Ecs (6.7) (6.8) (6.9); y estará controlada por tensión si exceden estos valores en cualquiera de las direcciones principales.

Para columnas simétricas con esfuerzo helicoidal

$$e = 0.43 P_t \quad mD_s + 0.14 h \quad 6.7$$

Para columnas simétricas de estribos

$$e = 0.43 p_t \quad mD_s + 0.14 h \quad 6.8$$

Para columnas asimétricas de estribos

$$e = (0.57 p_t m + 0.17) d \quad 6.9$$

En donde

d = Distancia de la fibra extrema a compresión al centro de gravedad del refuerzo de tensión.

d' = Distancia de la fibra extrema a compresión al centro de gravedad del refuerzo de compresión.

P = Cociente del área del refuerzo de tensión al área efectiva del concreto.

P' = Cociente del área del refuerzo de compresión al área efectiva del concreto.

p_t = Cociente del área del refuerzo longitudinal al área total A_c del concreto.

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c}$$

D_s = Diámetro del círculo definido por los centros del refuerzo longitudinal en columnas zunchadas.

h = Peralte de la sección de columnas rectangulares en el sentido del momento que se analice o el diámetro de columnas circulares.

b) Las columnas controladas por compresión se proporcionarán de acuerdo con la Ec. (6.10), excepto que la carga permisible N no excederá la carga P, permitida cuando la columna soporta sólo carga axial.

$$f_a / F_a + f_{bx} / F_b + f_{by} / F_b \text{ no es mayor que la unidad (6.10)}$$

donde f_{bx} y f_{by} son los componentes del momento flexionante respecto a los ejes principales "x" y "y" divididas entre el módulo de sección S_b de las secciones transformadas sin agrietar respectivas. Se supondrá 2n como la relación modular para todo refuerzo vertical.

en que:

$$F_b = 0.45 f'_c$$

S_b = módulo de sección $\frac{I}{h/2}$ (en el cálculo de I se usará 2n para la sección transformada).

A_{st} = Acero total del refuerzo.

c) Para columnas controladas por tensión se considerarán que el momento, flexionante permisible M, varía linealmente con la carga axial, desde M_o cuando la sección, está sujeta a flexión pura, hasta M_b cuando la carga axial es igual a N_b; M_b y N_b serán determinados de E_o (6.7, 6.8, 6.9) y Ec. (6.10) M_b de la Ec. (6.12) (6.13) (6.14).

Para columnas con refuerzo helicoidal:

$$M_o = 0.12 A_{st} f_y D_s \quad (6.12)$$

Para columnas simétricas de estribos:

$$m_o = 0.40 A_s f_y (d-d') \quad (6.13)$$

Para columnas asimétricas de estribos:

$$M_o = 0.40 A_s F_y \quad (6.14)$$

d) Para flexión en dos direcciones $\frac{M_x}{m_{ox}} + \frac{M_y}{m_{oy}} \leq 1$

En donde M_x y M_y son los momentos flexionantes con respecto a los ejes principales X y Y; M_{ox} y M_{oy} .

ARTICULO 331.- Aplastamiento.

En apoyos de miembros estructurales y otras superficies sujetas a presiones de concreto o aplastamiento, el esfuerzo bajo carga de servicio deberá ser el que se indica en la tabla 6.1.

Cuando la superficie que recibe la carga tiene un área mayor que el área de concreto, el valor anterior podrá incrementarse multiplicándolo por $\sqrt{A_2 / A_1}$ pero sin exceder de 2., donde A_1 es el área de concreto y A_2 es el área de la figura mayor tamaño semejante de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga.

ARTICULO 332.- Tensión Diagonal.

Esfuerzo cortante.

El esfuerzo cortante medio en una sección se calculará de la expresión:

$$v = \frac{v}{bd} \quad (6.15)$$

Esfuerzo cortante permisible en el concreto.

El valor de v_c dado en la tabla 6.1 sólo es aplicable cuando:

La relación de peralte total a ancho h/b no excede de 6. Si no se cumple la condición, anterior se reducirá el 20 por ciento en su valor. Para valuar h/b en vigas T ó L se usará el ancho del alma b' .

En secciones sujetas a flexión sin axial, el esfuerzo cortante medio v_c que toma el concreto no excederá del valor indicado en la tabla 6.1.

ARTICULO 333.- Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas.

Cuando el esfuerzo cortante v es mayor que v_c se requiere refuerzo por tensión diagonal. Su separación s medida en el eje del miembro se determinará con la expresión y limitaciones siguientes:

$$s = \frac{(0.9 A_v f_s (\sin \theta + \theta))}{4.5 \cdot b (v - v_c)} \quad \text{pero menor o igual que} \quad \frac{A_v f_y}{4.5 \cdot b} \quad (6.16)$$

A_v es el área transversal del refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia s , θ es el ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza y v es el refuerzo cortante en condiciones de servicio. En esta ecuación A_v , debe estar en cm^2 , f_s en Kg/cm^2 . y b en cm . La separación resulta en cm .

Si v es mayor que v_c pero menor o igual que $2v_c$ la separación de los estribos no excederá de $0.5 d (1 - |\cot \theta|)$

Si v es mayor que $2v_c$ las separaciones máximas prescritas se reducirán a la mitad.

En ningún caso se admitirá que V sea mayor que $4 v_c$ ni la omisión de estribos.

ARTICULO 334.- Interrupción y traslape del refuerzo longitudinal.

En zonas comprendidas a un peralte efectivo de las secciones donde se interrumpa más que el 33 % o traslape más del 50% del, refuerzo longitudinal de tensión, se tomará como esfuerzo

permisible del concreto $0.7 v_c$. Si dichas zonas necesitan refuerzo por tensión diagonal, su separación no sobrepasará la mitad de la que marca la expresión 6.16. Estas reducciones no son necesarias si el acero se ancla en una zona de compresión.

ARTICULO 335.- Fuerza cortante en losas y zapatas.

a) Las losas o zapatas que trabajan como vigas anchas se considerarán de acuerdo con lo que proceda de los incisos en relación con el esfuerzo cortante de vigas.

b) En losas y zapatas puede omitirse el refuerzo por tensión diagonal cuando el refuerzo cortante medio V_{cz} no es mayor que $0.5 \sqrt{f'_c}$

$$v_{cz} = V_{cz} / s'd \quad (6.17)$$

Siendo s' el perímetro de la sección crítica correspondiente a una distancia $d/2$ del paño de la columna o pedestal.

Esta expresión es aplicable a losas y zapatas cargadas concéntricamente respecto a la sección crítica.

Si la carga se aplica excéntricamente debe modificarse la distribución de esfuerzos cortantes a manera de satisfacer el equilibrio.

ARTICULO 336.- Refuerzo por tensión diagonal en losas y zapatas.

Cuando el esfuerzo cortante medio calculado $v = \frac{V}{s'd}$ excede $0.5 \sqrt{f'_c}$ se proveerá refuerzo por tensión diagonal. Este se diseñará de conformidad con la expresión:

$$A_v = \frac{v_z s' d'}{.5 f_v \text{sen } \theta} = \frac{v'}{f_v \text{sen } \theta} \quad (6.18)$$

$$\text{en donde: } v'_z = \sqrt{v^2 - v_{cz}^2} \quad (6.19)$$

El diámetro de este refuerzo no debe exceder $d/20$. No se admitirá que v exceda de $0.8 \sqrt{f'_c}$

ARTICULO 337.- Torsión.

Las disposiciones que siguen son aplicables a tramos sujetos a torsión cuya longitud sea mayor que el doble del peralte total del miembro y en que la resistencia a torsión no afecte directamente el equilibrio de la estructura.

a) Miembros en que se requiere refuerzo por torsión:

En miembros sujetos a torsión y fuerza cortante en la que se cumple la condición:

$$\frac{T^2}{T^2} + \frac{V^2}{V^2} \geq 1.0 \quad (6.20)$$

Y además, en los que el momento torsionante de diseño T , es importante (Dado por la Ec. 6.22) se requiere refuerzo por torsión.

Si no se cumple ninguna de las dos condiciones anteriores.

Los efectos de la torsión pueden desperdiciarse. En secciones rectangulares y secciones T, I ó L; T_p se valúa con la expresión:

$$T_p = 0.22 \sum x^2 y \sqrt{f'_c} \quad (6.21)$$

x é y , son las dimensiones de los lados menor y mayor respectivamente, reducidas en 4.0 cm., de los rectángulos en que queda descompuesta la sección al considerar cada ala y el alma con el peralte completo, pero sin que se tome "y" mayor que $3x$. La suma se refiere a los rectángulos componentes de la sección. Puede usarse en la Ec. 6.21 y 6.22 para secciones circulares tomando x igual a y e igual a 8 décimos de diámetro.

Las secciones situadas menos a un peralte efectivo sin que éste exceda $3x$ de la carga del apoyo, deben dimensionarse para la misma torsión que actúa a un peralte efectivo.

b) Momento torsionante que toma el concreto.

Cuando se requiera refuerzo por torsión se supondrá que el momento torsionante es resistido simultáneamente por el concreto y el refuerzo. En secciones rectangulares y en secciones T, I o L la contribución del concreto T'_c se calculará con la expresión:

$$T_c = 0.25 T_p \quad (6.22)$$

c) Refuerzo por torsión.

Este refuerzo estará formado por estribos cerrados por perpendiculares al eje del miembro y varillas longitudinales. En miembros circulares los estribos serán circulares. El refuerzo necesario para torsión se combinará con el requerido para otras fuerzas interiores, a condición de que el área suministrada sea la suma de las áreas individuales y cumplan en cuanto a espaciamiento y colocación del refuerzo, y que el esfuerzo absorbido por el concreto haya sido tomado en cuenta una sola vez.

Cuando, según a), se requiera refuerzo por torsión, el área necesaria de estribos cerrados se calculará con:

$$A_{sv} = \frac{s (T - T_c)}{\Omega x_1 y_1 f_v} \quad (6.23)$$

A_{sv} área transversal de una sola rama de estribo.

x_1 y y_1 lado menor y mayor de un estribo medidos centro a centro y reducido cada uno a 2.0 cm.

s separación de los estribos en cm.

f_v esfuerzo del acero de los estribos, que no será mayor de 2000 kg/cm².

$$\Omega = (0.66 + 0.33 y / x) \leq 1.5$$

En la Ec 6.23, T no se tomará menor que T dada por la Ec. 6.22, la separación s no será mayor que el ancho de los estribos ni la mitad de su altura ni mayor de 30 cm.

En miembros circulares x_1 y y_1 se tomará igual a 8 décimos de diámetro del estribo circular medido centro a centro. El área necesaria de barras longitudinales A_{st} se calculará con:

$$A_{st} = \frac{2A_{sv}}{s} (x_1 + y_1) \frac{f_v}{f_s} \quad (6.24)$$

donde f_v es el esfuerzo de trabajo de los estribos y f_s es el de acero longitudinal.

El refuerzo longitudinal debe distribuirse en el perímetro de la sección transversal y debe colocarse por lo menos una barra en cada esquina. La separación entre barras longitudinales no excederá de 50 cm., y su diámetro no debe ser menor que el de los estribos; en las caras inferior y superior se sumará el acero longitudinal de torsión y de flexión para obtener el armado. La combinación del refuerzo transversal y longitudinal puede sustituirse por refuerzo helicoidal constituido por rectas a 45° con las aristas del miembro. Su espaciamiento, medido sobre el eje de la pieza, se obtiene dividiendo entre $\sqrt{2}$ el obtenido con la Ec. 6.23. Dicho espaciamiento no debe exceder de y_1 ni de $\frac{X}{2}$. Todo el refuerzo por torsión se suministrará cuando menos en una distancia $(h - b)$ más allá del punto teórico en que ya no se requiere, siendo h el peralte total y b el ancho del miembro.

No se admitirá que el momento torsionante del diseño T , sea mayor que $7 T_c (1 - 0.25 \frac{v}{v_c})$ ni mayor de $4 T_c$. En ninguna sección.

ARTICULO 338.- Diseño por el criterio de resistencia última.

Para diseñar se podrán emplear los criterios establecidos en el Artículo 326.

Revisión de las condiciones de servicio.

ARTICULO 339.- Deflexiones.

Las deflexiones en todo elemento estructural deben ser suficientemente pequeñas para no perjudicar el funcionamiento del mismo, ni dañar otros elementos, sean o no estructurales.

ARTICULO 340.- Las deflexiones que ocurran inmediatamente al aplicar la carga, se calcularán con los métodos o fórmulas usuales para determinar deflexiones elásticas. El momento

de inercia se tomará como el de la sección transformada, agrietada. Las deflexiones totales a largo plazo se calcularán multiplicando las inmediatas por la Ec. siguiente:

$$3 - 1.2 (A_s' / A_s) \geq 1.6 \quad (6.25)$$

Donde A_s' es el área de acero a compresión.

En elementos continuos se usará el promedio de A_s' / A_s . Para deflexiones, se considerarán los siguientes límites:

Una deflexión vertical total incluyendo los efectos a largo plazo igual a 0.5 cm. más $\frac{1}{240}$ de

claro incluyendo voladizos; además, para miembros cuyas deformaciones afectan elementos no estructurales como muros de mampostería que no sean capaces de soportar deformaciones apreciables se considerará como máximo una deflexión medida después de la colocación de los elementos no estructurales, igual a 0.3 cm. más $\frac{1}{480}$ de claro.

ARTICULO 341.- Agrietamiento.

El criterio siguiente se aplica a estructuras no expuestas a un ambiente muy agresivo y/o que deban ser impermeables. En caso contrario deben tomarse precauciones especiales.

Cuando en el diseño se use un esfuerzo de trabajo mayor a 1800 Kg/cm². para el refuerzo de tensión, las secciones de máximo momento positivo y negativo se dimensionarán de modo que se cumpla que:

$$f_s \sqrt[3]{d_c A} \leq 26,000 \text{kg/cm.} \quad (6.26)$$

f_s esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en Kg/cm².

d_c recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema de tensión al centro de la barra más próxima a ella en cm.

A = Área de concreto a tensión, en cm²., que rodea el refuerzo principal de tensión y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras (cuando el refuerzo principal conste de barras de varios diámetros el número de barras se calculará dividiendo el área total del acero entre el área de la barra de mayor diámetro).

El esfuerzo f_s puede estimarse con la expresión $M/0.9 d A_s$, suponerse igual a $0.6 f_y$ En la expresión anterior M es el momento flexionante en condiciones de servicio.

Requisitos Complementarios.

ARTICULO 342.- Refuerzo Mínimo.

El área de acero de refuerzo mínimo en secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal puede calcularse con la siguiente expresión aproximada:

$$A_s \text{ Min} = \frac{0.7 \sqrt{F'_c}}{f_y} bd \quad (6.27)$$

A menos que el área de refuerzo proporcionado en cada sección sea por lo menos un tercio mayor que lo requerido por análisis y A_s sea mayor a la requerida por temperatura.

ARTICULO 343.- Anclaje.

a) Se deberán cumplir los requisitos siguientes:

I.- A cada lado toda sección de momento máximo la longitud de cada barra debe ser mayor o igual que la longitud de desarrollo L_d que se define en b) (Fig. 6.2).

II.- Las barras que dejan de ser necesarias por flexión se podrán cortar o doblar a una distancia no menor que un peralte efectivo ni que 12 diámetros más allá del punto teórico, donde de acuerdo con el diagrama de momentos, ya no se requieran (Fig. 6.2).

III.- En las secciones, donde según el diagrama de momentos flexionantes teóricamente ya no se requiere el refuerzo que se corta o se dobla, la longitud que continúa de cada una de las demás barras, debe ser mayor o igual que $L_d + d$.

IV.- En los extremos de elementos apoyados y en los puntos de inflexión, el refuerzo se prolongará doce diámetros o el peralte efectivo más allá del centro del apoyo o del punto de inflexión.

b) La longitud de desarrollo L_d , en la cual se considera que una barra de tensión o compresión se ancla de modo que desarrolla su esfuerzo de fluencia, se obtendrá multiplicando la longitud básica L_{bd} en cm. dada por la ecuación (6.28) por el factor o los factores indicados en la tabla 6.2

$$Ldb = 0.06 \frac{a_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.006 d_b f_y \quad (6.28)$$

d_b es el diámetro de la barra, en cm., as su área transversal, en:

cm^2 , f_y y f_c en Kg/cm^2

TABLA 6.2

Condicion del refuerzo	Factor
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que ellas se cuelen mas de 30 cm. de concreto	1.4
En concreto ligero	1.33
Barras con f_y mayor de 4200 Kg/cm^2 .	$2 - \frac{4200}{f_y}$
Todos los otros casos	1.0
Cuando se reúnan dos o más de los requisitos, se multiplicará por los factores sucesivamente.	

En ningún caso L_d será menor de 30 cm.

La longitud de desarrollo L_d de cada barra que forma un paquete será igual a la que requeriría si estuviera aislada multiplicada por 1.20 si el paquete es de tres barras, por 1.33 si es de cuatro barras y por 1.10 si el paquete es de dos borrras, se modifica L_d .

Cuando se utilicen ganchos standard en barras a tensión, se podrá multiplicar la longitud de desarrollo L_d obtenida de la tabla 6.2, por

$$1 - \frac{100 f'_c}{f_y}$$

Se entiende por gancho standard el que tiene una longitud igual o mayor a 16 diámetros de varilla, un dobléz igual o mayor a 90° y un diámetro de dobléz igual o mayor a 6 diámetros de varilla, siempre que la varilla sea igual o menor que la

ARTICULO 344.- Requisitos Complementarios de Anclaje.

Los siguientes requisitos deben respetarse además de los anteriores.

ESFUERZOS PERMISIBLES EN EL CONCRETO

D e s c r i p c i ó n	Esfuerzos permisibles kg/cm^2			
	Para cualquier resistencia del concreto de acuerdo con la Seccion 502	Para las resistencias de concreto mostradas		
		$f'_c = 150 kg/cm^2$	$f'_c = 200 kg/cm^2$	$f'_c = 250 kg/cm^2$
Relación de módulos de elasticidad para concreto que peso 2.3 ton/m^3 el módulo de elasticidad instantáneo vale $E_c = w^{1.5} 4270 \sqrt{f'_c}$	$h = \frac{2'100,000}{1.5 w 4270 f'_c}$ $n = \frac{E_s}{E_c}$	11	10	9
Flexión: f_c Esfuerzo de compresión en la fibra extrema	f_c $0.45 f'_c$	60	90	112
Esfuerzo de tensión en la fibra extrema para zapatas y muros de concreto simple	f_c $0.42 \sqrt{f'_c}$	5.2	6.0	6.6

Cortante: v (como medida de la tensión diagonal a una distancia d de la cara del apoyo) Esfuerzo que toma el concreto	v_c	$0.25 \sqrt{f'_c}$	3.0	3.5	4.0
Esfuerzo máximo en miembros con refuerzo en el alma, inclinado ó vertical ó combinaciones adecuadas de barras dobladas y estribos verticales	v_c	$1.00 \sqrt{f'_c}$	12.2	14.1	15.8
Esfuerzo que toma el concreto en losas y zapatas a una distancia $d/2$ en torno a la columna	v_c	$0.50 \sqrt{f'_c}$	6.2	7.0	7.9
Esfuerzos director en apoyos: f_c Sobre el área total.		$0.25 f'_c$	38	50	63
Esfuerzos permisibles en el acero: $f_s = 0.5 f_y$					

I.- Por lo menos la tercera parte del refuerzo total proporcionado para momento negativo en el apoyo, se extenderá más allá del punto de inflexión a una distancia no menor de $1/15$ de claro ni menor que doce diámetros.

II.- Por lo menos la tercera parte del refuerzo positivo de elementos simplemente apoyados y la cuarta parte del refuerzo positivo de elementos continuos penetrará una longitud mínima de 15 cm.

III.- Cuando el elemento en flexión es parte de un sistema destinado a resistir fuerzas laterales accidentales, el refuerzo positivo que, de acuerdo con el inciso II se prolongue dentro del apoyo debe anclarse de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en la cara de apoyo aunque por cálculo no requiera tensión. Se considerará que el gancho absorbe $100\sqrt{f_c}$ y la varilla recta $\frac{f_y}{L_d}$ expresándose $100\sqrt{f'_c}$ en kilogramos y $\frac{f_y}{L_d}$ en kilogramos por cm.

ARTICULO 345.- Anclaje del Refuerzo Transversal.

Los estribos serán cerrados con dobleces de 135° o más, seguidos de tramos rectos de no menos de 10 diámetros de largo o con dobleces de 90° seguidos de tramos rectos de no menos de 20 diámetros y en cada esquina debe quedar por lo menos una barra longitudinal.

Las barras longitudinales que se doblen para actuar como refuerzo en el alma, deben continuarse como refuerzo longitudinal cerca de la cara opuesta si esta zona está a tensión, o prolongarse una longitud L_d más allá de la media altura de la viga si dicha zona está a compresión.

ARTICULO 346.- Recubrimiento.

El recubrimiento libre de toda barra no será menor de 1.0 cm., ni menor que su diámetro.

En miembros estructurales colocados directamente contra el suelo sin uso de plantilla, el recubrimiento libre mínimo será de 5 cm. Si se usa plantilla el recubrimiento libre mínimo será de 3 cm. Cuando el concreto está expuesto al ataque de agentes químicos deberán darse recubrimientos adecuados para el agente químico de que se trate. En cimentaciones sobre suelos con altos contenidos de sulfato, deberá usarse punzolanas, cemento de escoria de altos hornos o cementos especiales tipo 1 1.

ARTICULO 347.- Separación entre barras individuales.

La separación libre entre barras paralelas (excepto en columnas) no será menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.33 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando el refuerzo de vigas esté colocado en dos o más capas, su distancia vertical libre no será menor que el diámetro de las barras ni que 2 cm.

En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales no será menor de 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado ni que 4 cm.

ARTICULO 348.- Paquetes de barras.

Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de cuatro cada uno, excepto que en vigas no deben formarse paquetes con las del No. 12 o mayores. La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga, no distará de la sección de corte de otra barra menor de 40 diámetros de la primera barra, los paquetes en compresión se usarán sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos menor de 135°. Para determinar la separación mínima entre paquetes y el recubrimiento, cada paquete, se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete.

Para calcular la separación del refuerzo transversal rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

ARTICULO 349.- Dobleces del refuerzo.

El radio interior de un doblez no será menor que $\frac{f_y}{50\sqrt{f'_c}}$ por el diámetro de la barra doblada, al menos que se doble alrededor de una barra de diámetro mayor que el de ella, (f_y y f'_c en kg/cm²).

ARTICULO 350.- Empalmes.

Las barras del refuerzo pueden empalmarse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos de unión previamente ensayados; estos empalmes deben ser capaces de transferir 1.25 veces la fuerza de fluencia de las barras. Cuando se empalma por traslape más de la mitad de las barras, en un tramo con longitud de menos de 40 diámetros, o cuando los empalmes se hacen en secciones de refuerzo superior a 0.25 f_y deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud del traslape, utilizando espirales, estribos muy próximos al tramo donde se efectúe el empalme o algún otro procedimiento que garantice la continuidad del refuerzo.

La longitud de un traslape no será menor que 1.33 veces la longitud de desarrollo L_d , ni menor que $(0.01 f_y - 6)$ veces el diámetro de la barra.

En una misma sección transversal no debe empalmarse con soldadura o dispositivos mecánicos más del 33% del refuerzo.

Las secciones de empalme distarán entre sí no menos de 20 diámetros.

Las especificaciones de empalme, deben anotarse en los planos.

ARTICULO 351.- Refuerzo por cambios volumétricos.

En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.50 m, y menor que 30 m., el área del refuerzo que se suministre no será menor que:

$$a_s = \frac{450 x_1}{f_y (x_1 + 100)} \quad (6.29)$$

Donde:

a_s = área transversal del refuerzo colocado en la sección que se considera, por unidad de ancho de la pieza cm²/cm. El ancho mencionado se mide perpendicularmente a la dirección considerada y a x_1 .

x_1 = Dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo (cm).

En elementos de más de 30 m., el área del refuerzo no será menor que el anterior ni que el necesario según el capítulo dos.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie, el refuerzo no será menor de $2 a_s$

Por simplicidad, en vez de emplear la fórmula anterior, puede suministrarse un refuerzo mínimo de 0.2 por ciento en elementos estructurales protegidos de la intemperie.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 50 cm ni de $5x_1$.

Debe aumentarse la cantidad de acero o tomarse otras precauciones en casos de contracción pronunciada (por ejemplo en morteros neumáticos) de manera que se evite el agrietamiento excesivo.

Puede prescindirse del refuerzo por cambios volumétricos en elementos donde desde el punto de vista de resistencia y aspecto se justifique.

ARTICULO 352.- Secciones L y T.

El ancho efectivo del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma, no excederá de un doceavo de claro, ni de la mitad de la distancia del paño del alma del miembro más cercano, ni de ocho veces el espesor del patín.

ARTICULO 353.- Reducción de sección.

Las reducciones de secciones producidas por la instalación de ductos, por pasos o por apertura, deben tomarse en cuenta en el diseño.

ARTICULO 354.- Disposiciones complementarias para formas estructurales comunes.

Las disposiciones de los artículos siguientes se cumplirán además de los requisitos generales de los artículos precedentes.

ARTICULO 355.- Vigas.

En las paredes de vigas con peraltes superiores a 75 cm., debe proporcionarse refuerzo longitudinal por cambios volumétricos a menos que se haya proporcionado una cantidad igual o mayor por otros conceptos.

Columnas.**ARTICULO 356.- Excentricidad accidental.**

Las columnas siempre se considerarán sujetas a flexión, por lo cual deberá considerarse una excentricidad accidental, igual a $0.05 h > 2$ cm., donde h es la dimensión de la sección transversal en la dirección en que se considera la flexión.

Además debe considerarse la posible excentricidad adicional motivada por los efectos de esbeltez según el artículo 328.

ARTICULO 357.- Refuerzos mínimos y máximos.

El porcentaje de refuerzo longitudinal en columnas no será menor del 1 por ciento, ni mayor del 6 por ciento. El número mínimo de barras será de 5 en columnas circulares y cuatro en rectangulares.

ARTICULO 358.- Requisitos para el refuerzo transversal.

El refuerzo transversal de toda columna no será menor que el necesario por resistencia o fuerza cortante y debe cumplir con los requisitos mínimos de los párrafos siguientes. No deberá suspenderse en la intersección con otros elementos.

Todas las barras o paquetes longitudinales deben restringirse contra el pandeo, con estribos o zunchos con separación no mayor que $\frac{850}{\sqrt{f_y}}$ veces el diámetro de la barra más delgada del paquete (f_y en Kg/cm². es el esfuerzo de fluencia de barras longitudinales), 48 diámetros de la barra de estribos ni que la menor dimensión de columnas. La separación máxima de estribos se reducirá a la mitad de la antes indicada, en una longitud no menor que la dimensión transversal máxima de la columna que un sexto de su altura libre, ni que 60 cm. arriba y abajo de cada unión de columnas con trabes o losas, medida a partir del respectivo plano de intersección.

Los estribos se dispondrán de manera que cada barra longitudinal de esquina y una de cada dos consecutivas de la periferia tengan un soporte lateral proporcionado por el doblez de un estribo con un ángulo interno no mayor de 135° ni menor de 45°.

Además ninguna barra que no tenga soporte lateral deberá distar más de 15 cm. de una barra soportada lateralmente. Cuando 6 o más varillas estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia se podrán usar anillos circulares con suficiente traslape para desarrollar su esfuerzo de fluencia.

Para dar restricción lateral a barras que no sean de esquina, pueden usarse grapas formadas por barras rectas cuyos extremos terminen en un doblez, a 180° alrededor de la barra o

paquete restringido, seguido de un tramo recto con longitud igual a 10 diámetros de la barra de la grapa.

Cuando un cambio de sección de una columna obliga a doblar sus barras longitudinales en una junta, la pendiente de la porción inclinada de cada barra respecto al eje de la columna, no excederá de 1 a 6, prolongándolas en tramos rectos paralelos al eje de la columna.

Además deberá proporcionarse refuerzo transversal adicional al necesario, por otros conceptos, en cantidad suficiente para resistir una y media veces la componente horizontal de la fuerza axial que pueda desarrollarse en cada varilla, considerando en ella el refuerzo de fluencia.

ARTICULO 359.- Columnas zunchadas.

El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser una hélice continua de paso constante, formada con barra cuando menos de 9.5 mm. de diámetro (No. 3).

El porcentaje volumétrico del refuerzo helicoidal no será menor que lo indicado por las fórmulas:

$$\rho' \geq 0.45 \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \frac{f'_c}{f_y} \quad (6.30)$$

$$\rho' \geq 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

Donde:

A_c = área transversal del núcleo medida entre paños exteriores.

A_g = área transversal de la columna.

f_y = esfuerzo de fluencia del acero de la hélice.

El esfuerzo f_y no debe exceder de 4200 Kg/cm². ni 20 f'_c .

El claro libre entre dos vueltas consecutivas no será menor que una vez y media el tamaño máximo del agregado.

Los traslapes tendrán una vuelta y media. Las hélices se anclarán en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media.

LOSAS.

ARTICULO 360.- Disposiciones Generales.

Las nervaduras de losas encasetonadas se dimensionarán como vigas T.

ARTICULO 361.- Losas que trabajan en una dirección.

En el diseño de losas que trabajan en una dirección, son aplicables las disposiciones para vigas.

Además del refuerzo principal de flexión debe proporcionarse refuerzo normal al anterior, de acuerdo con los requisitos por cambios volumétricos (según la Ec. 6.29).

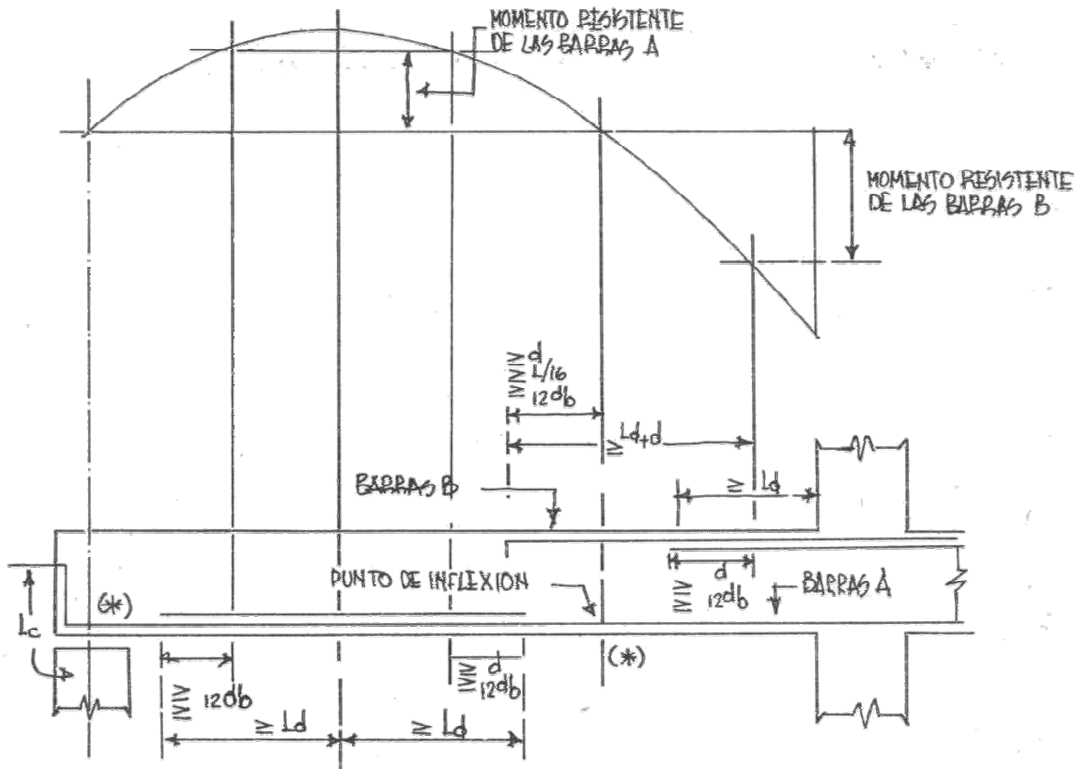
ARTICULO 362.- Losas perimetralmente apoyadas.

a) Momentos flexionantes debido a cargas uniformemente distribuidas.

Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas, se podrán calcular con los coeficientes de la tabla 6.3 si se satisfacen las siguientes limitaciones:

1.- Los tableros son aproximadamente rectangulares.

FIG. 6.2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOS REQUISITOS DE ANCLAJE



* EL DIAMETRO DE LAS BARRAS DEBE LIMITARSE SEGUN EL ART. 343-c

2.- La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero.

3.- Los momentos negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor de 50 por ciento del menor de ellos.

4.- La relación entre carga viva y carga muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos. Para valores intermedios de la relación m , de la tabla 6.3 entre el claro corto y el claro largo, se interpolará linealmente.

b) Franjas y zonas de doblez.

Para la colocación del refuerzo, la losa se considerará dividida en cada dirección en dos franjas extremas y una central. Para relaciones de claro corto, (a_1) a largo (a_2) mayores de 0.5 las franjas centrales tendrán un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas, y cada franja extrema igual a la cuarta parte del mismo. Para relaciones a_1/a_2 menores de 0.5 la franja central perpendicular al lado largo tendrá un ancho igual a $a_2 - a_1$, y cada franja extrema, igual a $a_1/2$.

Para doblar varillas y aplicar los requisitos del anclaje del acero se supondrán líneas de inflexión a un sexto del claro corto desde los bordes del tablero para momento positivo, y a un quinto de claro corto desde el borde del tablero para momento negativo.

c) Peralte y refuerzo mínimo.

Podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte total es mayor que el perímetro del tablero entre 200.

En losas, esto puede reducirse hasta un 20 por ciento si se proporciona una contraflecha adecuada.

El refuerzo no será menor que el requerido por cambios volumétricos según la expresión 6.29 y su separación nunca será mayor que 3.5 veces el peralte efectivo.

ARTICULO 363.- Cargas lineales.

Los efectos de cargas lineales debidas a muros que apoyan sobre una losa, pueden tomarse en cuenta como cargas uniformemente repartidas equivalentes. En particular, al dimensionar una losa perimetralmente apoyada, la carga uniforme equivalente a un tablero que soporta un muro paralelo a uno de sus lados, se obtiene dividiendo el peso total del muro y sus cargas entre el área del tablero, multiplicando el resultado por el factor correspondiente de la tabla 6.4. La carga equivalente así obtenida, se sumará a la uniforme que actúa en ese tablero.

Relación de claros $m = a_1/a_2$	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo a lado corto.	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo a lado largo	1.8	1.7	1.6

Estos factores pueden usarse en relaciones de carga lineal a carga total no mayores de 0.5. Se interpolará linealmente entre los valores tabulados.

ARTICULO 364.- Cargas concentradas.

Cuando un tablero de una losa perimetralmente apoyada deba soportar una carga concentrada P , la suma de los momentos resistentes, por unidad de ancho, positivo y negativo se incrementará, en cada dirección paralela a los bordes, en la cantidad:

$$\frac{P}{2\pi} \left[1 - \frac{2r}{3R} \right] \quad \text{en todo punto del tablero.}$$

(6.31)

Siendo r el radio del círculo de igual área a la de aplicación de la carga y R la distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella.

El criterio anterior también se aplicará a losas que trabajan en una dirección con relación ancho a claro no menor que $\pi/2$ cuando la distancia de la carga a un borde libre no es menor que la mitad de claro. No es necesario incrementar los momentos resistentes en un ancho de losa mayor de 1.5 L centrado con respecto a la carga, siendo L , el claro de losa.

En todos los casos se revisará la tensión diagonal alrededor de la carga.

ARTICULO 365.- Losas sin trabes.

a) Conceptos generales.

Este sistema puede ser de losa maciza de concreto o aligerarse por medio de bloques huecos o casetones removibles.

TABLA 6.3

COEFICIENTES DE MOMENTOS PARA TABLEROS RECTANGULARES, FRANJAS CENTRALES

Para las franjas extremas multiplíquese los coeficientes por 0.60

Tablero	momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	340
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Neg. en bordes disc. positivo	largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
De borde Un lado largo disconti- nuo	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Neg. en bordes dis. positivo	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
De esquin Dos lados Adyacentes disconti- nuo	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Neg. en bordes dis. positivo	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
corto	largo	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153	
	largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153	

Caso I losa colada monolíticamente con sus apoyos

Caso II losa no colada monolíticamente con sus apoyos

Los coeficientes multiplicados por $10^{-4} w a^2$ dan momentos por unidad de ancho

I.- Si se emplean bloques huecos o casetones removibles, éstos deben tener un peralte inferior al peralte de la losa, formando vigas de sección T. El espesor de concreto que cubre los bloques o casetones, no debe ser menor de 5 cm., a fin de constituir el elemento de rigidez horizontal indispensable; no se necesita reforzar por contracciones del concreto, pero se debe reforzar para resistir las cargas concentradas.

El tamaño de los casetones no debe ser superior a $\frac{1}{10}$ del claro mayor.

El sistema reticular requiere de una zona maciza alrededor de las columnas capaz de resistir el esfuerzo cortante y el momento flexionante en el apoyo, ya sea como concreto simple o con los refuerzos necesarios según el Art. 335.

b).- Hipótesis para el análisis.

El análisis puede hacerse por los métodos elásticos reconocidos considerando las siguientes hipótesis:

1.- La estructura se divide en marcos ortogonales formados por una fila de columnas y franjas de losa con ancho igual a la distancia entre líneas medias de los tableros adyacentes. Al analizar los marcos en cada dirección deben usarse las cargas totales que actúan en las losas.

2.- Al calcular las rigideces relativas y momentos de empotramiento, deberá considerarse un momento de inercia variable como consecuencia de la presencia de zonas macizas sobre los apoyos.

c).- Distribución de momentos en los tableros.

La flexión a lo largo de las losas de cada marco se distribuirá entre franjas de columna y franjas centrales (Art. 362, inciso b), de acuerdo con los porcentajes indicados en la tabla siguiente:

TABLA 6.5		
DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN TABLEROS		
Momentos	Franja de Columna	Franjas Centrales
Positivos	50	40
Negativos	75	25

ZAPATAS

ARTICULO 366.- Disposiciones generales

Si la zapata se apoya sobre pilotes al calcular la fuerza cortante en una cierta sección, se supondrá que en ella produce cortante la reacción completa de los pilotes cuyos centros quedan en 0.5 dp, o más, hacia fuera de dicha sección, siendo dp el diámetro de un pilote o el círculo que circunscriba su sección en la base de la zapata. Se supondrá que no producen cortante las reacciones de pilotes cuyos centros queden a 0.5 dp, o más, hacia dentro de la sección considerada. En zapatas cargadas concéntricamente se considerará la carga uniformemente repartida por unidad de área de la columna pedestal o placa de asiento y la reacción uniformemente repartida por unidad de área de contacto o por pila. En zapatas cargadas excéntricamente o que soporten miembros que les transmitan momentos flexionantes, se modificará la repartición de la carga de una manera congruente con la magnitud y excentricidad de la carga y se harán los refuerzos adecuados.

ARTICULO 367.- Espesor mínimo de zapatas.

El espesor mínimo del borde de una zapata reforzada será de 10 cm., si la zapata apoya sobre pilotes dicho espesor mínimo será de 30 cm.

ARTICULO 368.- En zapatas que soporten una columna o un muro, las secciones críticas para momento y tensión diagonal serán un plano vertical que pase por la cara de la columna pedestal o muro si es de concreto y por el eje de la columna, pedestal, muro o placa de asiento si es de otro material, además de todas aquellas en que haya cambio de forma, de tamaño o de armado.

En zapatas que soporten más de un elemento, se hará un análisis por métodos elásticos reconocidos para encontrar los puntos críticos adicionales.

MUROS

ARTICULO 369.- Muros sujetos a cargas verticales axiales o excéntricas.

Estos muros deben dimensionarse por flexocompresión como si fueran columnas, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones complementarias:

En tableros cuyos bordes verticales poseen suficiente restricción, la longitud efectiva de pandeo H' se calculará como sigue:

$$H' = H, \text{ si } H/L \leq 0.35$$

$$H' = (1.3 - 0.85 H/L) H \text{ si } 0.35 < H/L < 0.8$$

$$H' = L/2 \text{ si } H/L \geq 0.8$$

donde H es la altura del muro y L la longitud horizontal del tablero. Aquí se entiende por tablero una porción de muro limitada por elementos estructurales verticales, o todo el muro si no hay dichos elementos o sólo los hay en los bordes del muro. Se considera suficiente restricción lateral la presencia de elementos estructurales ligados al tablero en sus bordes verticales siempre que su dimensión perpendicular al plano del muro no sea menor que 2.5 veces el espesor del mismo.

En muros de uno o varios tableros cuyos bordes no tienen suficiente restricción, H' se tomará igual a H si H/L es menor o igual que 0.35, e igual a $0.215 \left[\frac{h}{L} + 4.3 \right] H$ si H/L es mayor que 0.35

Aquí L es la longitud horizontal del muro.

Si las cargas son concentradas, se tomará como ancho efectivo una longitud igual a la de contacto más cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor que la distancia centro a centro entre cargas.

ARTICULO 370.- Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano.

En muros con relación L/t no mayor de 90, cuyos bordes poseen suficiente restricción lateral, no sujetos a cargas verticales de consideración y cuya principal función sea resistir fuerzas horizontales en su plano, deberán tomarse en cuenta los efectos de la flexión y de la fuerza cortante.

Aquí L es la longitud horizontal del muro.

No se permitirán valores de $1/t$ mayores de 90 ni muros con bordes que carezcan de suficiente restricción. En muros donde además actúan cargas verticales de consideración, la relación L/t deberá limitarse a 40. y se aplicará lo dispuesto en el Art. 369.

ARTICULO 371.- Aberturas.

Se proporcionará refuerzo en la periferia de toda abertura en cantidad suficiente para resistir las tensiones que puedan presentarse. Como Mínimo deberán colocarse dos varillas del No. 4 o su equivalente, a lo largo de cada lado de la abertura. Estas varillas prolongarán su longitud de desarrollo desde las esquinas de las aberturas.

ARTICULO 372.- Armados y esfuerzos.

Cuando el refuerzo no sea anclado de conformidad con lo dispuesto para columnas, la capacidad de carga de la columna será multiplicada por

$$1 - \left[\frac{H}{40t} \right]$$

donde t es el espesor del muro.

ARTICULO 373.- El porcentaje de refuerzo de un muro de carga no será ni menor a .002, ni mayor de .040 en cada dirección. El refuerzo será colocado en dos capas paralelas con más de 1/3 y menor de 2/3 del refuerzo, estando cada capa a una distancia no menor de 5 cm., ni mayor de 1/3 del espesor de cada cara.

ARTICULO 374.- Arcos, cascarones y losas plegadas.

Análisis. Los arcos se analizarán siguiendo métodos reconocidos. En el análisis de cascarones delgados puede suponerse que el material es elástico, homogéneo e isótropo y que la relación de Poisson es igual a cero, El análisis que se haga debe satisfacer las condiciones de

equilibrio y de compatibilidad de deformaciones y tomará en cuenta las condiciones de frontera que se tengan. Deben asimismo, considerarse las limitaciones que imponga el pandeo del cascarón y se investigará la posible reducción de las cargas de pandeo cruzadas por grandes deflexiones, flujo plástico y diferencia entre la geometría real y teórica. Se prestará especial atención a la posibilidad de pandeo de bordes libres de cascarones.

ARTICULO 375.- Concreto Presforzado.

Las estructuras de concreto presforzado se consideran de tipo especial. El proyectista someterá a la consideración de las autoridades la memoria de cálculo basada en métodos técnicos de reconocida validez como pueden ser los que se indican en el Art. 326.

Concreto ligero.

ARTICULO 376.- Requisitos Generales.

En este capítulo se entiende por concreto ligero aquel cuyo peso volumétrico seco es inferior a 2 Ton/m³.

En el diseño de elementos estructurales de concreto ligero, son aplicables los mismos criterios que para concreto de peso normal, con las modificaciones que aquí se estipulan.

Se supondrá que un elemento de concreto ligero reforzado alcanza su resistencia a flexocompresión cuando la deformación unitaria del concreto es $0.003 E_c/E_L$ donde E_c E_L son respectivamente, los módulos de elasticidad del concreto de peso normal, y ligero de igual resistencia.

En las fórmulas relacionadas con el cálculo de resistencia aplicables a concreto de peso normal, el valor de $\sqrt{f'_c}$ se sustituirá por el de $0.5ft \leq .2\sqrt{f'_c}$. Si no se conoce ft se supondrá igual a $\sqrt{f'_c}$.

Deberá revisarse que la flecha no exceda de la permisible según este capítulo, pero calculada con el módulo de elasticidad correspondiente al concreto ligero. El módulo de elasticidad del concreto ligero se determinará experimentalmente, con un mínimo de seis pruebas para cada resistencia y cada tipo de agregado.

ARTICULO 377.- Requisitos complementarios.

El refuerzo por cambios volumétricos que se estipula en la fórmula 6.29 será obligatorio en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural exceda de 75 cm.

Concreto simple.

ARTICULO 378.- Sólo se permitirán elementos de concreto simple con longitud mayor a 1.50 m., cuando mediante aditivos se disminuya la contracción o se desprece el trabajo del concreto en esa dirección.

ARTICULO 379.- Esfuerzos de diseño.

Los esfuerzos permisibles no excederán a los valores siguientes:

Compresión $0.25 f'_c$

Tensión $0.25\sqrt{f'_c}$

El esfuerzo cortante como medida de la tensión diagonal, en elementos que trabajan en una dirección, se tomará igual a $0.25\sqrt{f'_c}$.

El esfuerzo cortante, como medida de la tensión diagonal en elementos que trabajen en dos direcciones y con falla cónica o piramidal en el contorno de la carga, se considerará con un valor de $0.5\sqrt{f'_c}$.

En las secciones en que haya flexión y cortante, la suma de los esfuerzos de tensión no deberá exceder de $0.25\sqrt{f'_c}$.

Deberá proveerse refuerzo por cambios volumétricos según 6.29 en los casos en que la falla del concreto simple pueda causar daños a otros elementos importantes o a personas.

CONSTRUCCION.

ARTICULO 380.- Acero.

El acero deberá sujetarse en su sitio con amarres de alambres, silletas y/o separadores de resistencia y en número suficiente para impedir movimiento durante el colado.

Deberá retirarse el óxido suelto antes de colar el concreto.

ARTICULO 381.- Concreto.

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las varillas de refuerzo o para que pueda ser bombeado en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. Deberá concordar con el valor especificado en cada caso.

ARTICULO 382.- Control.

El control se basará en las resistencias a compresión axial de cilindros fabricados, curados y aprobados de acuerdo con las normas DGN C160 y DGN C83, en un laboratorio aceptado por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos. Si el concreto se elaboró con cemento tipo I, los ensayos se efectuarán a los 28 días de edad, y si con cemento tipo III o que contenga acelerantes a los 14 días de edad. Se permitirán ensayos a otras edades siempre que se empleen correlaciones fidedignas para estimar las resistencias probables y las edades especificadas.

Para cada clase de concreto se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado pero al menos una por cada cuarenta metros cúbicos de concreto,

De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros,

Se admitirá que las características de resistencia del concreto correspondiente a un día de colado cumplen con la resistencia especificada f'_c si el promedio de las resistencias de los cilindros de ese día es mayor o menor que la especificada y, además, si de ninguna pareja de cilindros (definida en el párrafo anterior) se obtiene una resistencia media inferior en 35 Kg/cm²., a la resistencia f'_c especificada

Se verificará el peso volumétrico del concreto en muestras representativas.

Los materiales de un concreto deben proporcionarse para una resistencia media \bar{f}_c , mayor que la especificada f'_c . La resistencia media necesaria para lograr un cierto valor de f'_c se tomará como el mayor de los valores proporcionados por las expresiones siguientes:

$$\bar{f}_c = f'_c + 1.28 \sigma_c$$

$$\bar{f}_c = f'_c + 2.52 \sigma_c - 35 \text{ (en Kg/cm}^2\text{)}.$$

Se verificará que esta resistencia media se cumpla.

En estas expresiones σ_c es la desviación estándar de la resistencia a compresión del concreto. Su valor se determinará a partir de antecedentes autorizados y basados en los ensayos de no menos de 30 parejas de cilindros que representen un concreto cuya resistencia especificada no difiera en más de 70 Kg/cm². de la especificada para el trabajo propuesto, y fabricado con materiales, procedimientos y control similares a los del trabajo en cuestión. Si no se cuenta con tales antecedentes, la desviación estándar puede tomarse de la tabla siguiente:

Tabla 6.5 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²		
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION	$f'_c \leq 200$ kg/cm ²	$200 < f'_c \leq 300$
Mezclado mecánico, proporcionamiento por peso, corrección por humedad y absorción de los agregados de una misma fuente y de calidad controlada	30	35
Mezclado mecánico, proporcionamiento por peso.	35	45
Mezclado mecánico, proporcionamiento por volumen; volúmenes cuidadosamente controlados.	50	50

Quando las resistencias medias de algunas parejas de cilindros resulten menores que $f'_c - 35$ kg/cm².); antes de tomar otra medida se permitirá extraer y ensayar corazones, de acuerdo con la norma ASTM C42. Estos se extraerán de las zonas donde se colocó el concreto muestreado en los cilindros de resistencia baja. Se probarán 3 corazones por cada pareja de cilindros cuya resistencia media haya resultado baja.

El concreto representado por los corazones se considerará estructuralmente adecuado si el promedio de las resistencias de los tres, es mayor o igual que $0.35 f'_c$ y si la resistencia de ningún corazón es menor que $0.75 f'_c$. Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente, se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencias erráticas. Si los corazones ensayados no cumplen con el criterio de aceptación que se ha descrito, la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos puede ordenar la realización de pruebas de carga, o tomar otras medidas que juzgue adecuadas. Todas las pruebas serán costeadas por el propietario(s) de la obra.

ARTICULO 383.- Transporte.

Los métodos que se empleen para transportar el concreto, serán tales que eviten la segregación o pérdida de sus ingredientes y no deberá transcurrir más de 30 minutos, a menos que se empleen retardantes.

ARTICULO 384.- Colocación y Compactación.

Antes de efectuar un colado, deben limpiarse los elementos de transporte y el lugar donde se va a depositar el concreto.

Los procedimientos de colocación y compactación serán tales que aseguren una densidad uniforme al concreto y eviten la formación de huecos.

El concreto se colocará mediante una sola maniobra y se compactará con picado, vibrado y/o apisonado

No se permitirá trasladar el concreto dentro del molde mediante el vibrado, ni depositarlo en caída libre desde más de 1.50 m de altura

ARTICULO 385.- Curado.

El concreto deberá mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en caso de cemento normal, y tres días si se empleó cemento de resistencia rápida. Estos lapsos se aumentarán adecuadamente si la temperatura desciende a menos de 5 grados centígrados.

Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede emplearse cualquier otro proceso que sea aceptado por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos. El proceso de curado que se aplique debe producir concreto cuya durabilidad sea por lo menos equivalente a la obtenida con curado en ambiente húmedo prescrito en el párrafo anterior.

ARTICULO 386.- Temperatura.

Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a 5 grados centígrados, se tomarán las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y el retardo en endurecimiento y se verificará que estas características no hayan sido desfavorablemente afectadas

ARTICULO 387.- Tolerancias.

Las tolerancias que a continuación se señalan, rigen con respecto a planos constructivos del proyecto:

1.- Las dimensiones de la sección transversal de un miembro, no excederá de las del proyecto en más de 1 cm. -|- 0.05 t, siendo t la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia; ni serán menores que las del proyecto en más de 0.3 cm. -|- 0.03 t.

2.- En cada planta se trazarán los ejes de acuerdo con el proyecto, con tolerancia de un centímetro por cada 30 metros o fracción,

3.- La tolerancia de desplome de una columna será de un centímetro más dos por ciento de la dimensión paralela a la desviación, medida en la sección transversal de la columna.

4.- El eje centroidal de una columna no deberá distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas más de 0.5 cm., más uno por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación.

5.- La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas donde apoyan, no deberá diferir de la del proyecto en más de un centímetro más dos por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni más de un centímetro más dos por ciento del ancho de la viga.

6.- El eje centroidal de una viga no deberá distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de un centímetro más dos por ciento de la dimensión de la viga paralela a la desviación.

7.- En ningún punto la distancia medida verticalmente entre losas de pisos consecutivos, diferirá de la del proyecto más de tres centímetros ni la inclinación de una losa respecto al proyecto más de uno por ciento.

8.- La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro respecto a la dirección que dicha línea tendría según el proyecto, no excederá de uno por ciento.

9.- La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no deberá diferir en más de 1 cm. -|- 0.04 L de la señalada en el proyecto, siendo L el claro; excepto en extremos discontinuos de miembros donde la tolerancia será de 1 cm.

10.- La posición del refuerzo de losas, zapatas y muros, cascarones, arcos y vigas será tal que no reduzca el peralte efectivo d, en más de 0.3 cm -|- 0.03 d, ni reduzca el recubrimiento en más de 0.5 cm. En columnas rige la misma tolerancia, pero referida a la misma dimensión de la sección transversal, en vez de al peralte efectivo. La separación entre barras no diferirá de los proyectos más de un centímetro más diez por ciento de dicha separación, pero en todo caso respetando el número de barras y su diámetro, y de tal manera que permita pasar el agregado grueso.

11.- Las dimensiones de refuerzo transversal de vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no excederá a las del proyecto en más de 1 cm. -|- 0.05 t, siendo t la dimensión de la dirección en que se considera la tolerancia, ni serán menores que las del proyecto en más de 0.3 cm -|- 0.03 t, debiendo modificarse el molde en su caso.

12.- La separación del refuerzo transversal de trabes, vigas y columnas no diferirá de las del proyecto en más de 1 cm., más diez por ciento de dicha separación, respetando el número de elementos de refuerzo y su diámetro.

13.- Si un miembro estructural no es claramente clasificable como columna o viga, se aplicarán las tolerancias relativas a columnas, con las adaptaciones que proceden si el miembro en cuestión puede verse sometido a compresión axial apreciable; y las correspondientes a trabes en caso contrario. En cascarones rigen las tolerancias relativas a losas con las adaptaciones necesarias. Por razones ajenas al comportamiento estructural, tales como aspecto o colocación de acabados puede ser necesario imponer tolerancias más estrictas que las arriba prescritas

De no satisfacer cualquiera de las tolerancias especificadas, el director responsable de la obra estudiará las consecuencias que de ahí deriven y tomará las medidas pertinentes para garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la estructura.

CAPITULO LIII

ESTRUCTURAS DE ACERO

Generalidades.

ARTICULO 388.- Nomenclatura.

- A = Área total de la sección transversal de un elemento estructural.
- A_p = Área del patín en compresión de una viga laminada o área de uno de los patines de una trabe armada.
- A_{at} = Área de la sección transversal de un atiesador o par de atiesadores.
- A_a = Área del alma de una viga laminada o trabe armado.
- a = Distancia libre entre atiesadores transversales de una viga o trabe armado.
- a' = Distancia requerida en los extremos de cubreplacas soldadas de longitud parcial para desarrollar su resistencia.
- b = Ancho real de elementos planos comprimidos atiesados o no.
- b_e = Ancho efectivo de elementos planos atiesados comprimidos.
- b_p = Ancho de patín de una viga o trabe
- c_a = Coeficiente que depende del tipo de los atiesadores transversales.
- C_{tx} , C_{my} = Coeficientes que dependen de la ley de variación de los momentos flexionantes a lo largo del eje de una barra flexocomprimida. (Fórmula 7.19).
- C_b = Coeficiente que depende de la ley de variación del momento flexionante a lo largo del eje de una barra en flexión (fórmula 7.14 a).
- C_v = Coeficiente de resistencia crítica de pandeo elástico del alma de una viga laminada o trabe armada.
- d = Peralte total de una sección; diámetro nominal de un tornillo o remache.
- E = Módulo de elasticidad del acero (2,100,000 Kg/cm²).
- f_a = Esfuerzo admisible en miembros a compresión.
- f_b = Esfuerzo admisible de compresión o tensión debido a la flexión.
- f_{cr} = Esfuerzo crítico en la fibra extrema de compresión cuando ocurre el pandeo lateral o local.
- f_{bx} , f_{by} = Esfuerzo admisible a flexión simple alrededor de los ejes "x" o "y"
- ϕ = Diámetro del perno o varilla.
- f_T = Esfuerzo admisible de tensión.
- f_y = Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero.
- H = Altura de un perno o varilla.
- h = Distancia libre.
- I = Momento de inercia centroidal de la sección transformada.
- K = Factor de longitud efectiva que relaciona la resistencia al pandeo plástico de una columna con sus condiciones de apoyo.
- KL_x = Longitud efectiva de pandeo en el plano normal al eje x.
- KL_y = Longitud efectiva de pandeo en el plano normal al eje y.
- L = Longitud libre de una columna entre secciones soportadas lateralmente.
- l = Separación entre puntos fijos lateralmente del patín en compresión de una viga.
- M_1 , M_2 = Son respectivamente el menor y el mayor de los momentos en los extremos de un tramo no contraventeado.

- M_x , M_y = Momentos flexionantes en condiciones de servicio alrededor del eje "x" y del eje "y" respectivamente.
- N = Longitud de apoyo de una viga.
- P = Fuerza axial que obra sobre una columna comprimida axialmente o flexocomprimida en condiciones de servicio.
- Q_C = Capacidad de carga crítica en Kg.
- Q = Momento estático respecto al eje neutro de la sección compuesta del área transformada.
- Q_S = Factor de reducción de la resistencia en compresión de elementos planos no atiesados.
- Q_a = Cociente del área efectiva entre el área total de la sección de un miembro comprimido axialmente.
- R = Carga concentrada o reacción.
- r = Radio de giro.
- r_{bx} , r_{by} = Radios de giro de las secciones con respecto al eje "x" y al eje "y" respectivamente.
- S_x , S_y = Módulos de sección respecto a los ejes "x" e "y" respectivamente.
- t = Grueso de un elemento plano o espesor del alma de un conector de canal en cm., cuando el espesor del elemento plano sea variable, se tomará como t el espesor medio.
- V = Fuerza cortante que obra en una sección transversal de una viga laminada o trabe armada.
- v_h = Esfuerzo cortante horizontal por centímetro lineal en la junta entre losa y viga en la sección considerada del claro.
- W = Longitud de un conector de canal en cm.
- Y = Cociente del esfuerzo de fluencia del acero del alma de una viga o trabe dividido entre el del acero de los atiesadores.

ARTICULO 389.- Alcance.

En esta parte sólo se incluyen estructuras metálicas fabricadas con acero estructural que cumpla las normas de calidad D. G. N.

ARTICULO 390.- Criterios de diseño.

Los miembros de las estructuras podrán diseñarse siguiendo el criterio de esfuerzos admisibles que aparece en este capítulo o criterios reconocidos de resistencia última que den condiciones de seguridad semejante.

ARTICULO 391.- Esfuerzos permisibles y factores de carga.

Para la combinación de cargas muertas y vivas con sismo o viento, se incrementarán los esfuerzos permisibles dados en este Reglamento en un 33%. Si se usa el criterio de resistencia última deberán emplearse los factores de carga congruentes con el método.

ARTICULO 392.- Análisis.

Las estructuras de acero se analizarán con métodos que supongan un comportamiento elástico.

Dimensionamiento.**ARTICULO 393.- Longitud efectiva.**

En vigas, la longitud efectiva es el claro o distancia entre ejes de apoyo; para columnas y piezas en tensión o compresión, debe tomarse la longitud libre entre secciones soportadas lateralmente.

ARTICULO 394.- Espesor del material.

En elementos sometidos a la acción directa de la lluvia el grueso mínimo será de 4.8 mm, y se tomarán precauciones especiales cuando el material se exponga a condiciones severas tales como la acción de agentes corrosivos o de cualquier otra naturaleza que alteren o destruyan el acero.

ARTICULO 395.- Ancho para elementos planos en compresión.

a) Elementos planos no atiesados.

Son los que tienen un borde libre paralelo a fuerza de compresión. El ancho de placa es igual a la distancia del borde libre a la primera línea de soldadura, remaches o tornillos; para el ancho de alas de ángulos y patines de canales, se tomará su dimensión nominal total; en patines de secciones I el ancho será la mitad de su dimensión nominal. En perfiles hechos con láminas dobladas, el ancho se mide del borde libre a la iniciación de la curva que une el elemento considerado con el resto del perfil.

b) Elementos planos atiesados.

Son los que están soportados lateralmente a lo largo de los dos bordes paralelos a la dirección de las fuerzas.

Su ancho es igual a la distancia entre líneas consecutivas de remaches, tornillos o soldadura, medida perpendicularmente a la dirección de la fuerza; en perfiles hechos con láminas dobladas, es la distancia entre las iniciaciones de las curvas de unión con los elementos de soporte.

ARTICULO 396.- Relaciones ancho/grueso = $\frac{b}{t}$

En la tabla 7.2 se dan las limitaciones de la relación $\frac{b}{t}$ para el caso de elementos planos atiesados y no atiesados, consignándose en la misma tabla un factor de reducción por resistencia Q_s y un ancho efectivo b_e .

Diseño por esfuerzos admisibles.**ARTICULO 397.- Miembros en tensión.**

a) En sección neta (excepto si se tiene agujero para pasador):

$$f_T = 0.66 f_y \quad (7.1)$$

pero no mayor que la mitad del esfuerzo de ruptura del acero.

b) En sección neta con agujero para pasador:

$$f_t = 0.45 f_y \quad (7.2)$$

TABLA 7.2 RELACIONES $\left(\frac{b}{t}\right)$ FUERZOS PERMISIBLES A COMPRESIÓN EN ELEMENTOS SUJETOS A COMPRESIÓN AXIAL, FLEXION O FLEXOCOMPRESION EN SECCIONES QUE NO CUMPLAN CON . . . PERO QUE TIENEN SUJECCIÓN LATERAL

	CASO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	LIMITACIONES DE $\left(\frac{b}{t}\right)$	ESFUERZOS PERMISIBLES	FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA = Q_s Y ANCHO EFECTIVO = b_e
ELEMENTOS PLANOS NO ATIESADOS	A ₁	Elementos formados por un angulo o por 2 angulos con separadores	$\frac{b}{t} \leq \frac{640}{\sqrt{f_y}}$	f_a según ecuaciones (7.3) y (7.4)	
	B ₁	Elementos formados por 2 angulos unidos. Angulos o placas que sobresalgan de traves, columnas u otros miembros. Patines comprimidos de vigas y atiesadores de traves armados	$\frac{b}{t} \leq \frac{800}{\sqrt{f_y}}$	$f_b = 0.6 f_y$	
	C ₁	Elementos formados por angulos aislados o angulos con separadores	$\frac{640}{\sqrt{f_y}} < \frac{b}{t} < \frac{1300}{\sqrt{f_y}}$	f_a según ecuaciones (7.3) y (7.5)	$Q_s = 1.34 - 0.00053 \left(\frac{b}{t}\right) \sqrt{f_y}$
			$\frac{b}{t} > \frac{1300}{\sqrt{f_y}}$		$Q_s = 1090000 / \left[f_y \left(\frac{b}{t}\right)^2 \right]$
D ₁	Elementos formados por angulos o placas que sobresalen de columnas y otros miembros comprimidos asi como patines en compresión de traves	$\frac{800}{\sqrt{f_y}} < \frac{b}{t} < \frac{1470}{\sqrt{f_y}}$		$Q_s = 1.41 - 0.00052 \left(\frac{b}{t}\right) \sqrt{f_y}$	
		$\frac{b}{t} > \frac{1470}{\sqrt{f_y}}$		$Q_s = 1400000 / \left[f_y \left(\frac{b}{t}\right)^2 \right]$	
ELEMENTOS PLANOS ATIESADOS	A ₂	Patines de secciones cuadradas o rectangulares huecas de espesor uniforme	$\frac{b}{t} \leq \frac{2000}{\sqrt{f_y}}$	f_a según ecuaciones (7.3) y (7.4)	
	B ₂	Cualquier otro elemento plano comprimido uniformemente	$\frac{b}{t} \leq \frac{2100}{\sqrt{f_y}}$	$f_b = 0.6 f_y$	
	C ₂	Patines de secciones cuadradas o rectangulares huecas de espesor uniforme	$\frac{b}{t} > \frac{2000}{\sqrt{f_y}}$	f_a según ecuaciones (7.3) y (7.5) $f_b = 0.5 f_y$	$b_e = \frac{2720 t}{\sqrt{f_y}} \left[1 - \frac{540}{t \sqrt{f_y}} \right] \leq b$
Cualquier otro elemento plano comprimido uniformemente		$\frac{b}{t} > \frac{2100}{\sqrt{f_y}}$	$b_e = \frac{2720 t}{\sqrt{f_b}} \left[1 - \frac{480}{t \sqrt{f_b}} \right] \leq b$		

ARTICULO 398.- Miembros en compresión.

a) Miembros cuyos elementos planos satisfacen las relaciones $\frac{b}{t}$ indicadas en (A1, B1, A2 y B2) de la tabla 7.2:

$$(KL/r)_c = 6340\sqrt{f_y}$$

$$1a) \text{ Para } KL/r \geq (KL/r)_c: f_a = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{10800000}{(KL/r)^2} \quad (7.3)$$

$$2a) \text{ Para } KL/r < (KL/r)_c: f_a = \frac{12}{23} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)_c^2} \right] f_y \quad (7.4)$$

b) Miembros cuyos elementos planos tengan relaciones $\frac{b}{t}$ mayores que las prescritas en (A1, B1, A2 y B2) de la tabla 7.2 (casos C1, D1 y C2):

$$1b) \text{ Para } KL/r \geq (KL/r)_c^t, f_a = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{10800000}{(KL/r)^2} \quad (7.3)$$

$$2b) \text{ Para } KL/r < (KL/r)_c^t: f_a = \frac{12}{23} Q_s Q_a \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)_c^t^2} \right] f_y \quad (7.5)$$

$$(KL/r)_c^t = 6340/\sqrt{Q_s Q_a f_y}$$

QS se toma igual a 1 en elementos atiesados.

Qa es el cociente del área efectiva de la sección entre su área total y el área efectiva es igual a la total menos $\sum (b - b_e) t$; la suma comprende todos los elementos planos atiesados que haya en la sección Qa se toma igual a 1 en elementos no atiesados.

El valor de K se podrá obtener de los nomogramas 6.1a y 6.1b del capítulo de concreto, dependiendo de que se trate de una estructura con sujeción lateral o no.

Flexión.

ARTICULO 399.- Sección compacta.

Es la que satisface los siguientes requisitos:

- 1.- Los patines deberán estar conectados en forma continua con el alma.
- 2.- Los elementos del patín comprimido definidos en los Arts. 395 y 396, deben cumplir con:

$$\frac{400}{\sqrt{f_y}} \text{ para elementos no atiesados} \quad (7.6)$$

$$\frac{1600}{\sqrt{f_y}} \text{ para elementos atiesados} \quad (7.7)$$

- 3.- La relación (ancho/gueso) del alma $\left[\frac{d}{t} \right]$ deben cumplir con:

$$\frac{d}{t} = \frac{3450}{\sqrt{f_y}} \left[1 - 2.33 \frac{f_a}{f_y} \right] \text{ si } f_a / f_y < 0.16 \quad (7.8)$$

$$\frac{d}{t} = \frac{2150}{\sqrt{f_y}} \quad \text{si } f_a / f_y \geq 0.16 \quad (7.9)$$

4.- El miembro deberá tener sujeción lateral como se especifica en Artículo 400.

ARTICULO 400.- Sujeción lateral.

Una viga se considera sujeta lateralmente si su patín superior queda embebido cuando menos 2 cm., en la losa de piso o ésta está ligada al patín por medio de conectores.

De no existir este tipo de sujeción, la distancia entre puntos de sujeción lateral no excederá de

$$640 b_p / \sqrt{f_y} \text{ ni de } 1,480,000 \frac{A}{d f_y}$$

Esfuerzos admisibles por flexión.

a) Se acepta un esfuerzo en tensión y en compresión para los fibras extremas que vale:

$$f_b = 0.66 f_y \quad (7.10)$$

en los siguientes casos:

1a) Secciones compactas flexionadas alrededor de su eje de mayor momento de inercia.

2a) Secciones I y H con 2 ejes de simetría cumpliendo con 1 y 2 del Artículo 399, así como secciones macizas cuadradas y circulares, o rectangulares flexionadas respecto a su eje de menor momento de inercia.

a) Para miembros estructurales con secciones no compactas y secciones de cajón, los esfuerzos admisibles en tensión y en compresión de las fibras extremas tienen por valor:

$$f_b = 0.6 f_y$$

Las secciones no compactas incluidas en este inciso "b" deben cumplir con los siguientes requisitos:

1b) La relación $(\frac{b}{t})$ estará regida por 7.2 (A₁, B₁ o A₂, B₂).

2b) Se supone que la flexión ocurre alrededor del eje de mayor momento de inercia.

3b) Las secciones de cajón deberán estar soportadas lateralmente en puntos cuya separación no exceda de 175800/f_y veces la distancia entre las caras extremas del alma. Otras secciones tendrán sujeción lateral como se indica en el Art. 400.

c) Para miembros que no cumplan con los requisitos de sujeción lateral dados en 143 o en 144, 3b.

$$F_b = 0.5 f_{cr} \leq 0.6 f_y \quad (7.11)$$

Se consideran los siguientes casos para el cálculo de f_{cr}:

1.- En secciones I o H que cumplan 7.2 (A₁, B₁ y A₂, B₂) con flexión respecto al eje de mayor momento de inercia.

$$(f_{cr}) = 25\,200 \times 10^3 \frac{C b}{\left(\frac{L}{r_y}\right)^2} \text{ en (kg/cm}^2\text{)} \quad (7.13)$$

Si la ecuación da un valor mayor que 0.5 f_y, se usará la ecuación:

$$(f_{cr}) \text{ corregido} = f_y \left[1 - 0.25 + \frac{f_y}{f_{cr}} \right] \quad (7.14)$$

r_y es el radio de giro respecto al eje de simetría en el plano del alma (cm)

$$C_b = 1.75 + 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \quad 2.3$$

M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos en los extremos del tramo no contraventeado. M_1/M_2 es positivo cuando los momentos flexionan a la barra en doble curvatura y negativo si la flexión es con curvatura simple.

$c_b = 1$ si el momento flexionante en cualquier punto dentro del tramo no contraventeado es mayor que M_2 . Si la relación ancho/grueso del patín comprimido excede de los límites indicados en 7.2. (A_1 , B_1 ó A_2 , B_2) el esfuerzo crítico no debe ser mayor que el calculado con las anteriores ecuaciones ni que el proporcionado por:

$$f_{cr} = Q_s f_y \quad (7.1)$$

para los casos c_1 y D_1 de la tabla 7.2, ó

$$f_{cr} = f_y$$

para el caso (c_2) de la misma tabla.

Estos valores del esfuerzo crítico corresponden al pandeo local y no deben excederse aunque la pieza esté sujeta lateralmente.

2.- En secciones de cajón, cuyo patín comprimido tenga una relación ancho/grueso mayor que la dada en la tabla 7.2 caso (A_2 , B_2) el esfuerzo actuante se calculará teniendo en cuenta el ancho efectivo de este patín determinado de acuerdo con c_2 de la tabla (7.2) en vez del ancho total.

El módulo de sección de perfiles simétricos puede calcularse conservadoramente utilizando el mismo ancho efectivo en el patín de tensión.

ARTICULO 401.- Flexocompresión.

En condiciones de servicio los esfuerzos longitudinales deben cumplir con:

$$\frac{P/A}{f_a} + \frac{C_{mx}(M_y/S_y)}{(1 - \frac{P/A}{f'_{ex}})f_{bx}} + \frac{C_{my}(M_x/S_x)}{(1 - \frac{P/A}{f'_{ey}})f_{by}} \leq 1.0 \quad (7.15)$$

$$y \text{ con: } \frac{P/A}{0.6f_y} + \frac{M_x/S_x}{f_{bx}} + \frac{M_y/S_y}{f_{by}} \leq 1.0 \quad (7.17)$$

Si $\frac{P/A}{f_a} > 0.15$, se puede usar la ecuación:

$$\frac{P/A}{f_a} + \frac{M_x/S_x}{f_{bx}} + \frac{M_y/S_y}{f_{by}} \leq 1.0 \quad (7.18)$$

en lugar de las 2 anteriores.

Los valores de f'_{ex} y f'_{ey} se tomarán como sigue:

$$f'_{ex} = \frac{12 \pi^2 E}{23 (KL_x/r_{bx})^2} \quad (\text{Para la combinación carga muerta y viva con sismo o viento } f'_{ex} \text{ y } f'_{ey}$$

se incrementarán también 33%)

$$f'_{ey} = \frac{12 \pi^2 E}{23 (KL_y/r_{by})^2} + \frac{10\,800\,000}{(KL_y/r_{by})^2}$$

Los coeficientes c_m y los factores de amplificación

$\frac{c_m}{\left(1 - \frac{P/A}{f'_e}\right)}$ se valúan como sigue:

a) En miembros flexocomprimidos que formen parte de estructuras cuyos nudos no puedan desplazarse linealmente y sobre los que no obran cargas transversales aplicadas en puntos intermedios:

$$c_m = 0.6 + 0.4 (M_1/M_2) \geq 0.4 \quad (7.19)$$

donde M_1 y M_2 son respectivamente, el menor y el mayor de los momentos en los extremos del tramo de barra considerado (puede ser la barra completa o una parte de ella, entre puntos contraventeados lateralmente); M_1/M_2 se considera positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura simple y negativa cuando lo hacen en curvatura doble.

b) Para miembros flexocomprimidos que formen parte de estructuras cuyos nudos no puedan desplazarse linealmente y sobre los que obran cargas transversales aplicadas en puntos intermedios, independientemente de que haya o no momentos en sus extremos, debe hacerse un análisis racional o se considerará $c_m = 1$.

c) En miembros flexocomprimidos que formen parte de estructuras cuyos nudos pueden desplazarse linealmente

$$c_m = 0.85 \quad (7.20)$$

d) En el diseño de columnas de marcos no contraventeados el factor de amplificación $c_m / \left(1 - \frac{P/A}{f'_a}\right)$ se calcula en dos formas:

1.- Con los esfuerzos P/A y f'_e correspondientes suponiendo que los extremos de cada columna están linealmente fijos.

2.- Sustituyendo P/A por la suma de los esfuerzos axiales (P/A) y f'_e , por la suma de los esfuerzos ($\sum f'_e$) de todas las columnas del entrepiso.

El mayor de los valores así obtenidos es el que se utiliza para calcular los denominadores de la ecuación (7.16).

ARTICULO 402.- Flexotensión.

Se calcula usando la fórmula (7.18). El esfuerzo de compresión debido a la flexión no debe exceder al valor prescrito en Art. 399, según sea el caso.

ARTICULO 403.- Cortante.

En cualquier perfil estructural sea laminado o formado con placas, el esfuerzo cortante medio se obtiene dividiendo la fuerza cortante V , entre el producto del peralte total de la sección por el grueso del alma.

$$v = \frac{V}{dt} \quad (7.21)$$

Este valor no deberá exceder, en cada caso, el del esfuerzo cortante permisible que se define en la tabla 7.4 (Ver pág. 179).

Requisitos para diseño.

ARTICULO 404.- Columnas Compuestas.

Generalidades.

Cualquier elemento que forme parte de la columna, debe satisfacer los requisitos de la tabla 7.2 y las conexiones de liga deben garantizar que las partes componentes trabajen en conjunto y no como elementos aislados.

ARTICULO 405.- Liga entre elementos.

Esta se logra mediante:

A) Barras de celosía.

a) Separación: Los elementos de la celosía deben separarse de manera que la relación L/r de cada barra no sea mayor que la relación de esbeltez de diseño de la columna.

b) Dimensionamiento: Las barras de celosía se diseñan para resistir la fuerza cortante que existe en la columna, pero en todos los casos deben ser capaces de resistir, como mínimo una fuerza cortante normal al eje de la columna igual a 2.5 por ciento de la fuerza total que hay en ella. Pueden utilizarse barras de celosía sencillas, en las cuales la relación L/r no debe exceder de 140, o celosías dobles, con relación L/r no mayor de 200.

Las barras que forman una celosía se unirán en su intersección

Para determinar la sección requerida de las barras que forman la celosía, se utilizan las fórmulas para piezas sometidas a compresión axial tomando L igual a longitud no soportada de la barra entre los remaches o soldaduras, que la conectan con los elementos principales para el caso de celosías sencillas, y 70 por ciento de esta distancia para celosías dobles.

c) Inclinación: La inclinación de las barras de celosía con respecto al eje de la columna, no será menor que 60 grados para celosía sencilla, ni menor de 45 grados para la doble.

d) Placas de unión: Deben colocarse placas que ligen a los elementos que forman la columna en los extremos de ésta y en los puntos intermedios en que se interrumpa la celosía. Las placas se colocarán lo más cerca posible de los extremos.

Las placas de unión extremas, deben tener una longitud no menor que la distancia entre las líneas de remaches o soldaduras que las conectan con los elementos principales de la columna, y las intermedias cuando menos la mitad de esa longitud. Su grueso no será menor que 1/50 de esa distancia.

En lugar de las placas de unión pueden utilizarse perfiles estructurales que tengan resistencia y rigidez adecuadas.

En construcciones remachadas o atornilladas, la separación entre los remaches o tornillos utilizados para ligar las placas de unión con los miembros principales no debe ser mayor de 6 diámetros y se utilizarán como mínimo tres remaches o tornillos de cada lado. En construcciones soldadas, la soldadura colocada en cada lado de la placa, tendrá una longitud no menor que un tercio de la longitud de dicha placa.

B) Placas interrumpidas.

En lugar de barras de celosía, pueden utilizarse placas interrumpidas para ligar los elementos constructivos de una columna compuesta.

Las dimensiones de las placas interrumpidas y la separación entre ambas se determina conforme a lo establecido para barras de celosía, pero tomando en cuenta las flexiones locales que existan.

C) Placas perforadas.

El área neta de las placas (descontando agujeros) se supone capaz de resistir fuerzas axiales, siempre que la relación de la dimensión de las perforaciones (en la dirección del esfuerzo) a su dimensión transversal, no sea mayor de 2, y también que la distancia libre entre perforaciones en la dirección del esfuerzo no sea menor que la distancia transversal entre las líneas más cercanas de remaches, tornillos o soldaduras, además que la periferia de los agujeros en todos los puntos, tengan un radio mínimo de 4 cm., y que las relaciones ancho/grueso cumplan con los requisitos de la tabla 7.2.

Trabes armados y vigas laminadas.

ARTICULO 406.- Generalidades.

a) Cualquier elemento debe cumplir con los requisitos de la tabla 7.2

b) Para dimensionamiento se tomará como base el momento de inercia de la sección transversal total.

c) No es necesario deducir área de agujeros en patines si dicha área es menor que el 15% de su área total.

ARTICULO 407.- Patines.

Estarán formados de preferencia, por una sola placa en lugar de dos o más superpuestas.

La placa única puede formarse con varios tramos de distinto grueso o ancho unidos entre sí por medio de soldadura a tope. En traveses remachados el área de la sección transversal de la cubreplaca no debe exceder del 70 por ciento del área total del patín.

ARTICULO 408.- Alma.

La relación (h/t) de la distancia libre entre patines al grueso del alma, no debe ser mayor que $985000 / \sqrt{f_y (f_y + 1150)}$

ARTICULO 409.- Unión de alma y patines.

Los remaches, pernos o soldaduras que conecten los patines al alma, las cubreplacas a los patines o las cubreplacas entre sí, deben proporcionarse para resistir la fuerza cortante horizontal de diseño en el plano en consideración, ocasionada por la flexión de la trabe. Los remaches, pernos o soldaduras que conecten los patines al alma, deben ser capaces de transmitir las cargas aplicadas directamente a los patines, a menos que el diseño se haga de manera que esas cargas puedan transmitirse directamente al alma.

Si se utilizan cubreplacas de longitud parcial, debe extenderse más allá del punto teórico de corte, en una longitud a', para colocar el número de remaches o tornillos, o la longitud necesaria de soldadura que pueda desarrollar la fuerza normal debida a la flexión existente en la cubreplaca en el punto teórico de corte. Esta fuerza normal se calcula con la sección completa, incluida la cubreplaca.

En el caso de usarse soldadura, la longitud a', medida desde el extremo de la cubreplaca, debe ser igual o mayor que:

1.- Una distancia igual al ancho de la cubreplaca cuando hay una soldadura continua a lo largo de los tres bordes, de tamaño igual o mayor que 3/4 del grueso de la cubreplaca en el extremo de ésta, debiendo continuarse dicha soldadura en los tres bordes.

2.- Una distancia igual a una y media veces el ancho de la cubreplaca cuando hay la misma soldadura indicada en el inciso 1, pero de tamaño menor que 3/4 del grueso de la cubreplaca.

3.- Una distancia igual a dos veces el ancho de la cubreplaca cuando no hay soldadura en el extremo, pero sí cordones en ambos bordes, en la longitud a'.

4.- La longitud necesaria para desarrollar los esfuerzos de flexión sin exceder los esfuerzos permitidos.

ARTICULO 410.- Refuerzo del alma.

Se pondrá refuerzo en el alma de las traveses armadas o vigas laminadas si se exceden los esfuerzos permisibles que se establecen en a y b de la tabla 7.4, o si $\frac{h}{t} > 3700 / \sqrt{f_y}$; el refuerzo será como se indica c y d de la misma tabla.

TABLA 7.4 LIMITACIONES DE LA RELACIÓN (h/t) Y DEL ESFUERZO CORTANTE “v” PARA REFORZAR EL ALMA DE LAS TRABES ARMADAS Y VIGAS LAMINADAS

NO SE REQUIERE REFORZAR EL ALMA	Salvo en extremos de travesos o bajo cargas concentradas según se indica	CASO	LIMITACIONES		RANGOS DE APLICACION			
			$\frac{h}{t}$	$v = \frac{v}{dt}$	Para $C_v \leq 0.8$	Para $C_v > 0.8$	$\frac{a}{h} \leq 1$	$\frac{a}{h} \geq 1$
REFUERZO DEL ALMA	Con placas adosadas o atiesadores transversales y en diagonal, trabajando como montantes y diagonales de armaduras	a	$\frac{h}{t} < 3700 / \sqrt{f_y}$	$v \leq 0.4 f_y$				
		b	$3700 / \sqrt{f_y} < \frac{h}{t} < 260$	$v \leq \frac{f_y}{2.89} c_v = 0.4 f_y$	$c_v = \frac{16870000}{f_y (h/t)^2}$	$c_v = \frac{3680}{(h/t) \sqrt{f_y}}$		
		c	$\frac{h}{t} < 3700 / \sqrt{f_y}$	$v > 0.4 f_y$ el exceso (v-0.4 f _y) debe tomarse con placas adosadas o atiesadores				
CON ATIESADORES TRANSVERSALES		d	$\frac{h}{t} > 3700 / \sqrt{f_y}$	$C_v > 1$ $v < \frac{f_y}{2.89} c_v \leq 0.4 f_y \dots (7.22)$ $C_v < 1$ $v = \frac{f_y}{2.89} \left[c_v + \frac{1 - c_v}{1.15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \leq 0.4 f_y \dots (7.23)$	$c_v = \frac{3160000}{f_y (h/t)^2}$	$c_v = \frac{1600}{(h/t)} + \sqrt{\frac{k}{f_y}}$	$k = 4.00 + \frac{5.34}{(a/h)^2}$	$k = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2}$

$$\frac{a}{h} < \left(\frac{260}{h/t} \right)^2$$

$$\frac{a}{t} < 3$$

a = SEPARACIÓN ENTRE ATIESADORES
 f_y = LIMITE ELÁSTICO DEL ACERO
 d = PERALTE DEL ALMA (TOTAL)
 h = DISTANCIA LIBRE DEL ALMA
 t = ESPESOR DEL ALMA

Cv = COEFICIENTE

En traves diseñadas en la ec. (7.23) (tabla 7.4) la separación entre los atiesadores que limitan los tableros contiguos a agujeros de grandes dimensiones, debe ser tal que el esfuerzo cortante medio en el alma, en el tablero, no exceda el valor calculado en la ec. (7.22) (tabla 7.4). Este requisito no es necesario cuando las secciones extremas del alma están ligadas directamente a una columna u otro elemento de rigidez adecuada.

Además se pondrán atiesadores bajo fuerzas concentradas con las excepciones que se señalan en Art. 155. 142

ARTICULO 411.- Diseño de atiesadores transversales intermedios.

Los atiesadores intermedios pueden colocarse por pares, a uno y otro lado del alma o pueden alternarse en lados opuestos de la misma.

Las dimensiones de la sección transversal de los atiesadores intermedios, espaciados de acuerdo con las ecuaciones (7.22) ó (7.23) de la tabla 7.4, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) El área total de cada atiesador o par de atiesadores, será igual o mayor que.

$$A_{at} = \frac{1 - C_v}{2} \left[\frac{a}{h} - \frac{\left(\frac{a}{h}\right)^2}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}} \right] Y C_a h_t \quad (7.24)$$

siendo:

$$Y = \frac{f_y \text{ del acero del alma}}{f_y \text{ del acero del atiesador}}$$

$C_a = 1.0$, para atiesadores colocados en pares, 1.8 para atiesadores formados por un solo ángulo y 2.4 para los formados por una sola placa.

A_{at} Puede reducirse proporcionalmente al esfuerzo cortante medio, cuando éste sea menor que el calculado con las ecuaciones (7.22) o (7.23) según el caso.

b) El momento de inercia de cada par de atiesadores, o de cada atiesador sencillo con respecto a un eje en el plano del alma, debe ser igual o mayor que $(h/50)^4$.

Los atiesadores pueden cortarse a una distancia del patín de tensión no mayor de 4 veces el grueso del alma, excepto en los casos en que se necesite un apoyo directo para trasmisión de una carga concentrada o reacción.

Cuando se emplean atiesadores de un solo lado del alma, deben ligarse al patín de compresión.

Si se conecta el contraventeo transversal a un atiesador o par de atiesadores, las uniones entre éstos y el patín de compresión, deben ser capaces de transmitir uno por ciento de la fuerza total en el patín. Los atiesadores intermedios deben conectarse al alma de la trabe, de manera que sean capaces de transmitir una fuerza, normal al alma, en Kg. por centímetro lineal de cada atiesador o par de atiesadores, no menor que $h\sqrt{(f_y / 1400)^3}$, en donde f_y corresponde al acero del alma y "h" es el peralte de la misma. Esta fuerza puede reducirse en la misma proporción que el área de los atiesadores, cuando el esfuerzo cortante mayor de los existentes, en los dos tableros situados a uno y otro lado del atiesador en estudio, es menor que el dado por las ecuaciones (7.22) ó (7.23) según el caso. Los elementos de liga de atiesadores intermedios que deban transmitir al alma una carga concentrada o reacción, deben tener, como capacidad mínima, la correspondiente a esa carga o reacción

ARTICULO 412.- Atiesadores bajo cargas concentradas.

Se colocarán pares de atiesadores en el alma de las traves armadas en todos los puntos en que existan fuerzas concentradas, ya sea cargas o reacciones, excepto en los siguientes casos:

a) En los extremos de traves que estén conectados a otros elementos de la estructura, de manera que se tengan los elementos necesarios que eviten la deformación de su sección transversal.

b) Bajo cargas concentradas si el esfuerzo de compresión en el alma no excede al esfuerzo de aplastamiento según Art. 415.

Los atiesadores deben ser simétricos respecto al alma, y dar apoyo a los patines de la trabe hasta sus bordes exteriores o lo más cerca de ellos que sea posible. Se diseñan como columnas de sección transversal formada por el par de atiesadores y una faja de alma de ancho no mayor que 25 veces su grueso, simétricamente colocada respecto al atiesador, cuando éste es intermedio y de ancho no mayor que 12 veces su grueso, cuando el atiesador está colocado en el extremo del alma.

Al obtener la relación L/r para diseñar los atiesadores, el radio "r" de giro se toma alrededor del eje del alma de la trabe, y la longitud L se considera igual a 3/4 de la longitud del atiesador.

Los bordes horizontales de cada par de atiesadores en los que se apoya el patín, se dimensionan de manera que el esfuerzo de aplastamiento en el área de contacto, no exceda de $0.7 f_y$, donde f_y es el menor de los esfuerzos de fluencia de los aceros en contacto. Además debe colocarse el número adecuado de remaches o la cantidad necesaria de soldadura para transmitir al alma de la trabe, la totalidad de la reacción de la carga concentrada.

Los atiesadores deben estar en contacto directo con el patín o patines que reciben la carga y ajustados a ellos, a menos que la transmisión se haga por medio de soldadura. Cuando la trabe armada esté sujeta a cargas dinámicas, no deben hacerse soldaduras cuyo eje sea perpendicular a la dirección de los esfuerzos, excepto en zonas en que el esfuerzo normal máximo sea menor que la mitad del esfuerzo admisible.

En trabes remachadas se colocarán las placas de empaque que sean necesarias para lograr un ajuste correcto de los atiesadores con el alma y los patines.

ARTICULO 413.- Reducción de los esfuerzos admisibles en los patines.

Cuando la relación del peralte del alma de la trabe a su grueso, sea mayor que $640C/\sqrt{f_y}$, el esfuerzo máximo en el patín de compresión no debe excederse de:

$$f_b \left[1.0 - 0.0005 \frac{A_a}{A_p} \left(\frac{h}{t} - \frac{6400}{\sqrt{f_b}} \right) \right] \quad (7.25)$$

el esfuerzo admisible f_b se tomará según el Art. 400.

ARTICULO 414.- Esfuerzo cortante y flexión combinados.

Las almas de las trabes deberán dimensionarse de tal modo que los esfuerzos de tensión ocasionados por momentos en el plano del alma, no sean mayores que $0.6 f_y$ ni que:

$$\left[0.825 - 0.375 \frac{\text{esfuerzo cortante que actúa}}{\text{esfuerzo cortante admisible}} \right] f_y$$

* según los valores que se estipulan en la tabla 7.4 (7.26)

ARTICULO 415.- Aplastamiento del alma.

En los apoyos y en las secciones donde existan cargas concentradas, deberá revisarse que el esfuerzo de compresión en el alma de viguetas laminadas o trabes armadas no atiesadas no sea mayor que el dado por las siguientes ecuaciones:

Para puntos interiores y apoyos intermedios:

$$\frac{A}{t(N + 2K)} \leq 0.75 f_y \quad (7.27)$$

Para relaciones extremas:

$$\frac{R}{t(N + K)} \leq 0.75 f_y \quad (7.28)$$

K debe tomarse como la distancia de la cara exterior del patín al punto sobre el alma donde termina la curva de unión entre patín y alma si el perfil es laminado, o el borde más alejado del cordón de soldadura, si es soldado.

Si no se cumplen las condiciones anteriores, debe aumentarse la longitud del apoyo, repartirse la carga exterior en una zona más amplia, o colocarse atiesadores.

Las almas de las trabes armadas se deben también dimensionar o atiesar de manera que la suma de los esfuerzos de compresión ocasionados en el borde del alma por cargas concentradas o distribuidas, aplicadas directamente sobre el patín, y que no estén soportadas directamente por atiesadores, no excedan de $0.75 f_y$ ni de los siguientes valores:

$$\left[5.5 + \frac{4}{(a/h)^2} \right] \frac{700000}{(h/t)^2} \quad (\text{en Kg / cm}^2) \quad \text{Cuando la rotación del patín esta impedida} \quad (7.29)$$

$$\left[2.0 + \frac{4}{(a/h)^2} \right] \frac{700000}{(h/t)^2} \quad (\text{en Kg / cm}^2) \quad \text{Cuando no se impide la rotación del patín} \quad (7.30)$$

Los esfuerzos a que se refiere el párrafo anterior deben calcularse como sigue:

Las cargas concentradas y las distribuidas en parte de la longitud de un tablero se dividen entre el producto del grueso del alma por la menor de las dimensiones del tablero (peralte de la trabe o separación entre atiesadores).

Cualquier carga uniformemente distribuída, en Kg/cm, se divide entre el grueso del alma.

C o n e x i o n e s

ARTICULO 416.- Generalidades.

Las conexiones serán capaces de transmitir los elementos mecánicos calculados en los miembros que ligen y cumplirán las condiciones de restricción y continuidad supuesta en el análisis de la estructura.

ARTICULO 417.- Conexiones Mínimas

Las conexiones se diseñarán para la resistencia íntegra del miembro a que corresponda. El número mínimo de remaches o tornillos en una conexión será dos

Las longitudes mínimas de soldadura serán las permitidas en el Artículo 426.

ARTICULO 418.- Excentricidades.

Deben tenerse en cuenta en el diseño todas las excentricidades que haya en las conexiones.

ARTICULO 419.- Remaches y tornillos.

a) Esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos admisibles en tensión y en cortante de los remaches y tornillos serán los especificados por el fabricante, debiendo verificar que cumplan las normas de calidad y los datos especificados. Para aplastamiento el esfuerzo admisible será $1.35 f_y$ donde f_y es el esfuerzo de fluencia de la parte conectada.

b) Area resistente al aplastamiento.

Se calcula multiplicando el diámetro del remache o tornillo por el grueso de la placa en que se coloque, excepto en el caso de remaches embutidos, en que se resta la mitad de la profundidad de la cabeza.

c) Agarres largos.

Cuando el agarre de los remaches o tornillos sea mayor que cinco veces su diámetro, su número se aumentará en uno por ciento por cada 1.5 mm. de longitud adicional.

d) Separación mínima.

La distancia entre centros de agujeros de remaches o tornillos no será menor que 2.7 veces su diámetro nominal; de preferencia se colocarán a 3 veces su diámetro centro a centro.

e) Separación máxima en miembros a compresión.

La separación máxima entre remate o tornillos intermedios colocados en dirección de las fuerzas en miembros comprimidos, formados por placas y otros perfiles, no debe ser mayor que $1060/\sqrt{f_y}$ veces el espesor de la placa o perfil más delgado, si éste es exterior, ni mayor que 30 cm., cuando los remaches o tornillos tienen las mismas posiciones en varias líneas paralelas, ni que $1600/\sqrt{f_y}$ ó 45 cm. cuando están en tresbolillo, estas separaciones pueden aumentarse en 25 por ciento cuando la placa o perfil más delgado es interior. En los extremos, la separación no debe exceder de cuatro veces el diámetro del remache o tornillo en una longitud igual a 1.5 veces el ancho total del miembro.

La separación entre remaches o tornillos colocados normalmente a la dirección de las fuerzas no debe ser mayor de 32 veces el grueso de la placa más delgada.

f) Distancia mínima al canto,

La distancia mínima del centro de un agujero para remache o tornillo a cualquier canto será de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 7.3 Distancia mínima del agujero a un canto en mm.		
Diámetro del remache o tornillo	A un canto recortado	A un canto laminado, perfiles estructurales o placas
13	22	19
16	29	22
19	32	25
22	38	29
25	44	32
29	51	38
32	57	41
más que 32	1.8 por diámetro	1.25 por diámetro

g) Distancia mínima a un borde en la dirección en que se transmiten las fuerzas.

En conexiones de miembros en tensión en las que no hay más de dos remaches o tornillos, en una línea paralela a la dirección de las fuerzas, la distancia del centro del último agujero al extremo de la parte conectada, hacia el que se dirige la fuerza, no debe ser menor que el área de la sección transversal del remache o tornillo dividido entre el grueso de la parte conectada, si el trabajo es de cortante simple, o el doble de esa distancia si el cortante es doble.

Cuando hay más de dos remaches o tornillos en línea, la distancia mínima al borde es la indicada en (f).

Soldadura.

ARTICULO 420.- Definiciones y aplicaciones de la soldadura.

El tipo de soldadura aplicable para la construcción metálica es el de arco eléctrico de electrodo metálico aplicado manual, semiautomática o automáticamente.

Las resistencias básicas anotadas en la tabla 7.5 se aplican a estructuras sujetas a cargas estáticas o combinaciones de éstas con viento o sismo, pero no a cargas rodantes, ni a otros casos en que puedan presentarse fallas por fatiga

ARTICULO 421.- Símbolos y materiales.

a) Símbolos de soldadura.

Tanto en los planos de fabricación como en los esquemas de las memorias de cálculo, las soldaduras deben indicarse por medio de símbolos que representen claramente y sin ambigüedades su posición, dimensiones, características, preparaciones en el metal base, etc.

b) Materiales.

El electrodo deberá ser adecuado al material base y de acuerdo con la posición en que se efectúe la soldadura, teniendo especial cuidado en los casos de acero con alto contenido de carbón o de otros elementos de aleación. Se seguirán las instrucciones del fabricante respecto a los voltajes, polaridad y tipo de corriente.

Se usará el tipo de electrodo cuyo límite de fluencia, ruptura y otras propiedades, sea el adecuado.

ARTICULO 422.- Combinaciones con remaches y tornillos.

a) En obras nuevas.

Cuando para el montaje de una obra nueva se especifique el uso de tornillos o remaches en combinación con soldadura deberá considerarse que la soldadura de los miembros conectados toma la totalidad de la carga y que los remaches o tornillos sólo resisten su carga correspondiente durante el proceso de montaje.

b) En obras ya ejecutados.

Al hacer refuerzos con soldaduras en estructuras ya ejecutadas conectadas con remaches y tornillos no interfieran con la soldadura y que ésta toma únicamente las nuevas cargas para las que se está reforzando la estructura.

En ningún caso se permitirá el uso combinado de remaches o tornillos con soldadura.

ARTICULO 423.- Dimensiones efectivas de la soldadura.

a) El área efectiva de una soldadura de filete se obtiene multiplicando su longitud efectiva por la dimensión de su garganta, la que es igual a la distancia más corta entre la raíz y la cara exterior de la soldadura teórica, sin considerar el refuerzo.

b) La longitud efectiva de una soldadura de filete es la longitud total del cordón, incluyendo las vueltas en las esquinas extremas, si éstas existen. Los cráteres que se forman al levantar el electrodo, deben rellenarse hasta hacerlos del mismo tamaño que el resto del cordón

c) El área efectiva de una soldadura de tapón o de ranura es igual al área nominal del agujero circular o alargado, en que se hizo la soldadura, medida en el plano de la superficie de falla.

d) La longitud de una soldadura a tope entre dos piezas se considera igual al ancho menor de las piezas, aún en el caso de soldaduras inclinadas respecto al eje de la pieza.

e) El espesor efectivo de una soldadura a tope y de penetración completa (soldadura efectuada con respaldo o bien con cordón de raíz) es igual al espesor de la placa más delgada conectada.

f) El espesor efectivo de una soldadura a tope sin penetración completa se determinará de acuerdo con la calificación que se haga de la junta soldada.

ARTICULO 424.- Capacidad de las uniones soldadas.

a) Metal base.

Es el de los elementos estructurales que concurren en una junta soldada.

b) Soldadura

Las capacidades de carga de los distintos tipos de soldadura, son las indicadas en la tabla 7.5. La capacidad de carga de las soldaduras de filete se considera siempre igual a su resistencia al corte en el área efectiva (ver 423) cualquiera que sea la dirección de las cargas que obran sobre ellas, con la única excepción de los casos en que estén sometidas a la acción de fuerzas normales, de tensión o compresión, que actúen a lo largo de su eje.

Las soldaduras de tapón y ranura se consideran capacitadas para soportar únicamente fuerzas cortantes aplicadas en el plano de su superficie de contacto; sin embargo, pueden emplearse también para evitar el pandeo o la separación de piezas traslapadas.

Las soldaduras utilizadas en estructuras que deban ser capaces de soportar un número grande de repeticiones de carga, durante su vida útil, se diseñarán tomando en cuenta la posibilidad de falla por fatiga.

En la construcción de tanques de almacenamiento para líquido y cualquier otro recipiente debe determinarse si existe alguna condición específica que limite la eficiencia de las juntas e interfiera con estas especificaciones a fin de tomarla en cuenta.

TABLA 7.5

TIPO DE SOLDADURA **	RESISTENCIA NOMINAL
Soldaduras de penetración completa, sometidas a cualquier tipo de solicitaciones.	La misma que el metal base
Soldaduras de penetración incompleta: a) Sometidas a compresión normal a la garganta efectiva o a tensión o compresión paralelas a su eje.	La misma que el metal base

b) Sometidas a cortante, independientemente de la dirección de la carga, o a la tensión normal a su eje.	La misma que en soldadura de filetes.
Soldadura de tapón o ranura, sometidas a esfuerzo cortante en el plano de su área efectiva	La misma que en soldadura de filetes.
Soldaduras de filete: a) Sometidas a tensión o compresión paralelas a su eje. b) Sometidas a cortante en la garganta efectiva, independientemente de la dirección de aplicación de la carga.	La misma que el metal base. 1260 kg/cm ² para electrodos E60 xx o equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.G.N. B-38- 1968, D.G.N. 8-254-1968. 1260 kg/cm ² para electrodos E70 xx o equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.B.N. B-38- 1968, D.G.N. B.99-1972. 1470 kg/cm ² para electrodos E70 xx o equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.G.N. B-254- 1968.
* Siempre que el electrodo utilizado sea de un tipo adecuado al metal base que se esté soldando (véase 421).	
** En general se usará el tipo de electrodo cuyo límite de fluencia y ruptura sean mayores que los del metal base.	

ARTICULO 425.- Soldadura a tope.

Soldaduras a tope de penetración completa son aquellas en que la fusión de la soldadura y el metal base abarca la totalidad de la longitud y la profundidad de la junta.

De no garantizarse lo anterior deben considerarse de penetración incompleta y con una resistencia reducida.

Las juntas de penetración incompleta hecha por un solo lado entre bordes preparados en bisel sencillo o en "J" no se utilizarán para trabajar en tensión.

ARTICULO 426.- Soldadura de filete.

a) Tamaño.

El tamaño mínimo o dimensión nominal mínima admisible para distintos gruesos de placas es el dado en la tabla 7.6.

Tamaño de filete (mm.)	Espesor máximo de las partes Soldadas (mm.)
3	6
5	13
6	19
8	38
10	57
13	152
16	mas de 152

b) Cordón interrumpido de filete.

En los extremos de elementos ligados entre sí con soldadura interrumpida, se colocarán filetes continuos de longitud igual a la separación transversal entre ellos.

c) Separación longitudinal entre cordones.

La separación entre cordones interrumpidos, colocados en los bordes de placas o patines de perfiles, no excederá de los siguientes valores:

1) $1060/\sqrt{f_y}$ veces el espesor de la pieza más delgada, para piezas sujetas a compresión.

2) 24 veces el espesor de la pieza más delgada.

3) ó 30 cm. en cualquier caso.

d) Juntas traslapadas.

El traslape no será menor que cinco veces el espesor de la parte más delgada que se una, con un mínimo de 2.5 cm. Las juntas traslapadas en placas o en barras, deben soldarse por ambas caras con cordones de filete.

e) Remate de los cordones de filetes extremos.

Los cordones de filete en los extremos de piezas soldadas, deben rematarse dando vuelta a la esquina de la pieza en una longitud de dos veces el tamaño nominal de la soldadura, con un mínimo de 1 cm.

ARTICULO 427.- Soldadura de tapón o de ranura.

Este tipo de soldadura se usa en placas cuyo espesor no exceda de 25 mm.

El espaciamiento transversal entre tapones no será mayor de 20 cm., a menos que se diseñen dispositivos especiales que eviten una flexión transversal excesiva.

En placas de 16 mm. o menos, el agujero o la ranura se llenará al ras con metal de aportación: en placas de mayor espesor, los agujeros o ranuras deben llenarse hasta una altura de 16 mm., como mínimo.

Los agujeros para las soldaduras de tapón serán circulares, de diámetro no menor que el espesor de la placa agujerada más 8 mm., ni mayor que el triple de la altura del metal de aportación.

El ancho de las ranuras corresponderá al diámetro del agujero anotado en el párrafo anterior; el largo no será mayor que 10 veces el espesor de la placa ranurada.

Vigas compuestas.

ARTICULO 428.- Generalidades.

Se considera viga de sección compuesta la formada por la combinación de una viga de acero y losa de concreto, unida al patín superior de la viga por medio de conectores que trabajan a esfuerzo cortante. Esta colaboración se logra una vez que haya fraguado el concreto.

Los métodos de dimensionamiento serán los mismos que los indicados para elementos de acero y de concreto pero empleando el momento de inercia compuesto, tomando para el acero un módulo de elasticidad de 2,100,000 Kg/cm². y para el concreto el indicado en la tabla 6.1.

El efecto de flujo plástico deberá considerarse cuando la carga muerta actúa sobre la sección compuesta y determinar las deflexiones resultantes con la sección debidamente transformada de acuerdo con el módulo reducido del concreto (Véase Art. 340).

ARTICULO 429.- Ancho efectivo del patín.

El ancho efectivo del patín será el mismo que el de una sección T (Ver Art. 352).

ARTICULO 430.- Flexión

Para la determinación de esfuerzos sólo se considerará la colaboración de la losa cuando ésta trabaja a compresión.

ARTICULO 431.- Fuerza cortante.

La fuerza cortante horizontal con unidad de longitud a lo largo de la superficie de contacto puede calcularse por medio de la siguiente expresión:

$$V_h = \frac{V Q}{I} = \frac{0.85 f'c A_c}{2}$$

ARTICULO 432.- Conectores.

A fin de producir la capacidad de acción compuesta del miembro, se emplearán conectores para esfuerzo cortante los que podrán ser de los siguientes tipos:

CARGAS DE CORTE HORIZONTAL PERMITIDAS
EN CONCRETO F'c = 210 Kg./cm.*
TABLA 8

PERNO DE CABEZA DE GANCHO	DE 13 X 5 mm. 16 X 64 mm. 19 X 76 mm. 22 X 90 mm.	2,300 Kg. 3,600 Kg. 5,200 Kg. 7,100 Kg.
CANAL DE	76 mm. 102 mm. 127 mm.	770 Kg. 820 Kg. 870 Kg.
ESPIRAL DE	13 mm. 16 mm. 19 mm.	5,400 Kg. 6,700 Kg. 8,100 Kg.

* PARA OTRAS f'c MULTIPLICARAN POR $\sqrt{\frac{f'c}{210}}$

7.8. La resistencia admisible en cada uno de los tres tipos anteriores, será la indicada en la tabla

Ejecución de las obras.
Fabricación.

ARTICULO 433.- Enderezado.

Todo el material que se vaya a utilizar en estructuras debe enderezarse previamente, excepto en los casos en que por las condiciones del proyecto debe tener forma curva. El enderezado debe hacerse de preferencia en frío por medios mecánicos, pero puede aplicarse también calor en zonas locales. La temperatura de las zonas calentadas, medida por medio de procedimientos adecuados, no debe sobrepasar 650° C.

ARTICULO 434.- Cortes.

Los cortes pueden hacerse con cizalla, sierra o soplete; estos últimos deben hacerse, de preferencia, a máquina. Los cortes con soplete requieren un acabado correcto, libre de rebabas. Se admiten muescas o depresiones ocasionales de no más de 5 mm. de profundidad, pero todas

las que tengan profundidades mayores deben eliminarse con esmeril. Los cortes deben hacerse con el mayor radio posible, nunca menor de 15 mm.

Las preparaciones de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura pueden efectuarse con soplete. Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo deben cepillarse.

ARTICULO 435.- Tolerancias.

Las piezas terminadas en taller deben estar libres de torceduras y dobleces locales, las que pueden ser causa de rechazo; sus juntas deben quedar acabadas correctamente. A los miembros que trabajen a compresión en la estructura, no se les permitirá desviaciones mayores de un milésimo de la distancia entre puntos que estén soportados lateralmente en la estructura terminada con respecto a la línea recta que una sus extremos.

La discrepancia máxima, con respecto a la longitud teórica, que se permite en miembros que tengan sus dos extremos cepillados para trabajar por contacto directo, es un milímetro. En piezas no cepilladas, de longitud no mayor de diez metros, se permite una discrepancia de 1.5 mm., la que aumenta a 3 mm. cuando la longitud de la pieza es mayor que la indicada.

ARTICULO 436.- Identificación.

Todas las piezas deben salir de la planta debidamente identificadas con marcas que correspondan a las indicadas en los planos de montaje.

ARTICULO 437.- Pintura.

Después de inspeccionadas y aprobadas, y antes de salir del taller todas las piezas que deban pintarse se limpiarán cepillándolas vigorosamente con cepillo de alambre, para eliminar escamas de laminado, óxido, escoria de soldadura, basura y, en general, toda materia extraña. Los depósitos de aceite y grasa se quitarán por medio de solventes.

Las piezas que no requieran pintura de taller se deben limpiar también, siguiendo procedimientos análogos a los indicados en el párrafo anterior.

A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no necesitan pintarse. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicada cuidadosa y uniformemente sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión.

El objeto de la pintura de taller es proteger el acero durante un período de tiempo corto, aún cuando sirva como base para la pintura final a que se efectuará en obra. Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben pintarse antes.

Todas las superficies que se encuentran a no más de 5 cm. de distancia de las zonas en que se depositen soldaduras de taller o de campo, deben estar libres de materiales que dificulten la obtención de soldaduras sanas o que produzcan gases perjudiciales para ellas.

Cuando un elemento estructural esté expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

Estructuras remachadas o atornilladas,

ARTICULO 438.- Agujeros.

El diámetro de los agujeros para remaches o tornillos debe ser un milímetro y medio mayor que el diámetro nominal de éstos. Los agujeros pueden punzonarse en material de grueso no mayor que el diámetro nominal de los remaches o tornillos más tres milímetros, pero deben taladrarse o punzonarse a un diámetro menor y después rimarse cuando el material es más grueso. No se permite el uso de botador para agrandar agujeros, ni el empleo de soplete para hacerlos.

ARTICULO 439.- Armado.

Todas las partes de miembros que se estén remachando deben mantenerse en contacto entre sí rígidamente, por medio de pernos o tornillos. Los agujeros que haya que agrandar para poder colocar los remaches o tornillos tienen que rimarse.

El que los agujeros no coincidan correctamente pueden ser causa de rechazo.

Colocación

Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de compresión u operadas manualmente, neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Una vez colocados, deben llenar totalmente el agujero y quedar apretados, con sus cabezas en contacto completo con la superficie.

Los remaches se colocan, en general, en caliente, en cuyo caso sus cabezas terminadas tienen que tener una forma aproximadamente semiesférica, enteras, bien acabadas y concéntricas con los agujeros, de tamaño uniforme para un mismo diámetro. Antes de colocarlos se calienta uniformemente a una temperatura no mayor de 1000° C., la que no debe bajar a menos de 540° C durante la colocación.

Pueden emplearse remaches colocados en frío, siguiendo las instrucciones proporcionadas por sus fabricantes, cuando se haya demostrado su resistencia.

Antes de colocar los remaches o tornillos se revisará la posición, alineamiento y diámetro de los agujeros, y posteriormente se comprobará que sus cabezas estén formadas correctamente y se revisarán por medios acústicos y, en el caso de tornillos, se verificará que las tuercas estén correctamente apretadas y si se han colocado las roldanas cuando se haya especificado su uso. La rosca del tornillo debe sobresalir de la tuerca no menos de 3 mm.

Estructuras soldadas.

ARTICULO 440.- Preparación del material.

Las superficies que vayan a soldarse estarán libres de costras, escoria, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño; pero se permite que haya costras de laminado que resistan un cepillado vigoroso hecho con cepillo de alambre. Siempre que sea practicable, la preparación de bordes por medio de soplete oxiacetilénico debe efectuarse con sopletes guiados mecánicamente.

ARTICULO 441.- Armado.

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, su separación no deberá exceder de 5 mm.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo cualquier desalineamiento mayor de 3 mm.

Siempre que sea posible, las piezas por soldar se colocarán de manera que la soldadura se deposite en posición plana.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos, se seguirán procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción.

Cuando sea imposible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos rígidos, el cierre se hará en elementos que trabajen en compresión.

Al fabricar vigas con cubreplacas y miembros compuestos, deben hacerse las uniones de taller en cada una de las partes que los componen antes de unirlos entre sí.

ARTICULO 442.- Soldaduras de penetración completa.

En placas de grueso no mayor de 8 mm. puede lograrse penetración completa depositando la soldadura por ambos lados, en posición plana dejando entre las dos placas una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada, y sin preparar sus bordes.

En todos los demás casos deben biselarse los extremos de las placas entre las que se va a colocar la soldadura para permitir el acceso del electrodo y utilizarse placa de respaldo, o, de no ser así, debe quitarse con un cincel la capa inicial de la raíz de la soldadura, hasta descubrir material sano y antes de colocar la soldadura por el segundo lado para lograr fusión completa en toda la sección transversal.

Cuando se use placa de respaldo de material igual al metal base, debe quedar fundida con la primera capa de metal de aportación. Se permitirá quitar la placa de respaldo, si se toman las precauciones necesarias para no dañar el metal base.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa deben terminarse de una manera que asegure su sanidad; para ello deben usarse

placas de extensión, siempre que esto sea posible, las que se quitan después de terminar la soldadura, dejando los extremos de éstas lisos y alineados con las partes unidas.

En soldaduras depositadas en varios pasos debe quitarse la escoria de cada uno de ellos antes de colocar el siguiente.

ARTICULO 443.- Pre calentamiento.

Antes de depositar la soldadura, el metal base debe precalentarse a la temperatura indicada en la tabla 7.9

TABLA 7.9. TEMPERATURA MÍNIMA DE PRECALENTAMIENTO, °C	
Grueso máximo del metal base en el punto de colocación de la soldadura (mm.)	Proceso de soldadura
Hasta 19 incl.	20 20
Más de 19 a 38 incl.	70 25
Más de 38 a 64 incl.	110 70
Más de 64	150 110

Se exceptúan los puntos de soldadura colocados durante el armado de la estructura que se volverán a fundir y quedarán incorporados en soldaduras continuas realizadas por el proceso de arco sumergido. Antes de efectuar cualquier soldadura, si el metal base está a una temperatura inferior a 0° C. debe precalentarse a 20° C. como mínimo, o a la temperatura indicada en la tabla si ésta es mayor. Todo el metal situado a no más de 7.5 cm. de distancia de la soldadura, a ambos lados y delante de ella, debe calentarse a la temperatura especificada, la que debe mantenerse como temperatura mínima durante todo el proceso de colocación del metal de aportación.

ARTICULO 444.- Inspección.

Deben revisarse los bordes de las piezas en las que se colocará la soldadura, antes de depositarla, para cerciorarse de que los biseles, holguras, etc., son correctos y están de acuerdo con los planos.

Una vez realizadas, las uniones soldadas deben inspeccionarse ocularmente y se repararán todas las que presenten defectos aparentes de importancia, tales como tamaño insuficiente, cráteres o socavaciones del metal base. Toda soldadura agrietada debe rechazarse.

Cuando haya dudas, y en juntas importantes de penetración completa, la revisión se completará por medio de radiografías y/o ensayos no destructivos de otros tipos.

En cada caso se hará un número de pruebas no destructivas de soldadura de taller suficiente para abarcar los diferentes tipos que haya en la estructura y poderse formar una idea general de su calidad. En soldaduras de campo se aumentará el número de pruebas, y éstas se efectuarán en todas las soldaduras de penetración en material de más de dos centímetros de grueso y en un porcentaje elevado de las soldaduras efectuadas sobre cabeza.

Montaje.

ARTICULO 445.- Condiciones generales.

El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si, a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

ARTICULO 446.- Anclajes.

Antes de iniciar la colocación de la estructura se revisará la posición de las anclas, que habrán sido colocadas previamente, y en caso de que haya discrepancias con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o compensarlas.

ARTICULO 447.- Conexiones provisionales.

Durante el montaje, los diversos elementos que constituyen la estructura deben sostenerse individualmente, o ligarse entre sí, por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales que proporcionen la resistencia requerida en el Reglamento, bajo la acción de cargas muertas y esfuerzos de montaje, viento o sismo. Asimismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por materiales, equipo de montaje, etc. Cuando sea necesario, se colocará en la estructura el contraventeo provisional requerido para resistir los efectos mencionados.

ARTICULO 448.- Tolerancias.

Se considera que las piezas que componen una estructura están plomeadas, niveladas y alineadas si el error no excede en ningún caso de 1/500 y, además se cumplen las siguientes condiciones:

1.- El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medida con respecto al eje teórico, no deberá ser mayor de 25 mm en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, el desplazamiento puede aumentar 1 mm. por cada piso adicional, hasta un máximo de 50 mm.

2.- El desplazamiento del eje de columnas exteriores, medido con respecto al eje teórico, no deberá ser mayor de 25 mm. medidos hacia fuera del edificio, ni 50 mm. hacia dentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel los límites anteriores pueden aumentarse en 1.5 mm. por cada piso adicional, pero no deben exceder, en total, de 50 mm. hacia fuera ni 75 mm. hacia dentro del edificio.

ARTICULO 449.- Alineado y plomeado.

No se colocarán remaches ni soldadura permanente hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos esté alineada y plomeada.

C A P I T U L O L I V

ESTRUCTURAS DE MADERA.

Generalidades.

ARTICULO 450.- Alcance.

Estas disposiciones son aplicables a elementos estructurales de manera sólida, de cualquier especie.

ARTICULO 451.- Definiciones y Notación.

Contenido de humedad = Peso original menos peso anhidro dividido entre peso anhidro y expresado en % = C. H.

γ = Densidad relativa de la muestra con base en su peso anhidro y su volumen a un C. H. mayor del 30%.

Condición verde = Cuando el contenido de humedad es superior al 18% = C. V.

Esfuerzos permisibles = Esfuerzos de trabajo correspondientes a madera con defectos.

Esfuerzos de diseño = Esfuerzos de trabajo correspondientes al elemento estructural en consideración.

Elementos de Unión = Clavos, tornillos o pernos.

f_{bp} = Esfuerzo permisible a flexión.

f_{tp} = Esfuerzo permisible a tensión.

f_{cp} = Esfuerzo permisible a compresión paralela a las fibras.

f_{np} = Esfuerzo permisible a compresión normal a las fibras.

f_{ep} = Esfuerzo permisible a compresión inclinada un ángulo o con respecto a las fibras.

v_p = Esfuerzo permisible a cortante.

E = Módulo de elasticidad permisible.

δ_p = Deflexión permisible.

f_{bd} = Esfuerzo de diseño a flexión.

f_{td} = Esfuerzo de diseño a tensión.

f_{cd} = Esfuerzo de diseño a compresión paralela a las fibras

f_{nd} = Esfuerzo de diseño a compresión normal a las fibras.

v_d = Esfuerzo de diseño a cortante

A = Área de la sección transversal del elemento.

A_n = Área neta de la sección transversal del elemento.

b = Dimensión menor de la sección transversal del elemento.

c_f = Factor del peralte.

$D(\text{mm})$ = Diámetro de un elemento de unión.

d = Dimensión mayor de la sección transversal del elemento.

d_1 = Dimensión mayor efectiva de la sección transversal del elemento.

e = Excentricidad de la carga axial.

K = Valor que depende de las condiciones de apoyo del elemento a compresión.

L = Longitud del elemento entre apoyos.

L_1 = Longitud total del elemento espaciado.

L_e = Longitud efectiva de la zona de compresión del elemento.

M = Momento flexionante máximo producido por cargas normales al eje longitudinal del elemento.

N = Número de elementos de unión.

P = Fuerza axial de compresión.

P_1 = Carga lateral permisible de un clavo en una unión de 2 elementos

P_2 = Carga de extracción permisible de un clavo.

P_3 = carga lateral permisible de un tornillo en una unión de 2 elementos.

P_4 = Carga de extracción permisible de un tornillo.

P_5 = Carga lateral permisible de un perno en una unión de 3 elementos de madera cuyos ejes longitudinales están en la misma dirección.

P_6 = Carga lateral permisible de un perno en una unión de 3 elementos de los cuales, los exteriores pueden ser de madera o de acero, y cuyos ejes longitudinales están en dirección normal con respecto al central.

S = Módulo de sección del elemento.

T = Fuerza de tensión.

t(mm)=Espesor del elemento principal (elemento central en una unión de 3 elementos).

V = Fuerza cortante en la sección considerada.

β = Factor de amplificación.

θ = Angulo entre 2 elementos.

ARTICULO 452.- Clasificación

La madera se clasificará según la Norma C 18 - 46 de la Dirección General de Normas, en: madera selecta, de primera, de segunda o de tercera clase.

ARTICULO 453.- Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Los esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad para la madera clasificada según la Norma C 18-46, serán los que se consignan en tabla 8. 1.

TABLA 8.1. ESFUERZOS PERMISIBLES Y MODULOS DE ELASTICIDAD (Kg/cm2.) Condición Verde				
Solicitud	SEGÚN LA NORMA C 18-46 DE LA DGN			
	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra (piezas cortas)	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad				
Medio	70,000	70,000	70,000	70,000
Mínimo	40,000	40,000	40,000	40,000

Cuando se use madera estructural en forma permanente, no se empleará con calidad inferior a la de segunda.

Condiciones de servicio.

ARTICULO 454.- Contenido de humedad.

De tratarse de elementos estructurales con C. H. < 18%, los esfuerzos permisibles se obtendrán incrementando los datos anteriormente para elementos en condición verde en los siguientes porcentajes, 10%, para flexión y tensión, y compresión paralelas a la fibra, y 50% para compresión, normal a la fibra. El módulo de elasticidad se incrementará 10%.

Cuando el elemento estructural se instale en condición verde cambiando en servicio a un C. H. < 18% ó viceversa, se diseñará basándose en esfuerzos y dimensiones reales de acuerdo al contenido de humedad que tendrá en servicio y considerando el valor mínimo del módulo de elasticidad en condición verde.

De tratarse de elementos masivos (dimensiones mayores de 15 cm. x 15 cm.) se diseñará usando esfuerzos y dimensiones reales para la madera en condición verde.

ARTICULO 455.- Duración de carga.

Para duraciones de carga correspondientes a carga viva, viento o sismo e impacto, se podrán incrementar los esfuerzos permisibles en condición verde en un: 15%, 33% y 100% respectivamente.

No se incrementarán los módulos de elasticidad debido a estas condiciones de servicio.

Cuando actúen simultáneamente cargas con diferentes duraciones, el incremento a los esfuerzos permisibles en condición verde será el que corresponda a la duración menor siempre que el miembro resista satisfactoriamente las fuerzas de duración mayor solas.

ARTICULO 456.- Redistribución de carga.

En sistemas constructivos en los cuales el espaciamiento máximo de elementos de soporte sea de 60 cm. se permitirá incrementar los esfuerzos permisibles en condición verde 20% y el modulo de elasticidad a su valor medio.

ARTICULO 457.- Tratamientos a presión.

Los esfuerzos permisibles en condición verde, quedarán reducidos en un 10% cuando la madera sea sometida a tratamientos por presión.

ARTICULO 458.- Diseño de elementos estructurales.

Aspectos generales.

I.- Las fórmulas especificadas en este artículo se refieren a elementos de sección transversal constante, cuadrada o rectangular a menos que se especifique otra geometría.

II.- Se clasificarán los elementos estructurales en: sólidos, compuestos y espaciados.

a) Elementos sólidos son aquellos constituídos de una sola pieza.

b) Elementos compuestos son aquellos constituídos por varias piezas cuyos ejes longitudinales están dispuestos paralelamente y unidos mediante elementos de unión (clavos, tornillos o pernos).

c) Elementos espaciados son aquellos formados por dos o más piezas sólidas dispuestas paralelamente con sus caras mayores separadas por bloques de madera, colocados en los extremos y en la parte intermedia.

La unión entre las piezas y los separadores se lleva a cabo usando elementos de unión.

ARTICULO 459.- Flexión y compresión paralela al grano.

a) Se revisará que en la sección crítica de una pieza sólida se cumpla:

$$\frac{P}{A_n} + \frac{\frac{M}{S} + \frac{P}{A_n} \frac{e_e \beta}{d_e}}{f_{b_d}} \leq 1$$

$$f_{c_d} = \frac{0.30 E}{(K L / b)^2} \leq f_{c_p}$$

$$\beta = 1, \text{ cuando: } KL / b \leq \sqrt{0.3 E / f_{c_p}}; \beta = 1.25 \text{ cuando: } KL / b > \sqrt{\frac{0.3 E}{f_{c_p}}}$$

K = Valor que depende de las condiciones de apoyo en los extremos del elemento. Dado en la Tabla 8.2

e = excentricidades de la carga P. $e_{min} = 0.1/b$

$$c_f = 0.81 \frac{d^2 + 922}{d^2 + 568}, \text{ en cm, } C_f = 1, \text{ para } d \leq 30 \text{ cm.}$$

$$f_{b_p} = f_{b_p}, \text{ cuando } c_s \leq 10; c_s = \sqrt{\frac{d \cdot L_e}{b}}$$

$$L_e = 1.92L$$

$$f_{bd} = f_{bd} \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{c_s}{c_k} \right)^4 \right], \text{ cuando } 10 \leq c_s \leq c_k, \quad c_k = \sqrt{\frac{3}{S} + \frac{E}{f_{bp}}}$$

$$f_{bd} = \frac{(0.40 E)}{C_s^2}, \text{ cuando } c_k < c_s \leq 50$$

TABLA 8.2 VALORES DE K	
Condiciones de apoyo en los extremos de elemento	K
Los dos apoyos fijos, sin desplazamiento o lateral	0.65
Un apoyo fijo y un articulado, sin desplazamiento lateral.	0.80
Los dos apoyos fijos, con desplazamiento lateral.	1.20
Los dos apoyos articulados, sin desplazamiento lateral.	1.00
Un apoyo fijo y otro libre	2.00

Las piezas sólidas sujetas sólo a flexión o a compresión, se diseñarán de acuerdo a la fórmula general anterior considerando los términos que corresponda en cada caso.

Las piezas sólidas con restricción total al pandeo lateral se diseñarán considerando la dimensión máxima d, y no la mínima b.

b) Los elementos compuestos sujetos a compresión axial, tendrán las siguientes capacidades de carga en relación a un elemento sólido: (en función de la relación de esbeltez del elemento sólido)

KL/b	Capacidad (%)
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

c) Los elementos espaciados sujetos a compresión axial y flexión en la dirección de la mayor dimensión de las piezas componentes, se diseñarán conforme a la fórmula general para flexocompresión. La capacidad de un elemento espaciado a compresión axial será la menor de:

1.- La suma de las capacidades de las piezas sólidas componentes considerando el siguiente esfuerzo de diseño:

$$f_{cd} \leq \frac{0.75 E}{(KL_1/b)^2}$$

además: $f_{cd} \leq f_{cp}$

2.- La capacidad de una pieza sólida flexionándose en la dirección de las caras de mayor dimensión de las piezas componentes. El área de la pieza sólida será la suma de las áreas de las piezas sólidas componentes (sin considerar separadores).

3.- La capacidad de una pieza sólida flexionándose en la dirección de las caras de menor dimensión de las piezas componentes.

Las propiedades geométricas de la pieza sólida serán las que correspondan a la sección completa del elemento espaciado incluyendo separadores.

La longitud de la pieza sólida se multiplicará por los siguientes factores dependiendo de la relación de espesores de los espaciadores (a) al de las piezas sólidas (b) y de los elementos de unión empleados:

	a/b = 1	a/b = 2	a/b = 3
Elementos de unión			
Calvos	2.6	3.1	3.5
Tornillos o pernos	2.4	2.8	3.1

La longitud de los separadores estará en función del número de elementos de unión y espaciamiento mínimo entre éstos (clavos, tornillos o pernos). El número de elementos de unión en los extremos del elemento será tal que transmitan una fuerza cortante entre caras de contacto de las piezas y los separadores igual a:

$$V = 1.5 \times \text{fuerza total de compresión}$$

número de piezas sólidas componentes (sin separadores)

Además, la longitud de los separadores extremos no será menor de 6 veces el espesor de una de las piezas.

El número de separadores intermedios será tal que la máxima relación de la distancia entre centros de gravedad de grupos de conectores al espesor de una pieza componente sea menor o igual a 20.

El número de elementos de unión en los separadores intermedios será la cuarta parte del correspondiente en los separadores extremos

d) La capacidad de un elemento de sección circular se considerará igual a la de un elemento de sección cuadrada de igual área transversal. Si el elemento es troncocónico se considerarán, para fines de estabilidad, las características geométricas de la sección transversal situada a un tercio de la longitud desde el extremo reducido. Se revisará que el esfuerzo de compresión actuante en el extremo reducido no exceda al permisible.

ARTICULO 460.- Flexión y tensión

Se revisará que en la sección crítica de un elemento sólido o espaciado, con el plano de flexión paralela a los de las caras de mayor dimensión se cumpla:

$$\frac{T}{An} + \frac{M}{S} \leq 1$$

Las piezas sólidas o espaciadas sujetas sólo a flexión o a tensión, se diseñarán de acuerdo a la fórmula general anterior considerando los términos que correspondan en cada caso.

ARTICULO 461.- Cortante paralelo a las fibras.

Se revisará que en la sección a un peralte del apoyo del elemento estructural sometido a flexión se cumpla:

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A} \leq v_p$$

En elementos a flexión con rebajes en su parte inferior y en contacto con el apoyo, el esfuerzo cortante horizontal determinado de la siguiente manera, no será mayor al esfuerzo cortante permisible:

$$\frac{3V}{2bd} \cdot \frac{d}{d_1} \leq v_p$$

ARTICULO 462.- Compresión perpendicular a las fibras.

En situaciones en que la madera esté sometida a este tipo de esfuerzo se revisará que el esfuerzo actuante no sobrepase el esfuerzo permisible. En el caso de apoyos de menos de 15 cm. de largo localizados a más de 8 cm. del extremo del elemento, se permitirá incrementar el esfuerzo permisible de acuerdo a los siguientes factores:

Longitud de apoyo (cm)	Factor
1.5	1.75
2.5	1.38
4.0	1.25
5.0	1.19
8.0	1.13
10.0	1.10
15.0	1.00

ARTICULO 463.- Compresión en dirección inclinada con respecto a las fibras.

El esfuerzo permisible en compresión a un ángulo con la dirección de las fibras, está dado por:

$$f_{ep} = \frac{f_{cp}}{1 + \left[\frac{f_{cp}}{f_{np}} - 1 \right] \text{sen}^2 \theta}$$

ARTICULO 464.- Deflexiones.

La obtención del valor de la flecha se hará empleando las fórmulas usuales de resistencia de materiales. Se ajustará el valor del módulo de elasticidad en condiciones de servicio, como se indica en Art. 198.

La deflexión permisible se tomará igual a las tres milésimas partes del claro cuando existan acabados de yeso e igual a las cuatro milésimas partes del claro cuando existan otros acabados.

ARTICULO 465.- Uniones.

1) Elementos de unión.

Aspectos generales.

Los elementos de unión a considerar serán: clavos, tornillos (incluyendo pijas), y pernos hechos de acero cuyo límite de fluencia sea aproximadamente 3,500 Kg/cm².

2) Capacidad de carga de un elemento de unión.

Las capacidades de carga dadas posteriormente en estas disposiciones serán las permisibles siempre y cuando las distancias a elementos de unión adyacentes, al extremo o al borde de los miembros por unir, sea como mínimo las dadas en el inciso correspondiente. Las cargas permisibles serán aplicables a condición de carga permanente y serán independientes de la calidad de la madera.

3) Capacidad de carga de un grupo de elementos de unión.

Será la suma de las capacidades de carga de las unidades que forman el grupo.

4) Duración de carga.

Para duraciones cortas de carga se podrán dar los siguientes incrementos.

Incrementos a las cargas permisibles permanentes, por duración de carga (%)			
Tipo de conector	Tipo de carga		
	Carga viva	Viento o sismo	Impacto
clavos, tornillos y pernos con t/D >6	8	25	50
pernos con t/D <6	15	50	100

5) Contenido de humedad.

Las cargas permisibles dadas a los conectores son aplicables a maderas con un contenido de humedad superior al 18%; o a uniones que quedarán expuestas a la intemperie a menos que se especifique otra cosa.

Para uniones hechas en madera con un contenido de humedad menor del 18% y que permanecerán durante servicio con el mismo contenido de humedad aproximadamente, las cargas permisibles podrán incrementarse en 40%.

La carga lateral permisible para uniones (usando elementos de unión múltiples) hechos con madera en C. V. que en servicio quedará con un C. H. menor del 18%, y cuyos elementos componentes formen un ángulo θ ($45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$) entre sí, se obtendrá multiplicando la carga para el tipo de unión en consideración por 0.7. En caso de usarse placas metálicas que restrinjan las contracciones de la madera en dirección normal a las fibras, debido el secado en servicio, se aplicará el mismo factor.

ARTICULO 466.- Uniones clavadas.

Aspectos generales.

En este artículo se tratarán los clavos comunes fabricados con alambre de acero (alambre pulido).

En uniones expuestas a la intemperie, se deberán usar clavos galvanizados.

ARTICULO 467.- Carga lateral permisible.

La capacidad de carga en kg. de una unión de dos miembros de madera (en cortante simple) hecha con un clavo hincado perpendicularmente a las fibras, está dada por la siguiente expresión $p_1 = 10.0 \gamma D^{1.5}$

Cuando D está en milímetros. De no poder determinarse el valor de γ úsese: $\gamma = 0.4$.

Para que la capacidad dada por la expresión anterior sea válida, la penetración de la punta del clavo, en el miembro que la recibe debe ser cuando menos 14 veces el diámetro del clavo, y el miembro en contacto con la cabeza deberá tener cuando menos un espesor de 10 veces el diámetro del clavo, además deberán darse los siguientes espaciamientos mínimos:

a) Cuando la fuerza actúe en la dirección de las fibras:

5 D entre hileras de clavos.

5 D de los bordes.

20 D de los extremos.

20 D entre clavos a lo largo de las fibras.

b) Cuando la fuerza actúe normalmente a la dirección de las fibras:

10 D entre hileras de clavos.

5 D del borde no cargado.

10 D del borde cargado.

20 D entre clavos a lo largo de las fibras.

Cuando el espesor de los miembros sea menor que los especificados, la capacidad de carga se reducirá proporcionalmente.

Cuando los clavos se introduzcan en agujeros taladrados, los espaciamientos se podrán reducir a los valores correspondientes dados para tornillos. El diámetro de los agujeros no será mayor del 80% del de los clavos.

Cuando 2 miembros de madera se unan con una placa metálica, las cargas permisibles dadas anteriormente podrán incrementarse en un 25%.

La carga lateral permisible para clavos hincados en el extremo de un miembro, paralelamente a las fibras, será el 60% de la correspondiente al ser hincados normalmente a éstas.

En uniones con más de un plano de cortante (3 o más miembros), su capacidad estará dada por el producto de la capacidad de una unión sencilla multiplicada por 0.9n, en que n es el número de planos de cortante. Cada uno de los miembros tendrá un espesor no menor de las dos terceras partes del especificado para el miembro que recibe la punta del clavo en una unión sencilla.

ARTICULO 468.- Carga permisible a la extracción.

Los clavos sujetos a carga de extracción tendrán una capacidad en kg. por centímetro de penetración en la pieza que contenga la punta de:

$$P_2 = 11. \gamma \ 5/2_D$$

De no poder determinar el valor de γ úsese $\gamma = 0.4$.

Estas cargas permisibles son aplicables a uniones hechas con madera ya sea seca o en condición verde que no será sometida a cambios de humedad.

No se permitirá el empleo de clavos hincados paralelamente a las fibras que vayan a estar sujetos a carga de extracción.

En caso de usarse clavos cuya caña no sea lisa, la superior capacidad que tienen a la extracción tendrá que demostrarse mediante pruebas

Los espaciamientos mínimos para los clavos serán los correspondientes al caso de carga lateral cuando la fuerza actúa en dirección de las fibras.

Uniones con tornillos para madera.

ARTICULO 469.- Aspectos generales.

1) Las cargas permisibles dadas a continuación se aplicarán a tornillos de acero para madera, de cabeza plana, ovalada o redonda.

2) Los diámetros usados en las expresiones de capacidad de carga serán los que correspondan a la caña lisa.

3) Los agujeros para recibir los tornillos tendrán los siguientes diámetros: el 80% correspondiente a la caña lisa para recibir a ésta y el correspondiente a las 2/3 partes del de la caña lisa, como máximo, para recibir la parte roscada.

ARTICULO 470.- Carga lateral permisible.

En uniones con un solo plano de cortante, en las que el tornillo sea insertado perpendicularmente a las fibras, la capacidad de carga en kg., está dada por:

$$P_3 = 3.75 \gamma \ D^2$$

Cuando no se sepa γ úsese $\gamma = .4$.

Estas capacidades de carga serán aplicables cuando los tornillos sean insertados mediante rotación, en agujeros hechos previamente, cuando la penetración del tornillo en el miembro recibiendo la punta sea igual a 7 veces el diámetro de la caña lisa y cuando los espaciamientos mínimos de los tornillos sean los siguientes:

1) Cuando la fuerza actúe en la dirección de las fibras:

3 D entre hileras de tornillos.

5 D de los bordes.

10 D entre tornillos adyacentes en la dirección del grano.

10 D de los extremos.

2) Cuando la fuerza actúe normalmente en la dirección de las fibras:

5 D entre hileras de tornillos.

5 D del borde no colgado.

10 D del borde cargado.

10 D entre tornillos adyacentes en la dirección del grano.

Las especificaciones referentes a tornillos insertados una menor distancia en el miembro que recibe la punta, a tornillos insertados paralelamente a las fibras, a uniones con placas metálicas y a uniones con más de un plano de cortante serán las mismas dadas para clavos.

ARTICULO 471.- Carga permisible a la extracción.

Los tornillos sujetos a cargas de extracción tendrán una capacidad en kg., por centímetro de penetración de la caña roscada en la pieza que contenga la punta de:

$$P_4 = 15.00 \gamma^2 \ D$$

= .4

Esta expresión será válida cuando los espaciamientos mínimos para los tornillos sean los correspondientes al caso de carga lateral, cuando la fuerza actúe colinealmente con las fibras y cuando la resistencia del tornillo a la tensión no sea sobrepasada (aplicable para tornillos con longitudes mayores de 7.5 cm. e insertados en maderas con densidades superiores a 0.5).

La capacidad de un tornillo a la extracción, insertado paralelamente al grano será el 75% de la correspondiente al ser insertado perpendicularmente al grano, cuando la distancia entre tornillos no sea menor de 10 D.

Uniones con pernos.

ARTICULO 472.- Aspectos generales.

1) Las disposiciones siguientes se aplicarán a pernos de acero con cabeza en un extremo y rosca en el otro o con dos extremos roscados y con rondanas en ambos extremos.

2) Los diámetros de los agujeros no excederán de 1.6 mm. a los de los pernos.

ARTICULO 473.- Uniones en que los ejes longitudinales de las piezas por unir son paralelos entre sí y a las fibras.

Se presentan los siguientes casos:

1.- Caso base. Es una unión de tres piezas, en que las piezas exteriores tengan por lo menos la mitad del espesor de la pieza principal (pieza central), su capacidad en kg. está dada por:

$$P_5 = 1.12 \gamma k_1 D t$$

en caso de no determinarse
útese: $\gamma = 0.4$

k1 se da en la siguiente tabla en función de t/D

t/D	k1
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	0.97
5	0.88
6	0.76
7	0.65
8	0.57
9	0.51
10	0.46
11	0.41
12	0.38
13	0.35

II.- En una unión de 3 piezas en que las piezas exteriores tengan un espesor menor de la mitad del de la pieza principal, la capacidad de carga estará dada por la capacidad del caso base en que t se tome como dos veces el espesor menor.

III.- En una unión de 3 piezas en que las piezas exteriores sean de acero, la capacidad de carga estará dada por la del caso base incrementada en un 25% siempre y cuando no se sobrepasen los esfuerzos permisibles en las piezas de acero.

IV.- En una unión de dos piezas, la capacidad de carga será la mitad de la del caso base, considerando t como dos veces el espesor de la pieza más delgada.

V.- En una unión de más de 3 piezas de madera, la capacidad de carga será la suma de las capacidades de carga de las uniones componentes con un solo plano de cortante, resultantes de considerar las piezas intermedias divididas, cada una a la mitad.

ARTICULO 474.- Uniones en que los ejes longitudinales de las piezas por unir están en 2 direcciones normales entre sí.

Caso base, es una unión de 3 piezas, con las exteriores de madera, cuyos espesores son por lo menos la mitad del de la pieza principal o de acero. Su capacidad de carga en kg. está dada por:

$$P_6 = 0.35 \gamma \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot D \cdot t.$$

en caso de no determinarse γ
útese $\gamma = 0.4$

t/D	k2	D (mm)	k3
1	1.00	6.4	2.50
2	1.00	9.5	1.95
3	1.00	12.7	1.68
4	1.00	19.1	1.41
5	1.00	19.1	1.41
6	1.00	22.2	1.33
7	1.00	25.4	1.27
8	0.96	31.8	1.19
9	0.86	38.1	1.14
10	0.76	44.5	1.10
11	0.68	50.8	1.07
12	0.61	59.2	1.03
13	0.55	76.2	1.00

Para otros casos, se calcularán las cargas permisibles de acuerdo a 217 y considerando el caso base de este artículo.

ARTICULO 475.- Uniones en que los ejes longitudinales de las piezas por unir forman un ángulo (θ) entre sí.

La capacidad de carga de estas uniones se calculará usando la fórmula de Hankinson, dada en el Artículo 463, en función de las capacidades de carga de dicha unión para $\theta = 0^\circ$ y $\theta = 90^\circ$, así como del ángulo θ

Los espaciamientos mínimos para uniones con pernos son los siguientes.

I.- Cuando las fuerzas actúen en la dirección de las fibras:

4 D pernos adyacentes en la dirección del grano.

2 1/2 D entre hileras de pernos si $t/D \leq 2$

5 D entre hileras de pernos si $t/D \geq 6$.

7 D del extremo cargado.

4 D del extremo no cargado

2 1/2 D de los bordes.

II.- Cuando las fuerzas actúen normalmente a la dirección de las fibras:

4 D entre pernos adyacentes en la dirección del grano.

4 D de los extremos.

4 D del borde cargado.

2 1/2 D del borde no cargado.

5 D entre hileras de pernos para $t/D > 6$

2 1/2 D entre hileras de pernos para $t/D = 2$

Se interpolará entre los dos últimos valores para $2 < t/D \leq 6$

Conectores.

ARTICULO 476.- Generalidades.

I.- Definición.

Los conectores para madera son elementos de unión, de acero, que se colocan entre las caras de contacto de los elementos por unir. Algunos de ellos requieren de ranuras previas para su colocación.

El uso de pernos, tuercas y rondanas complementa este tipo de uniones.

II.- Tipos de conectores.

Los tipos de conectores a ser tratados aquí, serán los anillos abiertos y las placas o anillos de cortante.

III.- Capacidades de carga.

ARTICULO 477.- Protección a la madera.

Se cuidará que la madera esté debidamente protegida contra cambios de humedad, insectos, fuego, etc. Podrá protegerse ya sea por medio de tratamientos químicos y/o recubrimientos apropiados.

La madera que vaya a quedar en contacto con el suelo, deberá ser protegida.

Deberán, seguirse las indicaciones del fabricante de los productos protectores de la madera para garantizar su eficiencia.

No será necesario proteger obras temporales de madera cuya duración no exceda de 2 meses.

CAPITULO LV

ANALISIS POR VIENTO

ARTICULO 478.- Aspectos generales.

Las estructuras se analizarán, suponiendo que el viento actúa en dos direcciones ortogonales, sin considerar la protección que pudieran darles las estructuras vecinas.

Se acepta la existencia simultánea del viento, las cargas muertas y las cargas vivas que se indican en la columna W_r de la tabla 2.2

No se considerará la acción simultánea de sismo y viento,

Los esfuerzos permisibles bajo la acción del viento se estipulan de acuerdo con los materiales usados como se indica en los artículos correspondientes de este Reglamento.

Después de analizar la estabilidad general, se revisarán las condiciones necesarias para garantizar la estabilidad local, considerando el efecto de presiones interiores y los incrementos de presión exterior que más adelante se señalan.

ARTICULO 479.- Clasificación de las construcciones.

Según su destino las construcciones se clasifican en los grupos A, B y C, que se consideran en el análisis sísmico (Art. 502).

Según su respuesta a la acción del viento, las construcciones se clasifican en cuatro tipos principales:

Tipo 1 Construcciones cuyo período fundamental de vibración es inferior a 0.7 seg.

Dentro de este tipo se consideran las casas, los edificios hasta de 7 pisos y generalmente aquellas construcciones cuya altura sea inferior a 21 m.

Tipo 2 Construcciones sensibles a efectos dinámicos del viento, cuyo período fundamental se encuentra entre 0.7 y 2 seg. En general quedan en este tipo edificios entre 8 y 20 pisos.

Tipo 3 Construcciones también con períodos entre 0.7 y 2 seg. en las que se presenta la aparición periódica de vórtices.

Se consideran dentro de este tipo torres y chimeneas.

Tipo 4 Construcciones con período mayor de 2 seg. en las cuales se puede presentar inestabilidad aeroelástica. Generalmente corresponden a este tipo edificios altos, mayores de 20 pisos.

Para el cálculo del período fundamental de una estructura puede seguirse el método que aparece en los artículos 509 y 510 Análisis Sísmico.

Velocidad de diseño.

Velocidad de diseño básica.

Se define como velocidad básica la que se supone actuando horizontalmente a una altura de 10 m. sobre el nivel del terreno.

Se calculará mediante:

$$V = K_1 K_2 V_0$$

donde:

K_1 = factor de topografía. Se tomará igual a 1.0 en terreno plano, y a 1.15 en promontorios.

K_2 = factor de recurrencia. Se tomará igual a 1 en construcciones del grupo B; a 1.30 en construcciones del grupo A. Las construcciones del Grupo C no requieren análisis por viento. Velocidad regional en Km/h. Se tomará del mapa adjunto, de acuerdo con la localización de la obra.

ARTICULO 480.- Variación de la velocidad de diseño con la altura.

Para realizar construcciones altas se aceptará que la velocidad de diseño a una altura z sobre el terreno, queda definida por:

$$V_z = (0.1z)^x V$$

donde: V_z = velocidad de diseño en Km/h.

z = altura sobre el suelo, en m.

x = exponente cuyo valor depende de la velocidad del viento y de la topografía del terreno que rodea la construcción. Su valor se tomará de la siguiente tabla:

v = velocidad básica de diseño en Km/h.

Topografía	Velocidad del viento mayor de 100 Km/h.
Terreno plano	0.085
Promontorios	0.10
Zonas accidentadas (dentro de ciudades, zonas arboladas)	0.175

ARTICULO 481.- Empujes estáticos de viento en Estructura Tipo 1.

La magnitud de las presiones estáticas se estimará mediante:

$$p = NC V^2$$

donde:

p = Presión en Kg/m².

C = Coeficiente de empuje

N = Coeficiente de densidad del aire, igual a $0.005 \frac{8 + a}{8 + 2a}$

a = Altura sobre el nivel del mar, en Km.

v = Velocidad de diseño en Km/h.

El coeficiente C será positivo cuando el viento empuje contra la superficie y negativo cuando provoque succión. En el Art. 483 se dan valores de C para algunos casos comunes.

Las fuerzas resultantes se calcularán multiplicando la presión de diseño por el área expuesta equivalente.

Por área expuesta equivalente se entiende:

- a) En superficies planas, el área total de la superficie.
- b) En techos en forma de diente de sierra, la totalidad del área del primer diente, y la mitad del área para cada uno de los restantes.
- c) Para el cálculo de la succión vertical, la proyección horizontal del techo de la construcción.
- d) En estructuras reticulares, del tipo de armaduras, 20 por ciento del área limitada por las aristas exteriores.
- e) En construcciones tipo torre de sección circular, la proyección vertical de la sección transversal.

La posición de la resultante se supondrá coincidente con el centro de presiones. Para tomar en cuenta cambios en la dirección del viento, se aceptará además la existencia de una excentricidad accidental.

En dirección horizontal, la excentricidad accidental se valorará mediante $\pm(0.3 L^2/8H + 0.05L)$ cuando la relación L/H sea inferior a 2; se usará $\pm 0.125 L$ cuando la relación L/H sea superior a 2. En las presiones anteriores L es la longitud horizontal del área expuesta y H la altura sobre el suelo del área expuesta.

En la dirección vertical, se considerará la posibilidad de una excentricidad accidental igual a $\pm 0.05 H$.

Se debe considerar la combinación de signos que simultáneamente provoque la excentricidad accidental más desfavorable. Se debe considerar los efectos de la forma indicados en la Tabla 9.1 y en el Art. 493.

ARTICULO 482.- Volteo.

Para verificar la seguridad de las construcciones contra volteo, se analizará este efecto considerando simultáneamente la acción de cargas vivas que tienden a incrementarlo; se revisará que todas las construcciones tengan como mínimo un factor de seguridad de 1.5 por este concepto.

ARTICULO 483.- Coeficientes de empuje.

Para valorar los efectos de la presión exterior en la estabilidad local, se usarán los coeficientes que se mencionan a continuación, en donde significa presión y significa succión.

ARTICULO 484.- Paredes rectangulares verticales.

Cuando el viento actúe perpendicularmente a la superficie expuesta, se tomará $C = 0.75$ en el lado de barlovento y $C = 0.68$ en sotavento. Para analizar la estabilidad de paredes aisladas, como bardas, se sumarán los efectos de succión y presión, tomando en consideración los efectos de excentricidades accidentales.

ARTICULO 485.- Muros paralelos al viento en edificios prismáticos.

Edificios prismáticos rectangulares.

En paredes de barlovento y sotavento se usarán los coeficientes de empuje señalados en el Art. 484. En las paredes paralelas a la dirección del viento así como en el techo, si éste es horizontal, se distinguirán tres zonas: en la primera, que se extiende desde la arista de barlovento hasta una distancia $H/3$, $C = - 1.75$; en la segunda, que abarca hasta $1.5 H$ desde la misma arista $C = - 1.00$, y en el resto $C = - 0.40$. En techos inclinados o cilíndricos se establecen las mismas zonas en cubierta con generatrices y aristas paralelas a la dirección del viento.

ARTICULO 486.- Cubiertas de arco circular.

Cuando el viento actúe perpendicularmente a las generatrices de la cubierta, se distinguirán tres zonas: de barlovento, que se extiende hasta el punto en que la tangente a la cubierta forma un ángulo de 45° respecto a la horizontal; central, entre puntos en que las tangentes forman ángulos de 45° y 135° respecto a la horizontal, y de sotavento, a partir del límite de la zona central.

a) En la zona de barlovento, si la flecha vertical del cilindro guarda una relación con el claro paralelo a la dirección del viento menor de 0.20, se usará $C = - 0.70$. Si la relación flecha a claro es mayor de 0.20 $C = 4.35 (D/B) - 1.75$; donde B es el claro de la cubierta, en m y D la flecha de la cubierta en m.

b) En la zona central, $C = - 0.95 (D/B) - 0.71$.

c) En la zona de sotavento, $C = - 0.55$.

ARTICULO 487.- Cubierta en dos aguas.

Cuando el viento actúe perpendicularmente a las aristas, se considerará en la superficie de barlovento la existencia de las tres zonas mencionadas en el Art. 485.

Los coeficientes de empuje dependen de la inclinación del techo, como sigue:

a) Para $\theta < 15^\circ$, en la superficie de barlovento se usará: en la zona de barlovento, $C = - 1.75$; en la central, $C = - 1.00$ en la de sotavento, $C = - 0.40$. En la superficie inclinada de sotavento, $C = - 0.68$.

b) Para el intervalo $15^\circ \leq \theta < 65^\circ$ deberá tomarse de entre las siguientes, el coeficiente de barlovento, en la zona de barlovento:

$c = - 2.1 + 0.023 \theta$, ó $c = 0.12 \theta$; en la zona central,

$c = - 1.2 + 0.013 \theta$, ó $c = 0.007 \theta$; y en la zona de sotavento,
 $C = - 0.40$. En la superficie de sotavento, $C = 0.68$.

c) Para $\theta \geq 65^\circ$ se usarán:

En la superficie de barlovento, en la zona de barlovento $C = 0.75$; en la zona central, $C = 0.75$ y en la de sotavento, $C = 0.75$. Para la superficie de sotavento, $C = - 0.68$.

En las expresiones mencionadas en los incisos anteriores, Se entenderá que θ es la inclinación de la cubierta respecto a la horizontal, expresada en grados.

ARTICULO 488.- Cubiertas con una sola agua.

Cuando el viento actúe perpendicularmente a las generatrices horizontales, y la cubierta esté, en barlovento, se usarán los mismos coeficientes de empuje señalados en 487.

Si la cubierta es una superficie en sotavento y su inclinación excede 15, se usará $C = - 0.68$. Si la inclinación es menor, se tratará como cubierta horizontal empleándose los coeficientes mencionados en 485.

ARTICULO 489.- Cubiertas en forma de diente de sierra.

Cuando el viento actúe perpendicularmente a las generatrices, la superficie del primer diente estará sometida a presiones iguales a las definidas en 232. En los demás dientes, se considerará $C = - 0.68$.

ARTICULO 490.- Estructuras cilíndricas.

Para estructuras cilíndricas en las cuales se intenta revisar la estabilidad general, y que tengan una altura H y un diámetro d el coeficiente de empuje dependerá de la relación H/d y de la rugosidad de la superficie del cilindro.

A continuación se definen coeficientes de empuje para relaciones H/d iguales a 1, 7 y 25.

a) Cuando la superficie exterior esté lisa, siendo de metal, madera o concreto, $c_1 = 0.45$, $c_7 = 0.5$ y $c_{25} = 0.55$.

b) Cuando la superficie presente rugosidad o barras cilíndricas contra vórtices, $c_1 = 0.7$, $D_7 = 0.8$ y $c_{25} = 0.9$.

c) Cuando la superficie sea muy rugosa o con barras contra vórtices formadas por placas, $c_1 = 0.8$, $c_7 = 1.0$ y $c_{25} = 1.2$.

d) Cuando la sección transversal del cilindro sea poligonal, $c_1 = 1.0$, $c_7 = 1.2$ y $c_{25} = 1.4$.

En los incisos anteriores, el subíndice de C indica el valor de la relación H/d para la cual fueron establecidas. Para valores intermedios de la relación H/d podrá interpolarse linealmente.

Cuando la estructura cilíndrica esté cubierta por una superficie esférica, en la cual el radio sea superior o igual a 1.5 d, se usará un coeficiente $C = -1.00$, aplicado al área expuesta horizontal, para valuar la succión total sobre la cubierta.

Para revisar la pared lateral de depósitos cilíndricos, se supondrá una distribución variable de presión a lo largo del perímetro y se usarán los coeficientes de empuje que aparecen en la siguiente tabla.

Angulo central, en grados	Coeficiente de empuje		
	H/d 1	H/d 7	H/d 25
0	1.0	1.0	1.0
15	0.8	0.8	0.8
30	0.1	0.1	0.1
45	-0.7	-0.8	-0.9
60	-1.2	-1.7	-1.9
75	-1.6	-2.2	-2.5
90	-1.7	-2.2	-2.6
105	-1.2	-1.7	-1.9
120	-0.7	-0.8	-0.9
135	-0.5	-0.6	-0.7
150	-0.4	-0.5	-0.6
165	-0.4	-0.5	-0.6
180	-0.4	-0.5	-0.6

El ángulo central se mide a partir del diámetro paralelo a la dirección del viento, y desde el extremo correspondiente a barlovento.

ARTICULO 491.- Trabes y armaduras.

En trabes y armaduras aisladas, se usará un coeficiente $C = 2.0$. Cuando alguna trabe o armadura se encuentra protegida en el lado de barlovento, el coeficiente de empuje puede reducirse hasta rx , siendo $r = 0.1$ en trabes de alma llena y 1.5 en armaduras; x es la relación entre la separación y el peralte de los trabes.

ARTICULO 492.- Para el diseño de estructuras continuas, se deberá analizar cada sección crítica, considerando que en cada claro actúa la acción del viento de manera independiente, usando entre 75 y 100 por ciento del valor máximo para C , como condición alterna de diseño.

ARTICULO 493.- Para el diseño de armaduras se deberá considerar en adición al empuje en el sentido del viento, la acción transversal calculada mediante el empleo de los coeficientes C_v y C_t definidos en la tabla 9.1. Las fuerzas se estimarán mediante las expresiones:

$$F_L = C_L N v^2 A$$

$$F_T = C_T N v^2 A$$

Siendo A el área expuesta por el perfil que se analice.

ARTICULO 494.- Presiones interiores.

Cuando el porcentaje de aberturas de la construcción sea mayor que 30%, se usarán coeficientes de empuje iguales a 0.8 ó - 0.6 adoptándose el valor más desfavorable de C , al combinarse con el efecto exterior del viento, para analizar la estabilidad de la estructura.

Cuando el porcentaje de aberturas sea nulo, se tomará $c = \pm 0.3$, interpolándose linealmente, para porcentajes comprendidos entre 0 y 30%.

ARTICULO 495.- Efectos de turbulencia en Estructuras Tipo 2.

Los efectos estáticos y dinámicos debidos a la turbulencia del viento, podrán tomarse en cuenta en construcciones tipo 2, si en la ecuación del Art. 481 la velocidad de diseño se toma igual a la especificada en 224 multiplicada por el factor de ráfaga igual a 1.3. 480

ARTICULO 496.- Efecto de vórtices alternantes en Estructuras Tipo 3.

Para considerar este efecto, que generalmente se presenta en cilindros, se analizará la estructura suponiendo la existencia de una fuerza horizontal transversal que varía armónicamente con el tiempo.

Dicha fuerza se calculará mediante las expresiones (a) y (b) siguientes, seleccionándose como valor de diseño el que provoque la condición más desfavorable en la estructura.

$$(a) \quad F_1 = p \frac{Ck}{C} d \operatorname{sen} \left[\frac{2\pi}{T} t \right]$$

donde

C = Coeficiente de empuje.

c_k = Coeficiente igual a $0.2 + \frac{40}{V_1 d}$ si $V_1 d \geq 50$; igual a 1 si $V_1 d < 50$ en sección circular; $0.5 + \frac{50}{V_1 d}$ si $V_1 d \geq 50$ en secciones rectangulares.

d = Diámetro de la sección transversal, en m, o ancho de la sección perpendicular al flujo, en secciones rectangulares.

F = Fuerza resultante transversal por unidad de longitud a lo largo del eje de la estructura, en Kg/m.

P = Presión de diseño en Kg/m².

T = Período de la fuerza alternante, igual a $18 \frac{d}{V}$ para secciones circulares, $25 \frac{d}{V}$ para rectangulares.

$$(b) \quad F_2 = 1.6 p \frac{CK}{C} (T/T_0^2) d \operatorname{Sen} \left[\frac{2\pi}{T_0} t \right]$$

donde

F = Fuerza alternante por unidad de longitud, en sentido perpendicular a la dirección del viento, en Kg/m.

T = Período fundamental de la estructura.

ARTICULO 497.- Uso de barras contra vórtices.

En zonas donde se presenten altas velocidades de viento, se recomienda el empleo de barras contra vórtices para evitar la generación de éstos en estructuras cilíndricas. Estas barras podrán ser tubos o placas adheridas a la superficie exterior de un cilindro, a lo largo de espirales que rodeen a esta superficie.

Los tubos tendrán un diámetro igual a la vigésima parte del diámetro de la estructura; y distarán entre sí diez veces el diámetro de ésta, y se aplicarán en toda la longitud del cilindro.

Las placas metálicas sobresaldrán la décima parte del diámetro del cilindro con un paso de cinco diámetros, irán colocadas en espiral, formando sectores de 120.

Al emplear barras contra vórtices en una construcción cilíndrica; se debe considerar la modificación del coeficiente de empuje que se mencione en el Artículo 490.

ARTICULO 498.- Inestabilidad aeroelástica en Estructuras Tipo 4.

Para diseñar las construcciones del tipo 4 se adoptarán los criterios publicados, que tomen en consideración la turbulencia y los efectos de inestabilidad aeroelástica, presentando a la

Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos, estudios especiales que justifiquen la estabilidad de las construcciones de este tipo.
Análisis estructural.

ARTICULO 499.- Método general.

En estructuras en que las fuerzas laterales debidas al viento son resistidas por marcos y/o muros, esta fuerza supuesta aplicada en el centro de rigidez de cada piso, se distribuirá en proporción a la rigidez al cortante de los elementos resistentes.

A los efectos de la fuerza directa del viento se sumarán los efectos de torsión debidos a su excentricidad de cálculo y accidental respecto al centro de rigidez de cada piso.

ARTICULO 500.- Método simplificado de análisis.

En las estructuras del tipo de muros cargadores que satisfacen los requisitos establecidos en el capítulo LVI para las estructuras del Caso 5, se seguirá el método simplificado de análisis que se propone en 508 de este Reglamento, sustituyendo las fuerzas sísmicas por las fuerzas de viento.

CAPITULO LVI

ANÁLISIS SISMICO

ARTICULO 501.- Tipo de suelo.

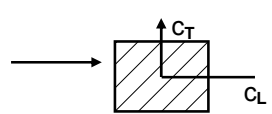
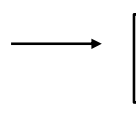
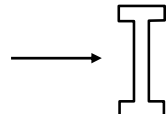
Se considerarán los siguientes tipos de terreno atendiendo a su rigidez:

Tipo I Terreno firme, tal como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compacta

Tipo II Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementados o limos, de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad.

Tipo III Arcillas blandas muy compresibles.

Los coeficientes de diseño sísmico para cada uno de estos tres tipos de terreno se especifican en los Arts. 505 y 509.

NUMERO	FORMA Y DIRECCIÓN DEL VIENTO	C_L	C_T
1		2.03	0
2		1.96 2.01	0
3		2.04	0

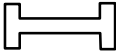
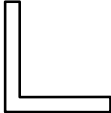
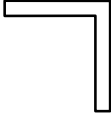
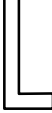
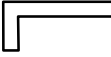
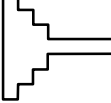
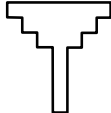
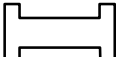
4	→		1.81	0
5	→		2.00	0.30
6	→		1.83	2.07
7	→		1.99	-0.09
8	→		1.62	-0.48
9	→		2.01	0
10	→		1.99	-1.19
11	→		2.19	0

TABLA 9.1. COEFICIENTE DE ARRASTRE Y DE EMPUJE TRANSVERSAL PARA DIVERSOS PERFILES



Mediante el desarrollo de estudios especiales cualquier terreno de tipo III se podrá clasificar como alguno de los dos primeros, si se satisfacen las siguientes condiciones:

a) Se localizará el nivel del terreno firme, bajo el cual todos los suelos tengan módulos de rigidez mayores que 5×10^4 Ton/m², o requieran más de 50 golpes por cada 30 cm., en la prueba de penetración estándar.

b) Para estratos comprendidos entre el nivel del terreno firme y el nivel en que las aceleraciones horizontales del terreno se transmitan a la construcción se calculará la suma $\sum H_i \sqrt{\gamma_i / G_i}$ donde

H_i = espesor del i -ésimo estrato, en m.

γ_i = su peso volumétrico en Ton/m³.

G_i = módulo de rigidez en Ton/m².

Si la suma $\sum H_i \sqrt{\gamma_i / G_i}$ es menor de 0.20, el terreno se considerará firme, del tipo I.

Si la suma $\sum H_i \sqrt{\gamma_i / G_i}$ es mayor que 0.20 y menor que 0.45 el terreno se considerará de baja rigidez, del tipo II.

A falta de información más precisa, para la aplicación del criterio anterior puede tomarse para γ_i el valor de 1.5 Ton/m³. y los valores de G_i pueden estimarse como $G_i = 0.35 E$, en que E , es la pendiente inicial de la curva esfuerzo-deformación de una prueba de compresión simple.

Para esta clasificación se tomarán en cuenta todos los suelos que se encuentren debajo del nivel en que las aceleraciones horizontales se transmiten a la construcción, por ejemplo en el caso de un cajón de cimentación este nivel correspondería al desplante de la losa inferior.

ARTICULO 502.- Clasificación de las construcciones según su destino.

Las estructuras se clasifican en los siguientes grupos:

GRUPO A.

Deben diseñarse para resistir sismos y vientos (aunque no ambos a la vez). Las estructuras que sean especialmente, importantes a raíz de un sismo o que en caso de fallar causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad.

Tal es el caso de subestaciones eléctricas, potabilizadoras de agua, centrales telefónicas y telegráficas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, hospitales, escuelas, estadios, auditorios, templos, salas de espectáculos, estaciones terminales de transporte, monumentos, museos y locales que alojan equipo especialmente costoso en relación con la estructura y cualquiera cuya falla pueda poner en peligro alguna estructura de este grupo.

GRUPO B

Deben diseñarse para resistir viento, las estructuras cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, bancos, restaurantes, casa para habitación privada, hoteles, edificios de apartamentos y oficinas, bardas cuya altura excede de 2.5 m. y todas aquellas estructuras cuya falla por movimiento sísmico pueda poner en peligro otras construcciones de este grupo y que no sean consideradas del Grupo A.

Aunque las estructuras de este Grupo B no sean diseñadas para resistir sismos, deberán cumplir con todo lo especificado en el Capítulo relativo a sismos.

GRUPO C

No es necesario diseñar para resistir sismos ni viento las estructuras cuya falla por sismo implicaría un costo pequeño y no pueda normalmente causar daños a construcciones de los dos primeros grupos. Se incluyen en el presente grupo bardas con altura no mayor de 2.5 m. y bodegas provisionales para la construcción de obras pequeñas.

CLASIFICACION DE LAS CONSTRUCCIONES SEGUN SU ESTRUCTURACION.

ARTICULO 503.- Se pueden distinguir los siguientes tipos de estructuraciones:

Tipo I, dentro de este tipo se agruparon:

a) Estructuras en que las fuerzas laterales son resistidas por marcos no contraventeados cuya relación altura - base no excede de 5; en los que el promedio, para todos los entresijos y en la dirección del análisis de $AN/(1+AN)$ es mayor que 0.1, en que RN es la relación de la suma de rigideces relativas (I/L momento de inercia entre claro) de las trabes de cada nivel entre la suma de rigideces relativas de las columnas del entresijo inmediato inferior.

b) Estructuras en que las fuerzas laterales son resistidas por marcos contraventeados entre cuyos trabes y columnas existe continuidad o cuya resistencia lateral es proporcionada por muros de concreto o mampostería. La relación altura total-base no debe exceder de 3 (si el marco no está contraventeado en todas las crujías al determinar este valor se tomará como base únicamente al ancho de la crujía o crujías contraventeadas).

c) Estructuras en que el 50% o más de su masa se halla en el extremo superior y que tienen un solo elemento resistente en la dirección de análisis (se incluyen dentro de este tipo los péndulos invertidos).

Tipo II, pertenecen a, este tipo:

a) Los edificios descritos en el tipo I inciso a) en que la relación altura-base es mayor de 5 o en los que el promedio $RN/(1 - | - RN)$ es menor que 0. 1.

b) Los edificios descritos en el tipo I inciso b) en que la relación altura base es mayor que 3, no siendo necesario que las trabes y columnas estén unidas en forma de asegurar la continuidad de momentos.

c) Estructuras en que las fuerzas laterales son resistidas por la acción combinada de marcos y muros.

d) Estructuras cuya deformación ante fuerzas laterales sea esencialmente como la de una viga de flexión en voladizo (con excepción de los péndulos invertidos considerados en el tipo 1).

Tipo III.- Estructuras especiales.- Son aquellas que no pueden incluirse dentro de los tipos anteriores o que están sujetas a efectos adicionales como son los muros de retención y los tanques superficiales o subterráneos.

ARTICULO 504.- En este Reglamento se presentan tres métodos de análisis sísmico:

El método simplificado descrito en el artículo 508, el método estático del artículo 509 y el método dinámico del artículo 517. En cada uno de esos artículos se fijan las limitaciones para su aplicación.

ARTICULO 505.- Coeficiente sísmico.

Se entiende por coeficiente sísmico, c, al cociente de la fuerza cortante horizontal en la base de la estructura, sin reducir por ductilidad y el peso W de la misma sobre dicho nivel.

Para el cálculo de W se tomarán las cargas muertas y vivas que se especifican en el capítulo XLVIII.

Para el método estático de análisis sísmico de las construcciones, tratado en 509, se emplearán los coeficientes sísmicos que se indican en la tabla 10.1 de acuerdo con la zona sísmica y el tipo de terreno.

TABLA 10.1				
VALORES DE C, PARA EL GRUPO B DE EDIFICACIONES, T1, T2, PARA DISTINTAS ZONAS SÍSMICAS DE MÉXICO.				
ZONA DE LA REPUBLICA	TIPO DE SUELO	C	T1	T2
A	I	0.08	0.4	0.6
	II	0.12	0.75	1.5
	III	0.16	1.0	2.5

La Zona Sísmica A abarca todo el Estado.
Para el grupo "A" de edificaciones, de acuerdo con su destino, (ver 10.2) se incrementarán estos coeficientes un 30 por ciento.
T1 y T2 están en segundos. En el artículo 510 se explica cómo emplearlos.

ARTICULO 506.- Factor de reducción "Q" atendiendo al tipo de estructura y su ductilidad.

Para fines de cálculo de fuerzas internas en la estructura el producto cW se dividirá entre el factor "Q" que se especifica en la tabla siguiente.

Para el cálculo de deformaciones se usará el valor cW sin reducción.

El factor "Q" podrá diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sea la clasificación y ductilidad de ésta en dichas direcciones.

CASO	TIPO DE ESTRUCT.	REQUISITOS	FACTOR DE REDUCCIÓN "Q"
1	I	<p>La resistencia en todos los niveles es suministrada exclusivamente por marcos no contraventados de acero con zona de fluencia definida que cumplan con las siguientes condiciones:</p> <p>a) Las vigas y columnas deberán satisfacer los requisitos de las secciones compactas del capítulo LIII</p> <p>b) El promedio de los factores de seguridad para fuerza cortante en todos los entresijos no podrá ser mayor que 1.25 veces el mínimo de dichos factores de seguridad. Se entiende aquí por factor de seguridad el cociente entre la resistencia al cortante de un entresijo y la fuerza cortante que actúa en ese entresijo.</p> <p>c) Los tableros de piso irán arriostrados con diagonales a los nodos de la estructura o serán losas de concreto unidas con conectores a las vigas.</p> <p>d) Los muros deben estar ligados a la estructura en tal forma que no impidan la deformación de ésta.</p>	6

CASO	TIPO DE ESTRUCT.	REQUISITOS	FACTOR DE REDUCCIÓN "Q"
2	I y II	<p>La resistencia en todos los niveles es suministrada exclusivamente por marcos no contraventeados de concreto, madera o acero que no cumpla con los requisitos del caso 1. Los muros irán ligados a la estructura como se indica en el caso 1.</p> <p>O bien, la resistencia en todos los niveles es suministrada exclusivamente por marcos contraventeados o rigidizados con muros de concreto, pero la capacidad de los marcos sin contar muros o contravientos es cuando menos el 25 por ciento de la total requerida.</p> <p>El promedio de los factores de seguridad para fuerza cortante en todos los entresijos no es mayor que 1.5 veces el mínimo de los factores de seguridad.</p>	4
3	I y II	<p>La resistencia a fuerzas laterales es suministrada cuando menos en un entresijo por marcos de madera, acero o de concreto reforzado, contraventeados o no, rigidizados o no, que no cumplan con los requisitos del caso 2. O bien, la resistencia a fuerzas laterales está dada por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos y dadas o losas, o por columnas y traveses de concreto reforzado o de acero. Estos muros y sus confinamientos cumplirán con las restricciones establecidas en el capítulo LI.</p>	2
4	II	<p>La resistencia a fuerzas laterales suministrada por lo menos parcialmente por muros de mampostería de piezas huecas confinadas por castillos y dadas o losas, o por columnas y traveses de concreto. Las piezas huecas y los confinamientos cumplen con los requisitos del capítulo LI.</p>	1.5
5	II y III	<p>Estructuras de muros cargadores de mampostería natural o artificial, sin confinar con castillos.</p> <p>Se incluyen construcciones con muros de adobe, que cumplan con los requisitos del capítulo LI.</p>	

Para estructuras situadas en la zona III en que las deformaciones verticales del suelo debidas a las fuerzas sísmicas que actúan en el edificio, contribuyan significativamente a los desplazamientos de éste, los valores de "Q" que se especifican para los casos 1 y 2 de la tabla anterior, se sustituirán por la expresión $(Q_y + y_s) / (y + y_s)$, donde y es el desplazamiento del centro de gravedad de la estructura, calculado sin tener en cuenta las deformaciones locales del terreno y y_s el desplazamiento del centro de gravedad de la estructura, que producen las

deformaciones locales del terreno. Para calcular y_s puede suponerse que la rigidez angular del terreno está dada por la siguiente expresión:

$$K \varphi = \frac{G}{1 - \gamma} \beta e d^2$$

donde

G es el módulo de rigidez del suelo de desplante obtenido como se indica en el Art. 501.

La relación de Poisson, aproximadamente igual a 0.4

e la dimensión de la base en la dirección paralela al eje de rotación.

d la dimensión de la base en la dirección perpendicular al eje de rotación.

β una función igual a $0.4 - | - 0.1 d/e$.

ARTICULO 507.- Criterios de análisis.

I.- Toda estructura que haya de diseñarse por sismo se analizará suponiendo que de manera independiente actúan los movimientos en cada una de dos direcciones horizontales ortogonales. Se verificará que la estructura sea capaz de resistir cada una de estas condiciones por separado. Las estructuras de planta irregular requerirán análisis en otra dirección. Además, en miembros que son más débiles en direcciones oblicuas que según los ejes de análisis, se revisará la resistencia en aquellas direcciones.

II.- Las fuerzas cortantes que motivan el sismo se distribuirán en proporción a la rigidez al cortante de los elementos resistentes. Si los marcos no presentan fuertes asimetrías, su rigidez al cortante puede calcularse con las fórmulas aproximadas usuales.

III.- Se supondrá que no obran tensiones entre la subestructura y el terreno, debiéndose satisfacer el equilibrio de las fuerzas y momentos totales calculados.

Se revisará el factor de seguridad de la cimentación.

Si existen elementos, tales como pilotes o pilas, capaces de tomar tensiones, se les prestará atención en el análisis.

IV.- En el diseño de marcos que contengan tableros de mampostería que formen parte integrante de la estructura, se supondrá que las fuerzas cortantes que obran en ellos son equilibradas por fuerzas axiales y cortantes en los miembros que constituyen el marco; asimismo, se revisará que las esquinas del marco sean capaces de resistir los esfuerzos causados por los empujes que sobre ellos ejercen los tableros.

En este tipo de marcos se vigilará que el esfuerzo cortante en la mampostería no exceda del valor permisible. De excederse éste será necesario añadir contravientos y en todos los casos debe vigilarse la estabilidad del marco y proporcionarle los anclajes necesarios en la cimentación.

V.- Cuando los muros divisorios no se consideren parte integrante de la estructura deberán sujetarse a ésta de manera que permitan su deformación en el plano del muro. Deberán indicarse claramente los detalles de sujeción lateral de estos muros en los planos constructivos.

VI.- Se verificará que las deformaciones de los sistemas estructurales, incluyendo las de las losas de piso, sean compatibles entre sí. Se revisará que todos los elementos estructurales, incluso las losas, sean capaces de resistir los esfuerzos inducidos.

VII.- Se tomarán en cuenta todas las deformaciones de los elementos resistentes que afecten seriamente los desplazamientos y esfuerzos de diseño, así como las deformaciones locales del terreno y las debidas a las fuerzas gravitacionales que actúan en la estructura deformada cuando éstas tengan efectos significativos en la respuesta. Las fuerzas internas causadas por estas últimas acciones no podrán reducirse por conceptos de ductilidad.

VIII.- En estructuras metálicas revestidas de concreto reforzado será factible considerar la acción combinada de estos materiales en el cálculo de esfuerzos y rigideces, debiéndose asegurar el trabajo combinado de las acciones compuestas.

IX.- En el caso de estructuras especiales que deban analizarse por métodos más refinados por quedar fuera de las limitaciones que se fijan más adelante, se aplicarán procedimientos que deban ser aprobados por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos del Estado.

ARTICULO 508.- Método simplificado de análisis.

Es aplicable el método simplificado de análisis cuando se cumplen los siguientes requisitos simultáneamente:

I.- En cada planta, al menos 75 por ciento de las cargas verticales es soportado por muros ligados entre sí mediante losas corridas. Dichos muros deberán ser de concreto, de mampostería de piezas macizas o de mampostería de piezas huecas que satisfagan las limitaciones establecidas en el capítulo LI.

II.- En cada nivel existen al menos dos muros perimetrales de carga paralelos o que forman entre sí un ángulo no mayor de 20 grados, estando cada muro ligado por las losas antes citadas en una longitud de por lo menos 50 por ciento de la dimensión del edificio, medida en las direcciones de dichos muros.

III.- La relación de largo a 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 de largo a ancho satisfaga esta restricción y cada tramo resista según el criterio de este artículo.

IV.- La relación de altura a dimensión mínima de la base del edificio no exceda de 1.5, y la altura del edificio no es mayor de 11 m.

En este método no será necesario el cálculo de rigideces para distribuir las fuerzas cortantes, ni el cálculo de torsiones y momentos de volteo y se verificará únicamente que en cada piso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectada en la dirección en que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obra en dicho piso, calculada como se especifica en el artículo 509, pero empleando los coeficientes sísmicos reducidos que se indican en la tabla 10.2 de acuerdo con la zona sísmica y tipo de terreno.

En este cálculo, tratándose de muros cuya relación de altura entre pisos consecutivos, h , a longitud L , exceda de 1.33; la resistencia se reducirá afectándola del coeficiente $(1.33 L/h)^2$.

TABLA 10.2 COEFICIENTES SISMICOS REDUCIDOS. GRUPO B DE EDIFICACIONES ESTRUCTURAS TIPO V CON MUROS DE TABIQUE MACIZO CONFINADO			
ZONA	TERRENO	ALTURA DE LA CONSTRUCCIÓN	
		MENOR DE 4 m	ENTRE 4 y 11 m.
A	I	0.02	0.03
	II	0.04	0.05
	III	0.05	0.06

Para el grupo A de edificaciones según su destino (ver 502), se incrementarán estos coeficientes un 30 por ciento.

Para muros de tabique hueco confinados, multiplíquense los coeficientes por 1.33 y para muros de adobe o de mampostería sin confinar, por 2.

Todo el Estado de Tamaulipas se encuentra en Zona Sísmica A.

Método estático de análisis.

ARTICULO 509.- Aplicación.

Este método es aplicable a estructuras que no cumplan con las limitaciones impuestas en el Art. 508 para el método simplificado. No se aplicará tampoco para edificios de más de 60 m. de altura ni para estructuras especiales del tipo III casos en los que deberá emplearse un método de análisis dinámico (517).

ARTICULO 510.- Descripción.

1.- Para calcular las fuerzas cortantes de diseño a diferentes niveles de una estructura, se supondrá la combinación de los dos siguientes estados de carga:

a) Un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas de la estructura. Cada una de estas fuerzas se tomará igual al producto del peso de la masa que corresponde por un coeficiente que varía linealmente, desde cero en el desplante de la estructura (es decir en el nivel a partir del cual sus deformaciones pueden ser apreciables) hasta un máximo en el extremo superior de la misma, de modo que la relación V/W en base sea igual al valor de c dado por la tabla 10.1

b) Una fuerza concentrada en el extremo superior de la estructura (dicho extremo se define sin incluir tanques, apéndices u otros elementos cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto de la construcción), igual al valor que se obtiene de la tabla 10.3, en la que z es la relación de la deflexión horizontal del extremo de la estructura (también sin incluir apéndices) calculada con las fuerzas del inciso a), suponiendo que se impiden los desplazamientos verticales y los giros de los extremos de las trabes; a la deflexión horizontal que se obtiene en el mismo punto, bajo la misma condición de carga, cuando se tienen en cuenta todas las deformaciones significativas.

TABLA 10.3 FUERZA CONCENTRADA EN EL EXTREMO SUPERIOR		
ESTRUCTURACION	z	FUERZA
I excepto péndulos invertidos	$z = 0$	0.05 cW 0.38 cW
II	$C < z < 1$	$(0.05 - \frac{1}{3} - 200z) cW$
Solamente los péndulos invertidos (del tipo I)	$z = 1$	0.05 cW 0.38 cW

II.- El cálculo de los desplazamientos relativos se hará con los coeficientes del artículo 505 sin reducir por ductilidad.

III.- La estabilidad de tanques que se hallen sobre las estructuras así como la de todo otro elemento cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto de la construcción se verificará suponiendo que pueden estar sometidos a una aceleración no menor que el doble de la que resulte de la aplicación de I), ni menor que la aceleración de la gravedad multiplicadas por $(0.05 - | - 0.5 c)$. Se incluyen en este requisito los parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos y su anclaje y otros apéndices.

IV.- Para fines de diseño se tomará el momento de volteo calculado para cada marco o grupo de elementos resistentes, en el nivel que se analiza, igual al producto de la fuerza cortante que ahí obra por su distancia al centro de gravedad de las masas ubicadas arriba de dicho nivel, más el momento provocado por las aceleraciones verticales que se describen en el inciso VI.

V.- En caso de no haber simetría en las rigideces, materiales o tipos de elementos resistentes, se calculará la excentricidad de la fuerza de sismo aplicada en cada nivel respecto al centro de torsión correspondiente para obtener por suma el momento torsionante total aplicado en un nivel determinado. Este momento dividido entre la fuerza cortante define la excentricidad en el nivel.

La excentricidad de diseño se tomará como se describe a continuación:

a) 2.00 veces el valor calculado más 0.05 veces la máxima dimensión del piso que se analiza (excentricidad accidental), medida en la dirección normal a la fuerza cortante, para el diseño de miembros estructurales en que los efectos de la torsión calculada sean aditivos a los de la fuerza cortante directa.

b) El valor calculado de la excentricidad menos la excentricidad accidental, para el diseño de los miembros estructurales en que los efectos de torsión calculada y de cortante directo difieran en signo.

c) En ningún caso se tomará una excentricidad de diseño menor que la mitad de la máxima excentricidad de diseño de los niveles que se hallan abajo del que se analiza ni se tomará la torsión de entrepiso menor que la mitad de la máxima torsión de diseño calculada para los entrepisos que se hallan arriba del que se analiza.

VI.- En el análisis de toda estructura en que en algunos puntos las aceleraciones verticales causadas por la respuesta dinámica a las aceleraciones horizontales del terreno, puedan ocasionar fuerzas de inercia importantes en comparación con las laterales, el efecto de dichas aceleraciones verticales se tomará en cuenta suponiendo un sistema de fuerzas verticales actuando sobre cada masa, de tal manera que cada fuerza sea igual a 1.5 veces la fuerza horizontal actuando sobre dicha masa, multiplicada por la relación entre sus deflexiones verticales y horizontales calculadas bajo la acción del sistema de cargas horizontales. En particular, esta especificación debe aplicarse en el análisis de péndulos invertidos (estructuras en que 50 por ciento o más de su masa se halla en el extremo superior y tienen un solo elemento resistente en la dirección de análisis), de naves industriales de grandes claros, o de cualquier otra estructura en que algún punto de cualquiera de sus miembros el desplazamiento vertical debido al sistema de fuerzas laterales especificado arriba exceda en magnitud de 0.2 el correspondiente desplazamiento horizontal.

VII.- Se pueden hacer reducciones importantes de los coeficientes sísmicos o que se emplean en la y lb de este artículo, sustituyéndolo por el valor c' , obtenido como sigue:

$$c' = \infty + (c - \infty) T/T_1 \text{ si } T \text{ es menor que } T_1$$

$$c' = c \text{ si } T \text{ está entre } T_1 \text{ y } T_2$$

$$c' = c (T_2/T) \text{ si } T \text{ excede de } T_2$$

El valor de " ∞ " adopta los valores que se indican según la zona sísmica del país:

Zona	∞
A	0.04

T es el valor más desfavorable del período fundamental de vibración calculado como se indica en VIII de este artículo T_1 y T_2 aparecen en la tabla I del artículo 250 de acuerdo con la zona y tipo de terreno.

VIII.- El período fundamental, T en la dirección considerada se puede obtener con la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i X_i}}$$

en donde

F_i = Fuerza de inercia al nivel i calculada como se indica en 510.

W_i = Peso del nivel i (ton)

n = Número de niveles.

x = Desplazamiento del nivel 1 (cm) debido a la fuerza F_i .

g = Aceleración de la gravedad (cm/seg²).

Se supondrá que el período natural de vibración puede exceder del calculado hasta en 33 por ciento o ser inferior hasta en 25 por ciento y se adoptará el valor más desfavorable en el intervalo.

ARTICULO 511.- Desplazamientos horizontales.

Las deformaciones laterales de cada entrepiso no excederán de 0.008 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo donde los elementos que no forman parte integrante de la estructura estén ligados a ella en tal forma que no sufran daños por las deformaciones de ésta. En este caso no será necesario limitar los desplazamientos laterales sísmicos salvo para evitar choques entre estructuras contiguas.

En el cálculo de los desplazamientos se tomará en cuenta la rigidez de todo elemento que forme parte integrante de la estructura.

ARTICULO 512.- Precauciones contra rotura de vidrios.

En fachadas tanto interiores como exteriores, los vidrios de ventanas se colocarán en los marcos de éstas dejando en todo el rededor de cada panel una holgura por lo menos igual a la

mitad del desplazamiento horizontal relativa entre sus extremos, calculado a partir de la deformación por cortante de entrepiso y dividido entre $1 - \gamma - H/B$, donde B es la base y H la altura del tablero de vidrio de que se trate. Podrá omitirse esta precaución cuando los marcos de las ventanas estén ligados a la estructura de tal manera que las deformaciones de ésta no les afecten.

ARTICULO 513.- Prevención contra choques con estructuras adyacentes.

Toda nueva construcción debe separarse de sus linderos con los predios vecinos un mínimo de 3 cm., pero no menos que el desplazamiento horizontal calculado en cada nivel ni menos de 0.006, 0.007 y 0.008 de su altura, en terrenos tipo I, II y III respectivamente.

En juntas de dilatación rige el mismo criterio que con respecto a linderos de colindancia, a menos que se tomen precauciones especiales para evitar daños por choques.

ARTICULO 514.- Muros de retención.

Los empujes que los rellenos ejercen sobre muros de retención debidos a la acción de los sismos, se valorarán suponiendo que el muro y la zona de relleno por encima de la superficie crítica de deslizamiento se encuentran en equilibrio límite bajo la acción de las fuerzas debidas a carga vertical, y a una aceleración horizontal igual a $c/2$ veces la gravedad. Podrán así mismo emplearse procedimientos diferentes que sean aprobados por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos.

ARTICULO 515.- Tanques.

En el diseño de tanques deben tomarse en cuenta las presiones hidrodinámicas y las oscilaciones del líquido almacenado, así como los momentos que obren en el fondo del recipiente. De acuerdo con el tipo de su estructura de soporte se adoptarán los valores de Q correspondientes a las estructuraciones 1, o 2 y los criterios de análisis estático del Artículo 510.

ARTICULO 516.- Estructuras dañadas.

Cuando a raíz de un sismo una construcción sufra daños menores en sus elementos estructurales o no estructurales, se deberán restituir su resistencia y rigidez anteriores al sismo. Si los daños son mayores se reparará y reforzará de manera que satisfaga los especificados en este Reglamento, salvo cuando la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos del Estado, apruebe que se apliquen otras disposiciones.

Si se repara la construcción contraviniendo este artículo, la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos, podrá ordenar que se demuela la obra de reparación y se ejecute la reparación y reforzamiento de conformidad con este Reglamento.

ARTICULO 517.- Análisis Dinámico.

En edificios de mas de 60 pisos o en estructuras del tipo III, se emplearán métodos de análisis dinámico que garanticen una seguridad igual o mayor a la especificada por los artículos precedentes y sean aceptados por la Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras y Servicios Públicos del Gobierno del Estado.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Reglamento con sus normas técnicas entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Periódico Oficial del Estado.

SEGUNDO.- Se derogan todas las disposiciones Reglamentarias y Administrativas que se opongán al presente Reglamento.

TERCERO.- Las obras ya iniciadas y en proceso de ejecución en la fecha de publicación de este Reglamento, le serán aplicables las disposiciones conforme las cuales hubieren obtenido las autorizaciones correspondientes,

CUARTO.- Las construcciones cuyas licencias de construcción se encuentren en trámite a la fecha en que entre en vigor este Ordenamiento, se seguirán tramitando y se resolverán conforme lo preceptuado por este Reglamento.

QUINTO.- Se concede el plazo de un año contado a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que los propietarios de las edificaciones a que se refiere el Capítulo X del mismo, realicen las obras e instalen los equipos necesarios para prevenir incendios.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo en Ciudad Victoria, Tamaulipas, a los 13 días del mes de noviembre de 1978.

ATENTAMENTE .
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.

El Gobernador Constitucional del Estado, Enrique Cárdenas González.- El Secretario General de Gobierno, Homero Pérez Alvarez.- Rúbricas.

C. ENRIQUE CARDENAS GONZALEZ
Gobernador Constitucional del Estado.

LIC. HOMERO PEREZ ALVAREZ
Secretario General de Gobierno.

ING. ROGELIO TERAN MEDINA
Oficial Mayor de Gobierno.

ING. JORGE BELLO LOPEZ
Director General de Asentamientos Humanos
Obras y Servicios Públicos.

C.P. CIRO GUTIERREZ PERALES
Director Administrativo.

ARQ. GUILLERMO AGUAYO OLIVARES
Director de Construcción.

ING. ANTONIO SAAVEDRA CANO
Director de Planeación.

LIC. CESAR PEREZ PEÑA
Jefe de la Unidad Técnica de
Orientación y Comunicación.

LIC. FRANCISCO JAVIER MENDIOLA
Jefe de la Unidad Jurídica.

LIC. GUADALUPE GARCIA ALMARAZ
Jefe de la Unidad de Organización y Métodos.

INDICE DE GRAFICAS Y TABLAS

D e s c r i p c i ó n :

Tabla 2.2	Tablas de cargas vivas y nominales unitarias.
Tabla 2.1	Pesos volumétricos de materiales constructivos.
Tabla 2.3	Tabla de factores por impacto y vibración en máquina y equipo.
Tabla 2.4	Hundimientos diferenciales admisibles.
Mapa	Distribución de la temperatura máxima del mes más caluroso
Mapa	Distribución de la temperatura mínima del mes de enero.
Tabla 2.5	Coeficientes de expansión lineal.
Tabla 4.1	Compacidades de carga en Ton./M2 para diferentes materiales.
Tabla 4.2	Coeficientes de capacidad de carga.
Tabla 4.3	Factores de forma para cimentaciones someras.
Tabla 4.4	Prueba de compactación en el Laboratorio.
Tabla 4.5	Correlación entre la resistencia a la penetración y la consistencia de los suelos finos.
Tabla 4.4	Sistema unificado de clasificaciones de suelos.
Tabla 4.7	Criterio de expansividad de las arcillas.
Fig. 4.1	Correlación entre los resultados de una prueba de penetración standard con c) y b).
Fig. 4.2	Relación entre la adherencia en pilotes de fricción y la resistencia del suelo, Cu, (Ref. 49).
Fig. 4.3	Cimentación desplantada sobre un estrato blando confinado.
Fig. 4.4	Coeficiente de capacidad de carga.
Fig. 4.5	Coeficiente de capacidad de carga.
Fig. 4.6	Falla de fondo en excavaciones.
Tabla 5.1	Proporcionamientos recomendados para mortero en elementos estructurales.
Tabla 5.2	Resistencia a compresión de mampostería.
Tabla 5.3	Esfuerzo cortante de diseño para algunos materiales.
Fig. 6.1	Nomogramas para determinar longitudes efectivas, H' de miembros a flexocompresión. Esfuerzos permisibles en el concreto.
Tabla 6.2	Condición del refuerzo.

- Fig.6.2 Ejemplo de aplicación de los requisitos de anclaje.
- Tabla 6.3 Coeficientes de momentos para tableros rectangulares, franjas centrales.
- Tabla 6.4 Factores de conversión de cargas lineales a cargas uniformes equivalentes.
- Tabla 6.5 Distribución de elementos en tableros.
- Tabla 6.5 Desviación standard de la resistencia del concreto en Kg/cm².
- Tabla 7.2 Relaciones y esfuerzos permisibles a compresión. . .
- Tabla 7.4 Limitaciones de la relación $\frac{h}{t}$ y del esfuerzo cortante. . .
- Tabla 7.3 Distancia mínima del agujero a un canto en mm.
- Tabla 7.5 Tipo de soldadura.
- Tabla 7.6 Soldadura de filete.
- Tabla 8 Cargas de corte horizontal permitidas en concreto.
- Tabla 7.9 Temperatura mínima de precalentamiento.
- Tabla 8.1 Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad (Kg/Cm²).
- Tabla 8.2 Valores de K.
- Tabla 9.1 Coeficientes de arrastre y de empuje transversal para diversos perfiles.
- Mapa Regionalización por vientos.- Estado de Tamaulipas.
- Tabla 10.1 Valores de C, para el grupo B de edificaciones T1, T2 para distintas zonas sísmicas de México.
- Tabla 10.2 Coeficientes sísmicos reducidos grupo B de edificaciones, estructuras tipo V con muros de tabique macizo confinado.
- Tabla 10.3 Fuerza concentrada en el extremo superior.

FE DE ERRATAS

Renglón	Art.	Dice:	Debe decir:
2	22	alinamiento	alineamiento.
5	22	eregir	erigir
3	57	aguas negras plu-	aguas negras y plu
1	81	ARITCULO	ARTICULO
5	99	cuvo	cuyo
5	99	Art. (no se ve No.)	Art. 92
2	104	proveídos	provistos
4	154	transito	tránsito
4	165	C 02,	(C 02,)
5	177	Secretaría de Industria y Comercio	Secretaría de Comercio
3	181	Secretaría de Industria y Comercio	Secretaría de Comercio
6	209	Secretaría de Industria y Comercio	Secretaría de Comercio
3	220	mecanicas	mecánicas
4	220	Secretaría de Industria y Comercio	Secretaría de Comercio
4	225	Secretaría de Industria y Comercio	Secretaría de Comercio
15		Wm	$w_m =$
18		Wr	$w_r =$
20		Ws	$w_s =$
12		lineamente	linealmente
15		rrarcos	marcos
5	276	cupítulo	capítulo
35	282	concreto siempre	concreto simple
11	283	satisfaga	satisfagan
26		Pág. 101.	pág. 103
5	Tabla 4.4	Portar	Proctor
6	Tabla 4.5	fórmula	q_u (Ton/m ²)
19	291	ae	de
2		factor	c^*
6		factor	N'_q
11		fórmula	$R = \frac{CN_c + P_v A_B}{F_s}$
8	295	DF	D_F
4		factor	f_b^*
1		factor	$f_p^* > 75$
2		factor	f_p^*
24	316	fórmula incompleta	$f_{mp} = 4.7 \text{ Kg/cm}^2$
10	363	factor	A_v

Renglón	Art.	Dice:	Debe decir:
23		factor	F_a
18		factor	L_c
14		factor	P_u
34		factor	v
4	324	interior	inferior
13		fórmula	$\frac{h}{r} > 100$
7		fórmula	$F_a = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_c}}$
14	329	fórmula	$f_c = \frac{2M}{K_j b d^2} \text{ y } f_s = \frac{M}{A_s j d}$
22	329	reducción vale.	Reducción vale,
15	330	fórmula	$e = 0.43 P_t \text{ mD}_s + 0.14 h$
17	330	fórmula	$e = (0.57 P_t m + 0.17) d$
23	330	tension	tensión
20		factor	M_b
21		factor	E_o
8	333	factor	θ
12	333	factor	$2v_o$
7	335	fórmula	$v_{cz} = vcz/s'd$
2	336	fórmula	$v = \frac{v}{s'd}$
5	336	fórmula	$A_v = \frac{v_z' s' d'}{.5 f_v \text{ sen } \theta} = \frac{v'}{f_v \text{ sen } \theta}$
7	336	fórmula	$v'_z = \sqrt{v^2 - v_{cz}^2}$
4		fórmula	$\frac{T^2}{T^2} + \frac{V^2}{V^2} \geq 1.0$
9		factor sa	factor T_p se
10		fórmula	$T_p = 0.22 \sum x^2 \text{ y } \sqrt{f'_c}$
7		factor	f_y
14	343	factor	$L_d + d.$
5	Tabla 6.2	fórmula	$2 - \frac{4200}{f_y}$
13		factor	$\frac{f_y}{L_d}$

Renglón	Art.	Dice:	Debe decir:
3		fórmulas	$p' \geq 0.45 \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \frac{f'_c}{f_y}$ $p' \geq 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$
6		fórmula	$0.215 \left(\frac{H}{L} + 4.3 \right)$
24	382	factor	f'_c .
30	382	factor	\sqrt{c}
16		factor	f'_c
23		factor	f'_c .
23		factor	f'_c
15		factor	f_{cr}
20		factor	f_T
6	397	fórmula	$f_t = 0.45 f_y$
20	398	nó.	no.
4	401	fórmula	$\frac{P/A}{f_a} + \frac{C_{mx} (M_y/S_y)}{\left(1 - \frac{P/A}{f'_{ex}}\right) f_{bx}} + \frac{C_{my} (M_x/S_x)}{\left(1 - \frac{P/A}{f'_{ey}}\right) f_{by}} \leq 1.0$
25		factor	C_m
5	410	c y d	en c y d
3		alna	alma
8		armadan	armadas
8	420	falla	fallas
3	468	centimetro	centímetro
4	468	fórmula	$P_2 = 11. \chi \chi 5/2_D$
6	470	factor	χ
11	475	fórmula invertida	$t/D \leq 2$
12	475	fórmula invertida	$t/D \geq 6$.
7	480	cuvo	cuyo
4	483		faltan factores
19		factor invertido	χ

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL ESTADO DE TAMAULIPAS

Acuerdo Gubernamental del 13 de noviembre de 1978.

Anexo al alcance del P.O. No. 8 del 27 de enero de 1979.