



P E R I O D I C O O F I C I A L
DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO
DE MICHOACAN DE OCAMPO

FUNDADO EN 1867

Las leyes y demás disposiciones son de observancia obligatoria por el sólo hecho de publicarse en este periódico. Registrado como artículo de 2a. clase el 28 de noviembre de 1921.

Director: Arturo Hernández Tovar

Pino Suárez # 154, Centro Histórico, C.P. 58000

TERCERA SECCION

Tels. y Fax: 3-12-32-28, 3-17-06-84

TOMO CXXXI

Morelia, Mich., Miércoles 2 de Julio del 2003

NUM. 27

H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE SAHUAYO, MICH.

CERTIFICACION ACUERDO DE CABILDO

EL AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL, TRIENIO 2002-2004, ACTUANDO CONFORME LO PRESCRIBE LA LEY ORGANICA MUNICIPAL, ARTICULO 53, FRACCION VIII POR MEDIO DE LA PRESENTE Y DE ACUERDO CON LA LEY HACE CONSTAR Y

CERTIFICA:

Que en el libro de actas que obra en poder de la Secretaría Municipal a mi cargo, aparece el acta número 34 de la Sesión de Cabildo Ordinaria, celebrada el día 30 de Enero del 2003, en cuyo contenido quedó sentado en el punto número 04 del orden del día, que en lo conducente a la letra dice:

Solicitud de Ratificación y aprobación del Reglamento Municipal de Construcción, el Secretario procede a dar lectura del oficio de esta solicitud, manifestando el Regidor Rafael Barragán Zepeda propone que se deben realizar modificaciones a dicho reglamento y que se debe estudiar a conciencia este reglamento para que se ajuste a las necesidades de este municipio, por lo que en uso de la palabra el Arq. Armando Núñez Alfaro, titular de Urbanística Municipal, sugiere que sería bueno que se autorizara para que se pueda aplicar a los usuarios que solicitan permisos de construcción y de otros servicios que se tramitan en su oficina, ya que se puede con posterioridad ir adecuando este reglamento según las necesidades del municipio y en estos momentos exhibe las modificaciones y agregados que propone para este reglamento, por lo que una vez que cada uno de los regidores expuso sus opiniones y comentarios al reglamento municipal de construcción, EL PLENO MUNICIPAL ACUERDA POR UNANIMIDAD, APROBAR DICHO REGLAMENTO, por lo que se instruye al Secretario a efecto de que una vez realizadas las modificaciones

respectivas, se proceda a la brevedad posible conforme proceda y se publique en el Periódico Oficial del Estado para que surta los efectos que correspondan.

Se extiende la presente certificación, en la ciudad de Sahuayo de Morelos, Michoacán, a los 02 días del mes de Abril del 2003.

ATENTAMENTE.- SECRETARIO DEL H. AYUNTAMIENTO.- LIC. MIGUEL MARTIN RAMIREZ MAGALLON. (Firmado).

REGLAMENTO MUNICIPAL DE CONSTRUCCION

**PRESIDENCIA MUNICIPAL DE SAHUAYO DE
MORELOS, MICHOACAN DE OCAMPO
OFICINA DE URBANISTICA
2003**

**TITULO PRIMERO
DISPOSICIONES GENERALES**

**CAPITULO I
DISPOSICIONES GENERALES**

ARTICULO 1. Alcance

Las disposiciones de este Reglamento regirán en el Municipio, debiendo sujetarse a las mismas todas las obras e instalaciones públicas o privadas que se ejecuten en terrenos de propiedad privada o pública, y en las vías públicas; así como el uso de predios, construcciones, estructuras, instalaciones y servicios públicos.

ARTICULO 2.-Facultades

Corresponde a la oficina de Urbanística Municipal hacer cumplir las disposiciones de este Reglamento.

Para este fin, dicha oficina tiene 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;
- II. Controlar el uso de los terrenos y las densidades de población y de construcción, de acuerdo con el interés público;
- III. Conceder o negar, de acuerdo con este Reglamento, permisos para obras relacionadas con la construcción;
- IV. Fijar las características de las diversas edificaciones y los lugares en que éstas pueden autorizarse, atendiendo a su diferente naturaleza. Las construcciones que pretendan hacerse en zonas típicas, en calles o plazas donde existan monumentos o edificios de valor histórico o arquitectónico a juicio del Instituto Nacional de Antropología e Historia, o en su caso la junta para la conservación del aspecto típico de la localidad, sólo podrá autorizarse en condiciones tales que la nueva construcción armonice con el conjunto a que se incorporara; para lograr lo anterior, los proyectos deberán contar con la aprobación previa de la Junta de Conservación del Aspecto Típico de la localidad de que se trate; en el caso de construcciones que se pretendan realizar en sitios colindantes con monumentos históricos y del I.N.A.H. o cuando las obras deseen realizar en monumentos históricos, también debe contarse con la aprobación previa de la Junta o del Instituto;
- V. Inspeccionar todas las construcciones o instalaciones durante su ejecución y hasta su terminación;
- VI. Practicar inspecciones para conocer el uso que se haga de un predio, estructura, instalación, edificio o construcción;
- VII. Ordenar la suspensión de obras en los casos previstos por este Reglamento;
- VIII. Dictar disposiciones en relación con edificios peligrosos y establecimientos malsanos, que causan

molestias o no cumplan los alineamientos arquitectónicos;

- IX. Ordenar y ejecutar demoliciones de edificios en los casos previstos por este Reglamento;
- X. Ejecutar por cuenta de los propietarios las obras ordenadas en cumplimiento de este Reglamento, que éstos no hagan en el plazo que se les fije;
- XI. Autorizar o negar, de acuerdo con este Reglamento, la ocupación o el uso de una construcción, estructura o instalación;
- XII. Imponer sanciones correspondientes por violación a este Reglamento; y,
- XIII. Llevar un registro clasificado de directores responsables de obra.

ARTICULO 3. Comisión de modificaciones y reformas

El H. Ayuntamiento de Sahuayo, Michoacán designará una comisión para estudiar y proponer modificaciones y reformas a este Reglamento.

Esta comisión se integrará con el C. Presidente Municipal, quien fungirá como presidente de la misma, un regidor de la Comisión de Urbanística y Obras Públicas, el titular de la Oficina de Urbanística Municipal y 3 representantes de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de Sahuayo, Mich. Los representantes de la Asoc. de Ing. Civiles y Arquitectos deberán ser directores responsables de obra. El Presidente Municipal tendrá voto de calidad.

Cada miembro tendrá un suplente que se designará en la misma forma que el propietario.

TITULO SEGUNDO
VIAS PUBLICAS Y OTROS BIENES
DE USO COMUN Y DE SERVICIO PUBLICO

CAPITULO II
GENERALIDADES

ARTICULO 4. Definición

Vía pública es todo espacio de uso común que por disposición de 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 propia de la vía pública el servir para la aireación, iluminación y asolamiento de los edificios que la limitan, o para dar acceso

a los predios colindantes; o para alojar cualquier instalación de una obra pública o de un servicio público.

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

ARTICULO 5. Régimen de las vías públicas

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

ARTICULO 6. Permisos, concesiones

Los permisos o concesiones que la autoridad competente otorgue para aprovechar con determinados fines la vías públicas o cualquier otro bien de uso común o destinado a un servicio público, no crean sobre éstos a favor del permisionario o concesionario ningún derecho real o posesorio. Tales permisos o concesiones serán siempre revocables y temporales y en ningún caso podrán otorgarse con perjuicios del libre, seguro y expedito tránsito, o del acceso a los predios colindantes o de los servicios públicos instalados o con perjuicio en general de cualquiera de los fines a que estén destinadas las vías públicas o bienes mencionados.

Quienes por permiso o concesión usen la vía pública o los bienes de que se trata, tendrán obligación de proporcionar a la Oficina de Urbanística Municipal un plano detallado de la localización de las instalaciones ejecutadas o que vayan a ejecutarse en ellos.

ARTICULO 7. Presunción de vía pública

Todo inmueble que aparezca como vía pública en algún plano o registro oficial existente en cualquiera de las Dependencias del Gobierno del Estado, del Ayuntamiento, del Archivo General de la Nación o en otro archivo, Museo, Biblioteca o Dependencia Oficial, se presumirá que es vía pública y que pertenece al Municipio y es inalienable o imprescriptible, salvo prueba plena de lo contrario.

Las vías públicas tendrán el diseño y anchura que al objeto se fijen en las resoluciones del Ayuntamiento. El proyecto oficial relativo señalará las porciones que deben ser destinadas a banquetas o a tránsito de personas o vehículos, sin que en ningún caso sea inferior a la señalada dentro de las clasificaciones propias de cada tipo de vialidad definidas en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado o en el plan director de desarrollo urbano de la ciudad.

ARTICULO 8. 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 vía pública, al uso común o algún servicio público, pasarán por ese solo hecho al dominio público del Municipio.

La Oficina de Urbanística Municipal remitirá copias de dicho plano al Registro Público de la Propiedad y a la Dirección General de Catastro de la Tesorería General del Estado.

ARTICULO 9. Precauciones en la ejecución de obras

Para la ejecución de obras en la vía pública o en predios de propiedad privada o pública, deberán tomarse todas las medidas técnicas necesarias para evitar daños o perjuicios a las personas o a los bienes.

Por lo tanto queda prohibido hacer revolturas de concreto, preparación de morteros y de cualquier mezcla sobre el arroyo vehicular o la banqueta, en lugares en donde los anteriores estén construidos con concreto hidráulico, adoquín o similares, debiéndose valer de artesas para tal fin.

ARTICULO 10. Daños en los servicios públicos

Cuando por la ejecución de una obra, por el uso de vehículos, objetos, sustancias y otras cosas peligrosas, o por cualquier otra causa se produzcan daños a cualquier servicio público, obra o instalación perteneciente al Municipio, que existan en una vía pública o en otro inmueble de uso común o destinado al servicio público, la reparación inmediata de los daños será por cuenta del dueño de la obra, vehículo o sustancia peligrosa.

Si el daño se causa al hacerse uso de una concesión o de un permiso de cualquier naturaleza que haya otorgado el Municipio, podrá suspenderse dicha concesión o permiso hasta que el daño sea reparado.

ARTICULO 11. Predios de propiedad privada usados para acceso a colindantes

Ningún terreno o propiedad privada y de uso privado, destinado a dar acceso a uno o varios predios, podrá ser designado con alguno de los nombres comunes de calles, callejón, plaza, nomenclatura de la vía pública.

Por ningún motivo habrá de permitirse la apertura de vanos en muros colindantes a predios.

ARTICULO 12. Colindancia con la vía pública

Los notarios del Estado de Michoacán, bajo su responsabilidad exigirán del vendedor de un predio la declaración de que éste colinda con la vía pública o no, y harán constar esta declaración en la escritura relativa.

ARTICULO 13. Obras suspendidas

Los propietarios de las obras cuya construcción sea suspendida por más de treinta días, están obligados a limitar sus predios con la vía pública, de la manera siguiente:

- I. Por medio de una barda o en su caso a consideración de la Oficina Urbanística Municipal con malla ciclónica, cuando falte el muro de la fachada; y,
- II. Clausurando los vanos que existan cuando el de la fachada esté construido en forma tal que impida el acceso a la construcción.

CAPITULO III**USO DE LA VIA PUBLICA****ARTICULO 14.** Licencias

Ningún particular ni autoridad podrá proceder a ejecutar construcciones, modificaciones o reparaciones en vía pública, ni ejecutar obras que de alguna manera modifiquen las existentes, sin licencia de la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 15. Ocupación de vía pública

Para ocupar la vía pública en forma provisional durante un cierto tiempo se necesitará licencia de la Oficina de Urbanística Municipal, para lograrla se requiere que no se entorpezca el tránsito, ni causar molestias o perjuicios a terceros.

ARTICULO 16. Carga y descarga de materiales

Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra podrán estacionarse en la vía pública, de acuerdo con los horarios que fije la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 17. Materiales y escombros en vía pública

Los materiales destinados a obras para servicios públicos permanecerán en la vía pública solo el tiempo preciso para la ejecución de esas obras. Inmediatamente después de que se terminen éstas, los escombros que resulten deberán ser retirados.

Los materiales destinados a obras públicas, podrán utilizar un espacio fuera del alineamiento, siempre y cuando permitan la circulación de peatones, para lo cual se puede auxiliar de tapiales para delimitar este espacio, con la autorización respectiva.

ARTICULO 18. Señales preventivas para obras

Los escombros, excavaciones y cualquier obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por obras públicas o privadas, serán señalados con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche, por los propietarios o por los encargados de las obras.

ARTICULO 19. Rampas en aceras

Los cortes en aceras y en guarniciones, para la entrada de vehículos a los predios, no deberán entorpecer ni hacer molesto el tránsito de peatones. La Oficina de Urbanística Municipal puede prohibirlo y ordenar el empleo de rampas móviles.

Los peraltes de banquetas serán en todos los casos de 20 centímetros excepto en los casos que, por cuestiones de seguridad o funcionalidad, la oficina de Urbanística Municipal autorice un peralte diferente.

Las banquetas tendrán un ancho uniforme de acuerdo a la zona y la tipificación del ancho de banqueta de acuerdo a la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán. Así mismo, como mínimo en las esquinas, las banquetas deberán contar con rampas para discapacitados y para personas de edad avanzada de acuerdo a las normas nacionales e internacionales de la materia de tal manera que puedan subir y bajar las banquetas con la menor dificultad.

Los centros comerciales, salas de espectáculos, industrias, hospitales, baños públicos, instalaciones deportivas, edificios para la educación, centros de reunión, templos, terminales deberán contar con accesos para discapacitados y personas de edad avanzada.

ARTICULO 20. Ruptura de pavimento

La ruptura de pavimento de la vía pública para la ejecución de obras públicas o privadas, requerirá licencia previa de la Oficina de Urbanística Municipal, que fijará en cada caso las condiciones bajo las cuales la concede; el solicitante estará obligado a la reparación correspondiente o al pago de ésta, si la hiciera la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 21. Voladizos y salientes

Ningún elemento estructural o arquitectónico situada a una altura menor de dos metros cincuenta centímetros podrá sobresalir del alineamiento, los que se encuentren a mayor altura se sujetarán a lo siguiente:

I. Los elementos arquitectónicos que constituyen el perfil de una fachada como pilastras, sardineles, marcos de puertas y ventanas, repisones, cornisas y cejas podrán sobresalir del alineamiento hasta diez centímetros,

II. Para efectos de este ordenamiento se entenderá por marquesina, la techumbre que corona el frente de una propiedad. Las dimensiones máximas quedarán contenidas en una anchura de un metro de longitud, siempre y cuando la banqueta sea mayor de 1.10 m., en caso contrario deberá medir 0.10 m. menos de lo que mida la banqueta;

Se considera invasión de la vía pública, la construcción de marquesinas cuando estén construidas sobre espacios públicos y los espacios que se construyen en éstas se apropian para el interior de la construcción.

Las marquesinas no deberán usarse como piso cuando estén construidas sobre la vía pública.

Los elementos estructurales o arquitectónicos que sobresalgan a una altura mayor de 2 metros 50 centímetros, tales como balcones abiertos y marquesinas, deberán guardar la distancia con los conductores instalados en la vía pública que señala el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

Cuando por razones de seguridad se desee remover y relocalizar las instalaciones propiedad de C.F.E. que existieren con anterioridad a la construcción de un inmueble, el importe del costo de los trabajos de remoción y relocalización se harán por cuenta y cargo del propietario de la nueva construcción.

III. Las rejas en ventanas podrán sobresalir del alineamiento hasta quince centímetros;

IV. Las hojas de las ventanas podrán abrirse al exterior siempre que ninguno de sus elementos esté a una distancia menor de dos metros de una línea de transmisión eléctrica;

V. Las cortinas de sol serán enrollables o plegadizas. Cuando estén desplegadas se sujetarán a los lineamientos dados para las marquesinas; y,

VI. Los toldos de protección frente a la entrada de edificios se colocarán sobre estructuras desmontables, pudiendo sobresalir del alineamiento el ancho de la acera, disminuido en cincuenta centímetros.

Los propietarios de las marquesinas, cortinas de sol y toldos de protección, están obligados a conservarlos en buen estado y presentación decorosa.

Las licencias que se expidan para los elementos señalados en este artículo, tendrán siempre el carácter de revocables.

ARTICULO 22. Drenaje pluvial

Los techos, balcones, voladizos y en general cualquier saliente, deberán drenarse de manera que se evite absolutamente la caída y escurrimiento de agua sobre la acera.

Las aguas pluviales de cualquier tipo de construcción deberán salir al arroyo de la calle, o ser captadas adecuadamente en pozos de absorción.

ARTICULO 23. Prohibición de uso de las vías públicas

Se prohíbe:

I. Usar la vía pública para aumentar el área utilizable de un predio o de una construcción, tanto en forma aérea como subterránea;

II. Usar las vías públicas para establecer puestos comerciales de cualquier clase que sea o usarlos con fines conexos a alguna negociación;

III. Producir en la vía pública ruidos molestos al vecindario;

IV. Colocar postes y kioscos para fines de publicidad; y,

V. Instalar aparatos y botes de basura, cuando su instalación entorpezca el tránsito en arroyos o aceras.

ARTICULO 24. Regularización

El que invada la vía pública con construcciones o instalaciones aéreas o subterráneas, estará obligado a retirarlas.

En el caso de que las construcciones o instalaciones se hayan ejecutado antes de la vigencia de este Reglamento, la Oficina de Urbanística Municipal calificará para restituir la vía pública.

ARTICULO 25. Retiro de obstáculos

La Oficina de Urbanística Municipal dictará las medias administrativas necesarias para obtener, mantener o recuperar la posesión de las vías públicas y demás bienes de uso común o destinados a un servicio público y para remover los obstáculos, impedimentos o estorbos para el uso o destino de dichas vías o bienes.

CAPITULO IV
NOMENCLATURA**ARTICULO 26.** Denominación

- I. La nomenclatura oficial fija la denominación de las vías públicas, parques, jardines y plazas, y la numeración de los predios urbanos del municipio. Los particulares no podrán alterar las placas de la nomenclatura;
- II. No podrán ponerse a las calles y demás sitios públicos municipales, los nombres de personas que desempeñan funciones municipales, estatales o federales ni de sus cónyuges o parientes hasta un segundo grado durante el período de su gestión; y,
- III. En las placas públicas que se fijen con motivo de la inauguración de las obras públicas que realice la administración municipal, cuando se trate de obras llevadas a cabo con recursos municipales, no deberá consignarse los nombres del Presidente Municipal, el período de su encargo, ni el de sus cónyuges o parientes hasta el segundo grado.

ARTICULO 27. Número oficial

La Oficina de Urbanística Municipal, previa solicitud señalará para cada predio de propiedad privada o pública, el número que corresponda a la entrada del mismo, siempre que tenga frente a la vía pública. Se procurará que el número corresponda a la distancia cerrada en metros, medida de la entrada del predio al eje de la ciudad o calle principal más próximo. Los números pares irán a la derecha y los nones a la izquierda, recorriendo la calle partiendo del origen.

ARTICULO 28. Colocación y características del número

El número oficial debe ser colocado en parte visible de la entrada de cada predio y tener características que lo hagan claramente visible y legible a veinte metros de distancia.

ARTICULO 29. Cambio de número

La Oficina de Urbanística Municipal cuando ordene el

cambio de número oficial, notificará al propietario, quien estará obligado a colocar el nuevo número en el plazo que se le fije, pudiendo conservar el anterior noventa días más.

ARTICULO 30. Aviso a otras dependencias

La Oficina de Urbanística Municipal dará aviso al Registro Público de la Propiedad, a la Dirección General de Catastro de la Tesorería General del Estado y a la representación de Correos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los cambios que ordene en la denominación de las vías públicas, parques, jardines y plazas y en la numeración de los predios.

CAPITULO V
ALINEAMIENTOS**ARTICULO 31.** Definición

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 proyectos aprobados por los órganos o autoridades competentes.

ARTICULO 32. Constancia de alineamiento

La Oficina de Urbanística Municipal a solicitud del propietario de un predio, en la que precise el uso que pretenda dar al mismo, expedirá un documento con los datos del alineamiento oficial en el que se fijarán las restricciones específicas de cada zona o las particulares de cada predio ya sea que se encuentren establecidas por los órganos de planificación, o por la Oficina de Urbanística Municipal, conforme las facultades que se le confieren en el artículo 34 de este Reglamento. Esta constancia será válida durante ciento ochenta días.

No habrá obligación de expedir alimentos, números oficiales, licencias de construcción ni orden o autorización para instalaciones de servicios públicos, para predio con frente a vías públicas de hecho, si éstas no se ajustan a la planificación oficial o si no satisfacen las condiciones reglamentarias.

ARTICULO 33. Presentación del alineamiento oficial

La ejecución de toda obra nueva, la modificación o ampliación de una que ya existe, requiere para que se expida la licencia respectiva, la presentación de la constancia del alineamiento oficial.

ARTICULO 34. Restricciones

La oficina de Urbanística Municipal, establecerá las

restricciones que juzgue necesarias para la construcción o para el uso de los bienes inmuebles, ya sea en forma general; en determinada zona; en fraccionamientos; en lugares o en casos concretos y las hará constar en los permisos, licencias o alineamientos que expida, quedando obligados los propietarios o poseedores de los inmuebles a respetarlas.

La propia oficina de Urbanística Municipal hará que se cumplan las restricciones que existen derivadas de la Ley de Planeación y Urbanización del Estado.

ARTICULO 35. Prohibición de hacer obras

Si como consecuencia de un proyecto de planificación aprobado, el alineamiento oficial quedare dentro de una construcción, no se permitirá hacer obras que modifiquen la parte de construcción que sobresalga del alineamiento, excepto con autorización especial de la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 36. Registro de alineamiento

La oficina de Urbanística Municipal conservará en el expediente de cada predio, copia del alineamiento respectivo y enviará a la Dirección General de Catastro de la Tesorería General del Estado.

CAPITULO VI

INSTALACIONES AEREAS O SUBTERRANEAS

ARTICULO 37. Instalaciones para servicios públicos

Las instalaciones subterráneas para los servicios públicos de teléfono, alumbrado, semáforos, energía eléctrica, gas y cualesquiera otra instalación, deberán localizarse a lo largo de aceras o camellones, cuando se localicen en las aceras deberán de quedar alojadas en una faja de un metro cincuenta centímetros de anchura, medido a partir del borde exterior de la guarnición. En ningún caso las excavaciones pondrán en peligro la estabilidad de las construcciones próximas ni de otros servicios públicos.

ARTICULO 38. Obligación

Las personas físicas o morales, particulares o públicas, organismos descentralizados o empresas de participación estatal que ocupen o utilicen las vías públicas y otros bienes de uso común o de servicio público, para instalaciones, obras o servicios, estarán obligados a mover dichas instalaciones, obras o servicios, sin costo ni cargo alguno en contra del Municipio, cuando éste ejecute obras que requieran dicho movimiento. Todo permiso que se expida para la ocupación o el uso de la vía pública, se entenderá condicionado a la observancia del presente artículo, aunque

no se exprese.

ARTICULO 39. Seguridad y conservación

Los propietarios de postes o instalaciones estarán obligados a conservarlos en buenas condiciones. Si la oficina de Urbanística Municipal considera que por razones de seguridad, técnicamente fundadas, deba cambiarse de lugar o suprimirse algún poste, deberá realizar los trámites necesarios ante el dueño del poste o instalación; pero será únicamente personal capacitado quien podrá realizar la remoción o la relocalización física, de manera que no se alteren otras instalaciones y la continuidad de los servicios.

La remoción o la relocalización física, deberá realizarse en el plazo fijado por la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 40. Instalaciones provisionales

La Oficina de Urbanística Municipal, autorizará la colocación de instalaciones provisionales, cuando a su juicio, haya necesidad de las mismas y fijará el plazo máximo que puedan durar instaladas.

En caso de fuerza mayor, las empresas de servicios públicos, podrán hacer de inmediato instalaciones provisionales, pero estarán obligadas a dar aviso y a solicitar la autorización correspondiente en un plazo de tres días a partir de aquel en el que se inician las instalaciones.

ARTICULO 41. Colocación de postes

Los postes se colocarán dentro de la acera a una distancia mínima de quince centímetros, entre el borde de la guarnición y el punto más próximo del poste. En las vías públicas en que no haya acera, los interesados solicitarán de la Oficina de Urbanística Municipal, el trazo de la guarnición y anchura de la acera y colocarán los postes conforme a sus medidas.

En las aceras existentes con una anchura mínima de un metro quince centímetros o en callejones con anchura menor de tres metros sesenta centímetros, los postes se colocarán a una distancia mínima de sesenta centímetros del alineamiento.

ARTICULO 42. Retenidas

Se prohíbe colocar cables de retenidas a menos de dos metros cincuenta centímetros de altura, sobre el nivel de la acera.

Las ménsulas, alcayatas o cualquier apoyo semejante de los que se usan para el acceso a los postes, no podrán fijarse a menos de dos metros cincuenta centímetros sobre

el nivel del pavimento.

ARTICULO 43. Cambio de lugar

Cuando el propietario de un predio pida la remoción de un poste o instalación que se coloque frente a la entrada, dicha remoción se hará por el propietario del poste o instalación y por cuenta de este último; pero conforme al artículo 39.

Si la entrada se hace estando ya colocados el poste o la instalación, deberán cambiarse de lugar por el propietario de ellos, pero los gastos serán por cuenta del propietario del predio.

Los propietarios de postes o instalaciones estarán obligados a cambiar de lugar o suprimirlos a su costa, cuando se modifique la anchura de las aceras o se ejecute cualquier obra en la vía pública que lo haga necesario.

ARTICULO 44. Distintivos

Los postes e instalaciones que obren en la vía pública deberán ser plenamente identificados por sus propietarios, quienes conservarán documento que los acredite como sus propietarios.

ARTICULO 45. Delimitación de zonas

La Oficina de Urbanística Municipal, señalará las áreas, dentro de cuyos límites deban desaparecer determinada clase de postes o instalaciones. Notificará la determinación respectiva a los propietarios que deban cumplirla, concediéndoles un término de treinta días para que expongan y prueben lo que a sus intereses convenga; si en el término mencionado no presentaren objeciones o si éstas resultaren infundadas o improcedentes, la Oficina ordenará la supresión de los postes o instalaciones, fijando un plazo a los propietarios para que lo hagan por su cuenta y si no lo hicieron dentro del plazo que se les fije, a costa de ellos lo hará la citada Oficina; en cualquiera de los casos, debe respetarse lo indicado en el artículo 39.

TITULO TERCERO **PROYECTO ARQUITECTÓNICO**

CAPITULO VII **GENERALIDADES**

ARTICULO 46. Zonificación

La Oficina de Urbanística Municipal determinará las características de los edificios y los lugares en que éstos puedan autorizarse, según sus diferentes clases y usos para lo cual requerirá el dictamen de uso del suelo, tomando en

cuenta el Plan Director de Desarrollo Urbano de Sahuayo de Morelos, Mich., en lo que haya, en todo lo conducente.

ARTICULO 47. Aprobación

El proyecto que se presente para su aprobación deberá estar impreso o dibujado a tinta y a una escala adecuada. La Oficina de Urbanística Municipal aprobará o rechazará los proyectos arquitectónicos de acuerdo con sus características generales o particulares, aplicando en lo correspondiente el presente Reglamento y los lineamientos, normas y disposiciones vigentes en la materia. Todo proyecto que sea aprobado deberá contar con un director responsable de obra para su respectiva ejecución. Las excepciones a este artículo serán responsabilidad de la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 48. Proximidad a zonas típicas y monumentos

Las construcciones ubicadas en zonas típicas y en calles o plazas donde existan construcciones declaradas monumentos o de valor excepcional, deberán armonizar con el ambiente urbano-arquitectónico general de la calle o plaza de que forman parte, debiendo contar con el visto bueno de las juntas de conservación del aspecto típico de la localidad de que se trate, o del Instituto Nacional de Antropología e Historia, cuando se trate de monumentos históricos o fincas que se deben construir vecinos a ellos.

ARTICULO 49. Uso público y mixto

Los proyectos para edificios de uso mixto, se sujetarán en cada una de sus partes a las disposiciones relativas.

Son mixtos aquellos edificios en que se realicen actividades diferentes, ejemplo: vivienda y comercio.

Las construcciones que se destinen a uso comercial, hospitalario, gubernamental, cultural o recreativo, de espectáculo y en general, aquellos de utilidad pública, deberán contener en su diseño, rampas y puertas con un mínimo de noventa centímetros de ancho y pendiente no mayor de quince por ciento, para permitir el libre tránsito de minusválidos y baños adecuados que faciliten su uso.

ARTICULO 50. Materiales

Los materiales que se especifiquen en el proyecto, deberán ser de la especie y calidad que se requieran para el uso a que se destine cada parte del mismo, sujetándose a las disposiciones de este Reglamento sobre diseño y procedimiento de construcción.

ARTICULO 51. Previsiones contra incendio

Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos requeridos para prevenir y combatir los incendios y observar las medidas de seguridad que más adelante se señalan.

Los equipos y sistemas contra incendio deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento, para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá al H. Cuerpo de Bomberos a solicitud del mismo.

El Cuerpo de Bomberos tendrá la facultad de exigir en cualquier edificación las instalaciones o equipos especiales que juzgue necesarios además de los señalados en este artículo.

Los centros de reunión, escuelas, hospitales, industrias, instalaciones deportivas o recreativas, locales comerciales con superficie mayor de mil metros cuadrados, centros comerciales, laboratorios donde se manejen productos químicos, así como en edificios con altura mayor de diez niveles sobre el nivel de banqueta, deberán revalidar anualmente el visto bueno del Cuerpo de Bomberos.

Para los efectos de este Reglamento y de sus normas técnicas complementarias, se considerará como material a prueba de fuego, el que resista, por un mínimo de una hora, el fuego directo sin producir flama o gases tóxicos explosivos.

De acuerdo con la altura y superficie de las edificaciones, se deben tomar las siguientes prevenciones:

- I. Los edificios con altura hasta 15.00 m. con excepción de los edificios unifamiliares, deberán contar en cada piso con extinguidores contra incendio del tipo adecuado, colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación, de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se encuentre a mayor distancia de 30.00 m.
- II. Los edificios o conjuntos de edificios en un predio, con altura mayor de 15.00 m., así como los comprendidos en la fracción anterior, cuya superficie construida en un solo cuerpo sea mayor de 4,000 m. cuadrados deberán contar además, con las siguientes instalaciones y equipo:
 - a) Pozos de incendio en la cantidad, las dimensiones y ubicación que fije el Cuerpo de Bomberos.
 - b) Tanques o cisternas para almacenar agua en

proporción de cinco litros por metro cuadrado construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000 litros.

- c) Dos bombas automáticas, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, exclusivamente para surtir con la presión necesaria al sistema de mangueras contra incendio.
 - d) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotada de toma siamesa de 64 mm. de diámetro con válvula de no retorno en ambas entradas, 7.5 cuerdas por cada 25 mm. cople movable y tapón macho. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y en su caso una a cada 90 metros lineales de fachada, y se ubicará el paño del alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta, estará equipada con válvula de no retorno, de manera que el agua que se inyecte por la toma, no penetre a la cisterna.
 - e) En cada piso, gabinetes con salidas contra incendio, dotadas con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un área de 30 m. de radio y su separación no sea mayor de 60 m. Uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.
 - f) Las mangueras deberán ser de 38 mm. de diámetro, de material sintético, conectadas adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitar su uso. Estarán provistas de chiflones de neblina.
 - g) Deberán instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para mangueras de 38 mm. se exceda la presión de 4.2 kg/cm².
- III. Los edificios con altura mayor de 60 m. deberán contar en la azotea con un área adecuada, cuyas dimensiones mínimas sean de 10 x 10 m., que deberá permanecer libre permanentemente, para que en caso de emergencia pueda aterrizar en ella un helicóptero.

Los extinguidores deberán ser revisados cada año, debiendo señalarse en los mismos la fecha de la última revisión y carga y la de su vencimiento.

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

El acceso a los extinguidores deberá mantenerse libre de obstrucciones.

Las mangueras contra incendio deberán estar debidamente plegadas y conectadas permanentemente a las tomas. Su presión deberá ser revisada cuando menos cada ciento veinte días, salvo indicación contraria del Cuerpo de Bomberos. Después del uso o de la prueba deberán escurrirse, y ya secas acomodarse nuevamente en su gabinete.

Se deberá tener en la bodega de la edificación el número suficiente de mangueras de repuesto, según lo señale el mismo Cuerpo de Bomberos.

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

Los equipos de bombeo deberán probarse por lo menos semanalmente, bajo las condiciones de presión normal, por un mínimo de 3 minutos, utilizando para ellos los dispositivos necesarios para no desperdiciar el agua.

La presión del agua en la red contra incendio, deberá mantenerse entre 2.5 y 4.2 kg/cm², probándose en primer término simultáneamente las dos tomas de mangueras más altas y, a continuación, las dos más alejadas del abastecimiento, manteniendo todo el tiempo las válvulas completamente abiertas, por lo menos, durante tres minutos.

Estas pruebas deberán hacerse por lo menos cada ciento veinte días y se harán con manómetros y dispositivos que impidan el desperdicio del agua.

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

Las construcciones con altura superior a diez niveles sobre el nivel de la banqueta dedicadas a comercios, oficinas, hoteles, hospitales o laboratorios, deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en este artículo, con sistemas de alarma visuales y sonoros independientes entre sí.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número, al igual que el de los dispositivos de alarma será fijado por el H. Cuerpo de Bomberos.

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

Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios, y en su caso, para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área fácil de acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Los elementos estructurales de acero en edificios de más de cinco niveles deberán protegerse por medio de recubrimientos a prueba de fuego.

En los niveles destinados a estacionamiento será necesario colocar protecciones a estos recubrimientos para evitar que sean dañados por los vehículos.

Los elementos estructurales de madera se protegerán por medio de retardantes al fuego o de recubrimientos de asbesto o de materiales aislantes similares de no menos de 6 mm. de espesor.

Además, cuando estos elementos se localicen cerca de instalaciones sujetas a altas temperaturas, tales como tiros de chimenea, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 80°C deberán distar de los mismos un mínimo de 60 cm.

En el espacio comprendido entre los elementos estructurales y dichas instalaciones, deberá permitirse la circulación del aire para evitar temperaturas superiores a 80°C.

Los muros exteriores de una edificación se construirán con materiales a prueba de fuego, de manera que se impida la posible propagación de un incendio de un piso al siguiente o a las construcciones vecinas.

Las fachadas de cortinas, sea cual fuere el material de que estén hechas, deberán construirse en forma tal que cada piso quede aislado totalmente por medio de elementos a prueba de fuego.

Los muros cubrirán todo el espacio vertical comprendido entre los elementos estructurales de los pisos contiguos, sin interrumpirse en los plafones, en caso de existir éstos.

Los corredores y pasillos que den salida a viviendas, oficinas, aulas, centros de trabajo, estacionamientos y otros similares, deberán aislarse de los locales circundantes por medio de muros y puertas a prueba de fuego.

Las escaleras y las rampas de edificios que no sean

unifamiliares, deberán construirse con materiales incombustibles.

En edificios con altura superior a cinco niveles, las escaleras que no sean exteriores o abiertas, deberán aislarse de los pisos a los que sirvan por medio de vestíbulos con puertas que se ajusten a lo dispuesto en el párrafo siguiente.

En las edificaciones no unifamiliares, las puertas de acceso a escaleras o a salidas generales, se construirán con materiales a prueba de fuego. En ningún caso su ancho libre será inferior a 0.90 m. ni su altura menor de 2.05 m. Estas puertas abatirán hacia fuera en el sentido de la circulación de salida; al abrirse no deberán obstruir las circulaciones ni los descansos de rampas o escaleras y deberán contar con un dispositivo automático para cerrarlas.

Las escaleras en cada nivel estarán ventiladas permanentemente a fachadas o a cubos de luz, por medio de vanos cuya superficie no será menor del 10% de la planta del cubo de la escalera.

Cuando las escaleras se encuentren en cubos cerrados, deberá construirse adosado a ellos un ducto de extracción de humos, cuya área en planta sea proporcional a la del cubo de la escalera y que sobresalga del nivel de azotea 1.5m. como mínimo. Este ducto se calculará conforme a la siguiente función:

$$A = \frac{hs}{200}$$

En donde:

A = área en planta del ducto en metros cuadrados
h = altura del edificio en metros
s = área en planta del cubo de la escalera, en metros cuadrados

En este caso, el cubo de la escalera no estará ventilado al exterior en su parte superior para evitar que funcione como chimenea: sin embargo, podrá comunicarse con la azotea por medio de una puerta, que cierre automáticamente en forma automática y abra hacia fuera, la cual no tendrá cerradura de llave. La ventilación de estos cubos se hará por medio de vanos en cada nivel con persianas fijas inclinadas con pendiente ascendente hacia los ductos de extracción cuya superficie no será menor del 5% ni mayor del 8% de la planta del cubo de la escalera.

Los cubos de elevadores y de montacargas estarán contruidos con materiales incombustibles.

Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros

serán de materiales a prueba de fuego, y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60°C.

Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos, ropa, desperdicios o basura, se prolongarán y ventilarán hacia el exterior. Sus compuertas o buzones deberán ser capaces de evitar el paso de fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego.

Los depósitos de basura, papel, trapos o ropa, roperías de hoteles, hospitales, etc, estarán protegidos por medio de aspersores de agua contra incendio de acción automática en caso de incendio, exceptuando los depósitos de sólidos, líquidos o gases combustibles para cuyo caso el H. Cuerpo de Bomberos determinará lo conducente.

Se requerirá el visto bueno del H. Cuerpo de Bomberos para emplear recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones con altura mayor de cinco niveles así como en los centros de reunión.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento de líquidos o materias inflamables o explosivas.

En la subdivisión interior de áreas que pertenezcan a un mismo departamento o local, se podrán emplear cancelas con una resistencia al fuego inferior a la señalada para muros interiores divisorios, siempre que no produzcan gases tóxicos o explosivos bajo la acción del fuego.

Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales a prueba de fuego.

En el caso de los plafones falsos, ningún espacio comprendido entre el plafón y la losa se comunicará directamente con cubos de escaleras o de elevadores.

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 diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser

deshollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción o que se coloquen en ella como elementos decorativos, estarán a no menos de sesenta centímetros de las chimeneas y en todo caso, dichos materiales se aislarán por medio de asbesto o elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

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.

En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego.

Los edificios e inmuebles destinados a estacionamientos de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en este artículo con areneros de doscientos litros de capacidad colocados cada 10 m., en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.

No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos.

Los casos no previstos en este artículo quedarán sujetos a las disposiciones que al efecto dicte el H. Cuerpo de Bomberos.

ARTICULO 52. Construcciones provisionales

Las construcciones provisionales deberán ser seguras, higiénicas, tener buen aspecto y conservarse en buen estado. Su permanencia deberá restringirse al periodo de tiempo estrictamente necesario para la ejecución de las construcciones definitivas.

ARTICULO 53. Transportadores mecánicos

Toda edificación con piezas habitables, excluyendo los servicios que estén a una altura mayor de trece metros sobre el nivel de la acera, deberán contar con servicio de ascensor para personas, en las dimensiones y cantidades especificadas en este Reglamento.

ARTICULO 54. Autorización para el uso de transportadores mecánicos

No se podrá usar un transportador mecánico en una

construcción sin el permiso previo de la Oficina de Urbanística Municipal. Este permiso se extenderá a solicitud de los interesados, al término de las obras de edificación, siempre y cuando, se hayan revisado con apego a la licencia de construcción previamente otorgada y se cumplan todas las disposiciones legales y técnicas procedentes.

CAPITULO VIII

ALTURA DE LAS EDIFICACIONES

ESPACIOS SIN CONSTRUIR

ARTICULO 55. Altura máxima

Ningún punto de un edificio podrá estar a mayor altura de 1.74 veces su distancia al paramento vertical correspondiente al alineamiento opuesto de la calle.

En plazas y jardines, el alineamiento opuesto se localizará a cinco metros de la guarnición o en el límite interior de la acera si ésta tiene más de cinco metros de anchura.

La altura deberá contarse sobre la cota media de la guarnición de la acera, en el tramo de calle correspondiente al frente del predio.

En el caso de que hubiere plan parcial, o reglamento particular de la zona, regirán las alturas señaladas en el mismo.

Tratándose de zonas típicas y coloniales, las Juntas de Conservación decidirán al respecto.

ARTICULO 56. Altura máxima de edificaciones en esquinas de calles con anchuras diferentes

La altura de la fachada en el alineamiento de la calle angosta podrá ser la de la fachada en el alineamiento de la calle ancha, hasta una distancia equivalente a vez media la anchura de la calle angosta, medida a partir de la esquina.

ARTICULO 57. Zona de influencia de los aeródromos

Las zonas de influencia de los aeródromos serán fijadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en ellas regirán las limitaciones de altura que fije dicha Secretaría y las disposiciones de este Reglamento.

ARTICULO 58. Espacios sin construir y áreas de dispersión

Los edificios deberán tener los espacios sin construir que sean necesarios para lograr una buena iluminación y ventilación.

En la planta baja de hoteles, oficinas y escuelas deben dejarse como área de dispersión mínima en vestíbulos, patios

o plazas, el uno por ciento de la suma del área construida.

En las salas de espectáculos, centros de reunión y similares, el área de dispersión será por lo menos de veinticinco decímetros cuadrados por concurrente, debiendo quedar adyacente a la vía pública por lo menos la cuarta parte de dicha área, pudiendo suministrar hasta tres cuartas partes correspondientes en vestíbulos interiores.

En las salas de espectáculos cuyo cupo no esté definido, así como en los templos, para los efectos de este artículo se supondrá que corresponde un concurrente por cada cincuenta decímetros cuadrados de la sala de reunión.

En los edificios industriales, la Oficina de Urbanística Municipal fijará las limitaciones propias en cada caso.

Las áreas de dispersión en edificios de uso mixto, serán por lo menos iguales a la suma de las que se requieran para cada fin, salvo que se demuestre que no existe superposición de horarios en su funcionamiento.

CAPITULO IX **EDIFICIOS PARA HABITACIONES**

ARTICULO 59. Superficie descubierta

A partir del nivel en que se desplanten los pisos de un edificio destinado a habitación, deberán quedar libres las superficies destinadas a patios que sirvan para dar iluminación y ventilación a sus distintas dependencias, sin que dichas superficies puedan ser cubiertas con volados, corredores, pasillos o escaleras.

ARTICULO 60. Piezas habitables y no habitables

Se considerarán piezas habitables los locales que se destinen a salas, despachos, comedores y dormitorios; y no habitables, las destinadas a la cocina y cuartos de baños; el destino de cada local será el que resulte de su ubicación y dimensiones, mas no el que se le quiera fijar arbitrariamente.

ARTICULO 61. Dimensiones mínimas

La dimensión mínima de una pieza habitable será 2.50 m., el área mínima de 7.5 metros cuadrados y su altura mínima será de dos metros treinta centímetros, a dos metros ochenta centímetros según las condiciones climatológicas.

ARTICULO 62. Vivienda mínima

Sólo se autorizará la construcción de viviendas que tengan como mínimo una pieza habitable con sus servicios completos de cocina y baño.

ARTICULO 63. Iluminación y ventilación

Todas las piezas habitables en todos los pisos deberán tener iluminación y ventilación por medio de vanos que darán directamente a patios o a la vía pública. La superficie total de ventanas libres de toda construcción será por lo menos de un octavo de la superficie del piso de cada pieza y la superficie libre para ventilación deberá ser cuando menos de un veinticuatroavo de la superficie de la pieza.

ARTICULO 64. Dimensiones de los patios

Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación a piezas habitables tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

ALTURA HASTA	DIMENSION MINIMA
4.00 Mts.	2.50 Mts.
8.00 Mts.	3.25 Mts.
12.00 Mts.	4.00 Mts.

En caso de alturas mayores la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura total del paramento de los muros.

Para la iluminación y ventilación de piezas no habitables:

ALTURA HASTA	DIMENSION MINIMA
4.00 Mts	2.00 Mts.
8.00 Mts.	2.25 Mts
12.00 Mts.	2.50 Mts.

En el caso de las alturas mayores, la dimensión mínima del patio deberá ser un quinto de la altura total del paramento de los muros.

ARTICULO 65. Iluminación artificial

Los edificios para habitación deberán proveerse de medios de iluminación artificial que den cuando menos las cantidades de iluminación que se fijan en el capítulo correspondiente de este Reglamento.

ARTICULO 66. Circulaciones generales

Todas las viviendas de un edificio deberán tener salida a pasillos o corredores que conduzcan directamente a las puertas de salida o a las escaleras. El ancho de pasillos o corredores nunca será menor de un metro veinte centímetros; cuando haya barandales, éstos deberán tener cuando menos noventa centímetros de altura.

ARTICULO 67. Escaleras

Los edificios tendrán siempre escaleras que comuniquen todos los niveles, aunque tengan elevadores.

Cada escalera podrá dar servicio a veinte viviendas como máximo, en cada piso. Las escaleras tendrán una anchura mínima de noventa centímetros en edificios unifamiliares y la huella de sus escalones no será menor de veinticinco centímetros, ni los peraltes mayores de dieciocho centímetros, debiendo construirse con materiales incombustibles y protegerse con barandales con una altura mínima de noventa centímetros.

ARTICULO 68. Puerta de entrada

Las puertas a la calle tendrán una anchura libre mínima de noventa centímetros y en ningún caso, la anchura de la entrada será menor que la suma de las anchuras de las escaleras que desemboquen en ellas.

ARTICULO 69. Ventilación en cocinas y baños

Las cocinas y baños deberán tener directamente luz y ventilación por medio de vanos a la vía pública o a patios al exterior, la superficie de los vanos será cuando menos de un octavo del área de la pieza.

Se pueden permitir cocinas y baños sin la ventilación antes señalada, siempre que el local esté debidamente ventilado zenitalmente o por medios mecánicos de extracción.

ARTICULO 70. Instalaciones de agua

Todos los edificios destinados a habitaciones estarán previstos de instalaciones de agua potable que puedan suministrar al día ciento cincuenta litros por cada habitante. Si se instalan tinacos deberán ser de tal forma que se evite la sedimentación.

ARTICULO 71. Desagües pluviales

Las aguas pluviales que escurran por los techos o terrazas deberán ser conducidas a donde se indica en el artículo 22, o ser captadas en cisternas para su posterior utilización en riego de áreas verdes o para el aseo general.

ARTICULO 72. Fosas sépticas

Cuando no sea posible usar el drenaje municipal, será obligatorio descargar las aguas negras a una fosa séptica.

ARTICULO 73. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas deberán sujetarse a las disposiciones legales de la materia.

ARTICULO 74. Calderas

Las instalaciones de calderas, calentadores, aparatos similares y sus accesorios se harán de manera que no causen molestias ni pongan en peligro a los habitantes.

Su instalación y operación se sujetará a la legislación vigente.

CAPITULO X

EDIFICIOS PARA COMERCIOS Y OFICINAS

ARTICULO 75. Patios

Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación a edificios para comercios y oficinas tendrán las mismas dimensiones que los destinados a habitación, considerándose como piezas habitables las oficinas y comercios.

ARTICULO 76. Pasillos y corredores

Las oficinas y locales comerciales de un edificio deberán tener salida a pasillos y corredores que conduzcan directamente a las escaleras o a las salidas a la calle; la anchura de los pasillos y corredores nunca será menor de un metro veinte centímetros.

ARTICULO 77. Escaleras

Los edificios para comercios y oficinas tendrán siempre escaleras que comuniquen todos los niveles aun cuando tengan elevadores. La anchura mínima de las escaleras será de un metro veinte centímetros y la máxima de dos metros cuarenta centímetros; las huellas tendrán un mínimo de veintiocho centímetros y los peraltes un máximo de dieciocho centímetros; las escaleras deberán construirse con materiales incombustibles y tener pasamanos o barandales en caso de que se requieran, con una altura de noventa centímetros.

Cada escalera no podrá dar servicio a más de mil cuatrocientos metros cuadrados de planta y sus anchuras variarán en la forma siguiente:

HASTA	700 M ²	ANCHURA 1.20 Mts.
De	700 M ² a 1,050 M ²	ANCHURA 1.80 Mts.
De	1,050 M ² o más	ANCHURA 2.40 Mts.

ARTICULO 78. Instalaciones

Las instalaciones eléctricas y sanitarias de los edificios para comercios y oficinas se harán de acuerdo con las disposiciones legales de la materia.

ARTICULO 79. Servicios sanitarios

Los edificios para comercios y oficinas deberán tener dos locales para servicios sanitarios por piso, uno destinado al servicio de hombres y otro al de mujeres, ubicados en tal forma que no sea necesario subir o bajar más de un nivel para tener acceso a cualquiera de ellos.

Para cada cuatrocientos metros cuadrados o fracción de la superficie construida se instalará un excusado y un mingitorio para hombres, y por cada trescientos metros cuadrados o fracción un excusado para mujeres.

ARTICULO 80. Iluminación y ventilación

La iluminación y ventilación de los edificios para comercios y oficinas podrán ser naturales o artificiales; cuando sean naturales se observarán las reglas del capítulo sobre las habitaciones, y cuando sean artificiales se deberán satisfacer las condiciones necesarias para que haya suficiente aereación y visibilidad.

CAPITULO XI**EDIFICIOS PARA LA EDUCACION****ARTICULO 81.** Ubicación

Para que pueda otorgarse licencia de construcción, ampliación, adaptación o modificación de edificios que se destinen total o parcialmente a la educación o a cualquier otro uso semejante, será requisito indispensable que previamente se apruebe su ubicación.

ARTICULO 82. Superficie mínima

La superficie total del terreno destinado a la construcción de edificios para la educación será a razón de cinco metros cuadrados por alumno, como mínimo. El número de alumnos se calculará de acuerdo con la capacidad total de las aulas.

ARTICULO 83. Aulas

La capacidad de las aulas deberá calcularse a razón de un metro cuadrado por alumno; cada aula tendrá una capacidad máxima de cincuenta alumnos.

La altura mínima de las aulas será de tres metros.

ARTICULO 84. Iluminación y ventilación

Las aulas deberán estar iluminadas y ventiladas por medio de ventanas a la vía pública o a patios.

Las ventanas deberán abarcar por lo menos, toda la longitud

de uno de los muros más largos.

La superficie libre total de ventanas tendrá un mínimo de un quinto de la superficie del piso del aula, y la superficie libre para ventilación deberá ser por lo menos de un quinceavo del piso del aula.

ARTICULO 85. Patio para iluminación

Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación a las aulas deberán tener por lo menos, una dimensión de un medio de la altura del paramento y como mínimo tres metros.

ARTICULO 86. Iluminación artificial

La iluminación artificial de las aulas será directa y uniforme.

ARTICULO 87. Espacio para recreo

Los edificios para la educación, deberán contar con un espacio para el esparcimiento físico de los alumnos, con una superficie mínima equivalente a vez y media el área construida con fines diferentes del esparcimiento.

Estos espacios deberán tener pavimento adecuado.

Se exceptúa de esta obligación las escuelas especializadas.

ARTICULO 88. Puertas

Cada aula tendrá una puerta de un metro veinte centímetros de anchura por lo menos. Los salones de reunión tendrán dos puertas con esa anchura mínima y los que tengan capacidad para más de trescientas personas, se sujetarán a lo dispuesto en el capítulo relativo a centros de reunión. Las puertas en todos los casos abrirán hacia el exterior con el objeto de proporcionar un desalojo fluido en caso de siniestro

ARTICULO 89. Escaleras

Las escaleras de los edificios para la educación se construirán con materiales incombustibles de un metro veinte centímetros de anchura mínima; podrán dar servicio para cuatro aulas, por piso deberán ser aumentadas en sesenta centímetros por cada dos aulas o fracción; pero en ningún caso podrán tener una anchura mayor de dos metros cuarenta centímetros. Sus tramos serán rectos; peraltes de diecisiete centímetros como máximo; la altura mínima de los barandales será de noventa centímetros.

ARTICULO 90. Dormitorios

La capacidad de los dormitorios de los edificios para la

educación, se calculará a razón de diez metros cúbicos por cama, como mínimo.

ARTICULO 91. Iluminación y ventilación de dormitorios

Los dormitorios tendrán ventanas con un área total mínima de un quinto de la superficie del piso, de la cual deberán abrirse el equivalente a un quinceavo de la superficie del piso.

ARTICULO 92. Servicios sanitarios

Las escuelas contarán con servicios sanitarios separados para hombres y mujeres. Estos servicios se calcularán en la siguiente forma: en las escuelas primarias, como mínimo un excusado y un mingitorio por cada treinta alumnos y un excusado por cada veinte alumnas. En ambos servicios un lavabo por cada sesenta educandos. En las escuelas de segunda enseñanza y preparatorias un excusado y un mingitorio por cada cincuenta hombres y un excusado por cada sesenta mujeres. En ambos servicios un lavabo por cada doscientos educandos. Todas las escuelas tendrán un bebedero por cada cien alumnos, alimentando directamente de la toma municipal.

La concentración máxima de los muebles para los servicios sanitarios deberá estar en la planta baja.

Los dormitorios contarán con servicios sanitarios de acuerdo con el número de camas, debiendo tener como mínimo un excusado por cada veinte, un mingitorio por cada treinta, un lavabo por cada diez, una regadera con agua tibia por cada diez y un bebedero con agua potable por cada cincuenta.

ARTICULO 93. Enfermería

Toda escuela deberá tener un local adecuado para enfermería, dotado con equipo de emergencia.

CAPITULO XII INSTALACIONES DEPORTIVAS

ARTICULO 94. Drenaje

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

ARTICULO 95. Albercas

Deberán demarcarse debidamente las zonas para natación y para clavados, y señalarse en un lugar visible: La profundidad mínima, la máxima, el punto en que la profundidad sea de un metro cincuenta centímetros y en

donde cambie la pendiente del piso.

ARTICULO 96. Vestidores

Las instalaciones deportivas tendrán siempre servicio de vestidores.

ARTICULO 97. Graderías

Las estructuras de las graderías serán de materiales incombustibles: Sólo en casos excepcionales, la Oficina de Urbanística Municipal podrá autorizar que se construyan de madera.

ARTICULO 98. Servicios sanitarios

Toda instalación deportiva deberá contar con servicios sanitarios suficientes e higiénicos.

CAPITULO XIII BAÑOS

ARTICULO 99. Regaderas

En los edificios para baños, el departamento de regaderas tendrá como mínimo una regadera por cada cuatro casilleros o vestidores, sin comprender las regaderas de presión.

ARTICULO 100. Baños de vapor o de aire caliente

Los locales destinados a baño de vapor o de aire caliente, tendrán una superficie que se calculará a razón de un metro cuadrado por casillero y vestidor, con un mínimo de catorce metros cuadrados y una altura mínima de tres metros cincuenta centímetros.

ARTICULO 101. Recubrimientos

Los baños públicos deberán tener pisos impermeables antiderrapantes, recubrimientos de muros y techos de materiales incombustibles, lisos y de fácil aseo. Los ángulos deberán redondearse.

ARTICULO 102. Ventilación

La ventilación en los edificios para baños serán suficientes para evitar una concentración inconveniente de bióxido de carbono.

ARTICULO 103. Iluminación

La iluminación de los edificios para baños podrá ser natural o artificial; cuando sea natural las ventanas tendrán una superficie mínima igual a un octavo de la superficie del piso

del local, y cuando sea artificial se proporcionará por medio de instalaciones eléctricas adecuadas para resistir la humedad.

ARTICULO 104. Servicios sanitarios

En los edificios para baños, los departamentos de hombres tendrán como mínimo: Un excusado, dos mingitorios y un lavabo por cada doce casilleros o vestidores. Los de mujeres tendrán como mínimo: Un excusado y un lavabo por cada ocho casilleros o vestidores.

ARTICULO 105. Albercas

Deberán separarse debidamente las zonas para natación y para clavados y señalarse en lugar visible: La profundidad mínima, la máxima, el punto en que la profundidad sea de un metro cincuenta centímetros y en donde se cambie la pendiente del piso.

ARTICULO 106. Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones hidráulicas y de vapor de los edificios para baños deberán tener fácil acceso para su mantenimiento y conservación.

ARTICULO 107. Autorización

Para otorgar la licencia de construcción de los edificios para baños, se deberá previamente recabar la autorización sanitaria y de agua potable y alcantarillado otorgada por el organismo operador.

**CAPITULO XIV
HOSPITALES****ARTICULO 108.** Dimensiones

Las dimensiones mínimas de los cuartos para enfermos, de los corredores y patios, se sujetarán a lo dispuesto en el capítulo de Habitaciones, y en las escaleras a lo dispuesto en el capítulo de Comercios y Oficinas.

Las dimensiones de las salas generales para enfermos se calcularán en la misma forma que las de dormitorios en edificios para la educación.

La instalación eléctrica general se abastecerá, en caso de falla del servicio público, de una planta con la capacidad que se requiera, la cual deberá ser instalada por el propietario del hospital.

No se autorizará la ocupación ni el uso del hospital sin que satisfaga este requisito, y si ya estuviere construido, podrá

clausurarse hasta que se satisfaga, sin perjuicio de la sanción prevista en el artículo 495 fracción VI, de este Reglamento.

Toda construcción destinada a un uso diferente del de hospital, que pretenda destinarse o adaptarse para este fin deberá sujetarse a estos requisitos.

ARTICULO 109. Disposiciones diversas

Los edificios para hospitales se regirán además por las disposiciones legales de la materia.

**CAPITULO XV
INDUSTRIAS****ARTICULO 110.** Autorización

Para que pueda otorgarse licencia de construcción, ampliación, adaptación o modificación de un edificio para usos industriales, será requisito indispensable, que previamente se apruebe su ubicación conforme a las disposiciones legales aplicables.

Las industrias que por su importancia y por la naturaleza de sus actividades y desechos impliquen riesgos, se ubicarán fuera de la zona urbana; las que causen molestias, en zonas industriales y si las molestias son tolerables, en cualquier zona siempre que no existan prohibiciones o restricciones que lo impidan. En cualquiera de los casos se observará el Plan Director de Desarrollo Urbano de la localidad, y se acatará lo dispuesto por la Ley de Desarrollo Urbano del Estado (capítulo referente a compatibilidades e incompatibilidades de usos).

ARTICULO 111. Licencia

Para expedir la licencia a que se refiere el artículo anterior, la Oficina de Urbanística Municipal deberá cuidar que las construcciones satisfagan lo previsto en los Reglamentos de medidas Preventivas, de Accidentes, y de Higiene del Trabajo.

ARTICULO 112. Accesos

No podrán tener accesos directos desde las carreteras, autopistas urbanas, avenidas o calles colectoras, las industrias con superficie inferior a mil quinientos metros cuadrados.

ARTICULO 113. Superficie de una industria

La superficie que ocupa una industria se constituye por la suma de todas las superficies de locales y espacios destinados a esta actividad. No se computará la superficie

de las oficinas, zonas de exposición y venta y si éstas tienen acceso independiente de los locales destinados a trabajo industrial, ya sea directo desde el exterior o a través de un espacio de distribución.

ARTICULO 114. Condiciones para los puestos de trabajo

Los locales industriales deberán tener como mínimo para cada puesto de trabajo, una superficie de dos metros cuadrados y un volumen de diez metros cúbicos. Se exigirá iluminación y ventilación natural o artificial. En el primer caso los accesos de luz y ventilación deberán tener una superficie total no inferior a un octavo del área que tenga la planta del local. En el segundo, casi se exigirá la presentación de proyectos detallados de las instalaciones, los cuales deberán ser aprobados por la Secretaría de Industria y Comercio.

ARTICULO 115. Servicios sanitarios

Se deberán instalar servicios sanitarios independientes para ambos sexos, a razón de una dotación de muebles sanitarios para cada veinte obreros o fracción.

ARTICULO 116. Escaleras

Las escaleras de circulación general cumplirán las condiciones fijadas para las de vivienda.

ARTICULO 117. Materiales de las estructuras

Todos los parámetros interiores, así como los pavimentos, serán impermeables y lisos. Los materiales que constituyan la edificación deberán ser incombustibles y las estructuras resistentes al fuego y de características tales que no permitan llegar al exterior ruidos ni vibraciones cuyos niveles violen las disposiciones que determina la Ley Federal para prevenir y combatir la contaminación ambiental y sus reglamentos.

ARTICULO 118. Movimiento de maquinaria

Para el movimiento de máquinas y aparatos, así como para el alumbrado, únicamente se permite el empleo de energía eléctrica, prohibiéndose la utilización de energía de otros orígenes, salvo en casos de emergencia.

ARTICULO 119. Instalación de fábricas

No se permitirá ninguna instalación fabril debajo de las viviendas.

ARTICULO 120. Tratamiento de aguas residuales

Si las aguas residuales no reúnen las condiciones para ser

vertidas al sistema de drenaje, habrán de ser sometidas a tratamiento por la propia industria contaminante y con cargo a ésta, para cumplir con lo dispuesto por la Ley Federal para prevenir y combatir la contaminación ambiental.

ARTICULO 121. Residuos industriales

Si los residuos producidos por la empresa, por sus características, no puedan ser recogidos por el servicio de limpia municipal, deberán de ser trasladados directamente por cuenta de la empresa, a los lugares fijados y destinados por el Municipio y/o por la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 122. Gases y vapores industriales

La evacuación de gases, vapores y polvos que se produzcan en el interior de la fábrica, deberá hacerse con las instalaciones adecuadas para la seguridad personal, además de cubrir las disposiciones en vigor al respecto.

ARTICULO 123. Prevención contra incendios

Para la prevención y extinción de incendios se dispondrá de salida de emergencia y de los aparatos en instalaciones para el caso.

CAPITULO XVI
SALAS DE ESPECTÁCULOS

ARTICULO 124. Autorización

Para otorgar la licencia de construcción, ampliación, adaptación o modificación de edificios que se destinen total o parcialmente para teatros, cinematógrafos, salas de conciertos, salas de conferencias o cualquier otro con usos semejantes, será requisito indispensable la aprobación previa de su ubicación y demás requisitos conforme a las disposiciones legales aplicables.

ARTICULO 125. Comunicaciones con la vía pública

Las salas de espectáculos deberán tener accesos y salidas directas a la vía pública o comunicarse con ella por pasillos, con una anchura mínima igual a la suma de las anchuras de todas las circulaciones que desalojen las salas por esos pasillos.

Los accesos y salidas de las salas de espectáculos se localizarán de preferencia en calles diferentes.

ARTICULO 126. Salidas

Toda sala de espectáculos deberá tener por lo menos tres salidas con anchura mínima de un metro ochenta centímetros

cada una. En todos los casos las puertas abrirán hacia el exterior con el objeto de propiciar un desalojo fluido en caso de siniestro.

ARTICULO 127. Vestíbulos

Las salas de espectáculos deberán tener vestíbulos que comuniquen la sala con la vía pública o con los pasillos que den acceso a ésta; estos vestíbulos tendrán una superficie mínima de quince decímetros cuadrados por cada concurrente. Además cada clase de localidad deberá tener espacio para el descanso de los espectadores en los intermedios, que se calculará a razón de quince decímetros cuadrados por concurrente.

Los pasillos de la sala desembocarán al vestíbulo a nivel con el piso de éste.

ARTICULO 128. Taquillas

Las taquillas para la venta de boletos no deben obstruir la circulación por los accesos y se localizarán en forma visible; habrá una por cada mil quinientas personas o fracción para cada tipo de localidad. En ningún caso se permitirá que por su ubicación den servicio directamente hacia la vía pública, debiendo preverse espacio suficiente para el movimiento y desahogo del público.

ARTICULO 129. Altura libre

El volumen de la sala se calculará a razón de dos y medio metros cúbicos por espectador, como mínimo. La altura libre de la misma, en ningún punto será menor que tres metros.

ARTICULO 130. Butacas

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

La anchura mínima de las butacas, será de cincuenta centímetros y la distancia mínima entre sus respaldos de ochenta y cinco centímetros; deberá quedar un espacio libre como mínimo de cuarenta centímetros entre el frente de un espacio y el respaldo del próximo, medido entre verticales. La distancia desde 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.

Se ordenará el retiro de butacas de las zonas de visibilidad defectuosas. Las butacas deberán estar fijadas en el piso, con la excepción de las que se encuentren en los palcos y plateas.

Los asientos serán plegadizos.

Las filas que desemboquen en dos pasillos no podrán tener

más de catorce butacas, y las que desemboquen a uno solo, no más de siete.

ARTICULO 131. Pasillos interiores

La anchura mínima de los pasillos longitudinales con asientos en ambos lados deberán ser de un metro veinte centímetros, la de los que tengan un solo lado, de noventa centímetros. En los pasillos con escalones, las huellas de éstos tendrán un mínimo de treinta centímetros, y sus peraltes un máximo de diecisiete centímetros, convenientemente iluminados.

En los muros de los pasillos, no se permitirá salientes a una altura menor de tres metros, en relación con el piso de los mismos.

ARTICULO 132. Puertas

La anchura de las puertas que comuniquen la salida con el vestíbulo, deberán permitir la evacuación de la sala en tres minutos, considerando que cada persona pueda salir por una anchura de sesenta centímetros en un segundo. La anchura siempre será múltiple de sesenta centímetros y la mínima de un metro veinte centímetros. En todos los casos las puertas abrirán hacia el exterior o hacia donde sea el flujo de desalojo de emergencia.

ARTICULO 133. Salidas de emergencia

Cada piso o tipo de localidad, con cupo superior a cien personas deberá tener por lo menos, además de las puertas especificadas en el artículo anterior, una salida de emergencia que comunique a la calle directamente o por medio de pasajes independientes.

La anchura de las salidas y de los pasajes deberán permitir el desalojo de la sala en tres minutos.

Las hojas de las puertas deberán abrirse hacia el exterior y estar colocadas de manera que al abrirse, no obstruyan algún pasillo, ni escaleras, ni descansos; tendrán los dispositivos necesarios que permitan su apertura con el simple empuje de las personas que salgan. Ninguna puerta se abrirá directamente sobre un tramo de escaleras sin un descanso mínimo de un metro.

ARTICULO 134. Puertas simuladas

Se prohíbe que en los lugares destinados a la permanencia o al tránsito del público haya puertas simuladas o espejos que hagan aparecer al local con mayor amplitud que la que realmente tenga.

ARTICULO 135. Letreros

En todas las puertas que conduzcan al exterior habrá letreros con la palabra SALIDA, y en flechas luminosas indicando la dirección de las salidas; las letras tendrán una altura mínima de quince centímetros y estarán permanentemente iluminadas aunque se interrumpa el servicio eléctrico general.

ARTICULO 136. Escaleras

Las escaleras tendrán una anchura mínima igual a la suma de las anchuras de las puertas o pasillos a los que den servicio, peraltes máximos de diecisiete centímetros y huellas mínimas de treinta centímetros; deberán construirse de materiales incombustibles y tener pasamanos a noventa centímetros de altura en cada faja de un metro veinte centímetros de anchura.

Cada piso deberá tener por lo menos dos escaleras.

ARTICULO 137. Guardarropa

Los guardarropa no obstruirán el tránsito del público y se ubicarán en el vestíbulo de acceso.

ARTICULO 138. Aislamiento

Los escenarios, vestidores, bodegas, talleres, cuartos de máquinas y casetas de proyección, deberán estar aislados entre sí, y de la sala, mediante muros, techos, pisos, telones y puertas de materiales incombustibles. Las puertas tendrán dispositivos que las mantengan cerradas, sin impedir su libre funcionamiento.

ARTICULO 139. Salida de servicio

Los escenarios, vestidores, bodegas, talleres, cuartos de máquinas y casetas de proyección deberán tener salidas independientes de las de la sala.

ARTICULO 140. Casetas

La dimensión mínima de las casetas de proyección será de dos metros veinte centímetros. No tendrán comunicación directa con la sala.

Deberán tener ventilación artificial y estar debidamente protegidas contra incendios.

ARTICULO 141. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica general se abastecerá, en caso de falla del servicio público, de una planta con la capacidad que se requiera.

Habrà una instalación de emergencia con encendido

automático, alimentada por acumuladores o baterías, que proporcionará a la sala, vestíbulos y pasos de circulación, mientras entre en operación la planta, la iluminación señalada en el Capítulo XXII.

ARTICULO 142. Ventilación

Todas las salas de espectáculos deberán tener la ventilación artificial, adecuada y necesaria. La temperatura del aire tratado estará comprendida entre los veintitres y veintisiete grados centígrados, su humedad relativa entre treinta y sesenta por ciento, y la concentración de bióxido de carbono no será mayor de quinientas partes por millón.

ARTICULO 143. Servicios sanitarios

Las salas de espectáculos tendrán servicios sanitarios para cada localidad. Uno para cada sexo, precedidos por un vestíbulo, ventilados artificialmente de acuerdo con las normas señaladas en el artículo anterior.

Estos servicios se calcularán en la siguiente forma: En el departamento de hombres, un excusado, tres mingitorios y dos lavabos por cada cuatrocientos cincuenta espectadores y en el departamento para mujeres dos excusados y un lavabo por cada cuatrocientas cincuenta espectadoras.

En cada departamento habrá por lo menos un bebedero con agua potable. Además tendrán servicio sanitario adecuado para los actores.

Estos servicios deberán tener pisos impermeables y convenientemente drenados. Recubrimientos de muros con una altura mínima de un metro ochenta centímetros, con materiales impermeables lisos y de fácil aseo. Los ángulos deberán redondearse.

Tendrán depósitos para agua con capacidad de seis litros por espectador.

ARTICULO 144. Previsiones contra incendio

Las salas de espectáculos tendrán una instalación hidráulica independiente para caso de incendio; la tubería de conducción será de un diámetro mínimo de siete y medio centímetros, y la presión necesaria en toda la instalación para que el chorro de agua alcance el punto más alto del edificio.

Dispondrán de depósitos para agua conectados a la instalación contra incendio, con capacidad de cinco litros por espectador.

El sistema hidroneumático deberá instalarse de modo que

funcione con la planta de emergencia, por medio de una conexión, independiente y blindada.

En cada piso y en el proscenio se colocarán dos mangueras, una a cada lado, conectadas a la instalación contra incendio.

Se sujetarán, además a todas las disposiciones que dicte el Cuerpo de Bomberos de la Dirección de Policía y Tránsito.

ARTICULO 145. Autorización de funcionamiento

Sólo se autorizará el funcionamiento de las salas de espectáculos cuando los resultados de las pruebas de carga y de sus instalaciones sean satisfactorios. Esta autorización deberá recabarse anualmente ante la Oficina de Urbanística Municipal correspondiente.

CAPITULO XVII CENTROS DE REUNIÓN

ARTICULO 146. Ubicación

Para otorgar la licencia de construcción, remodelación, ampliación, adaptación o modificación de edificios que se destinen total o parcialmente para casinos, cabarets, restaurantes, salas de bailes o cualquier otro con usos semejantes, será requisito indispensable la aprobación previa de su ubicación.

Será requisito indispensable la aprobación de su ubicación y el destinar un área proporcional a su capacidad para estacionamiento.

ARTICULO 147. Comunicación con la vía pública

Los centros de reunión deberán tener accesos y salida directamente a la vía pública o comunicarse con ella por medio de un estacionamiento proporcional a su capacidad por pasillos de una anchura mínima igual a la suma de las anchuras de todas las fajas de circulación que conduzcan a ellas.

ARTICULO 148. Altura libre

La altura libre mínima de las salas de centros de reunión será de tres metros.

ARTICULO 149. Cupo

El cupo de los centros de reunión se calculará a razón de un metro cuadrado por persona, descontándose la superficie de una pista de baile, en su caso, la que deberá tener veinticinco decímetros cuadrados por persona.

ARTICULO 150. Puertas

La anchura de las puertas de los centros de reunión deberá permitir la salida de los asistentes en tres minutos considerando que una persona puede salir por una anchura de sesenta centímetros en un segundo. La anchura siempre será múltiple de sesenta centímetros, y la mínima, de un metro veinte centímetros.

Las hojas de las puertas deberán abrir hacia el exterior y estar colocadas de manera que, al abrirse, no obstruyan ningún pasillo, escaleras o descanso y tendrán los dispositivos necesarios que permitan su apertura con el simple empuje de las personas que salgan. Ninguna puerta se abrirá directamente sobre un tramo de escalera, sino a un descanso mínimo de un metro.

ARTICULO 151. Letreros

Cumplirán con las mismas disposiciones marcadas en el Capítulo XVI, artículo 135, para salas de espectáculos.

ARTICULO 152. Escaleras

Las escaleras tendrán una anchura mínima igual a la suma de las anchuras de las puertas o pasillos a los que den servicio, peraltes máximos de diecisiete centímetros y huellas mínimas de treinta centímetros; deberán construirse con materiales incombustibles y tener pasamanos a noventa centímetros de altura por cada faja de un metro veinte centímetros de anchura.

ARTICULO 153. Guardarropa

Los guardarropa no obstruirán el tránsito del público, y se ubicarán en el vestíbulo de acceso.

ARTICULO 154. Aislamiento

Los escenarios, vestidores, cocinas, bodegas, talleres y cuartos de máquinas deberán estar aislados entre sí y de las salas mediante muros, techos, pisos, telones y puertas de materiales incombustibles. Las puertas tendrán dispositivos que las mantengan cerradas, sin impedir su libre funcionamiento.

ARTICULO 155. Instalaciones eléctricas

Los centros de reunión tendrán una instalación de emergencia con encendido automático, alimentada por acumuladores o baterías que proporcionará a la sala, vestíbulos y circulaciones, cuando falte el servicio público, la iluminación señalada en el Capítulo XXII.

Además la instalación eléctrica general de los cabarets se abastecerá en caso de falla del servicio público, de una

planta con capacidad suficiente.

ARTICULO 156. Ventilación

Los centros de reunión en caso de ser insuficiente la ventilación natural, deberá tenerla artificial, necesaria y suficiente.

ARTICULO 157. Servicios sanitarios

Los servicios sanitarios en los centros de reunión se calcularán en la siguiente forma: En el departamento para hombres: un excusado, tres mingitorios y dos lavabos por cada doscientos veinticinco concurrentes; y en el departamento de mujeres: dos excusados y un lavabo por cada doscientos veinticinco concurrentes.

Además tendrán servicios sanitarios adecuados para los empleados y actores.

Estos servicios deberán tener piso impermeable y convenientemente drenados; recubrimientos de muros con una altura mínima de un metro ochenta centímetros, con materiales impermeables y lisos de fácil aseo. Los ángulos deberán redondearse. Tendrán depósitos para agua con capacidad de seis litros por concurrente.

ARTICULO 158. Previsiones contra incendio

Los centros de reunión se sujetarán a todas las disposiciones que dicte el Cuerpo de Bomberos de la Dirección de Policía y Tránsito y a lo indicado en el artículo 51.

ARTICULO 159. Autorización de funcionamiento

Sólo se autorizará el funcionamiento de los centros de reunión cuando los resultados de las pruebas de carga y de sus instalaciones, sean satisfactorios. Esta autorización deberá recabarse anualmente, ante la Oficina de Urbanística Municipal correspondiente.

CAPITULO XVIII**EDIFICIOS PARA ESPECTACULOS DEPORTIVOS****ARTICULO 160.** Ubicación

Para otorgar la licencia de construcción, remodelación, ampliación, adaptación o modificación de edificios que se destinen total o parcialmente para estadios, plazas de toros, arenas, hipódromos, lienzos charros o cualquier otro con usos semejantes, será requisito indispensable la aprobación

previa de su ubicación.

ARTICULO 161. Ventilación e iluminación

Los edificios para espectáculos deportivos se sujetarán a lo dispuesto en el Capítulo XVI por lo que respecta a iluminación y ventilación.

ARTICULO 162. Gradas

Las gradas deberán tener una altura mínima de cuarenta centímetros y máxima de cincuenta centímetros y una profundidad mínima de setenta centímetros. Para calcular el cupo, se considerará un módulo longitudinal de cuarenta y cinco centímetros por espectador. Deberán construirse de materiales incombustibles, sólo en casos excepcionales, la Oficina de Urbanística Municipal podrá autorizar que se construyan de materiales que no cumplan con ese requisito.

En las gradas con techo, la altura libre mínima será de tres metros. Las butacas se sujetarán a los requisitos señalados en el Capítulo XVI.

ARTICULO 163. Circulaciones

Las gradas tendrán escaleras cada nueve metros, con anchura mínima de noventa centímetros, huellas mínimas de veintisiete centímetros y peraltes máximos de dieciocho centímetros. Cada diez filas, habrá pasillos paralelos a las gradas, con anchura mínima igual a la suma de las anchuras de las escaleras que desemboquen a ellos, entre dos puertas o vomitorios contiguos.

ARTICULO 164. Accesos

Las puertas o vomitorios de los edificios para espectáculos deportivos deberán permitir la salida de los espectadores en tres minutos, considerando que una persona puede salir por una anchura de sesenta centímetros (y la mínima de un metro veinte centímetros) en un segundo.

ARTICULO 165. Protecciones

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

ARTICULO 166. Enfermería

Los edificios para espectáculos deportivos tendrán un local adecuado para enfermería, dotado con equipo de emergencia y un botiquín con los materiales de curación indispensables para primeros auxilios.

ARTICULO 167. Servicios sanitarios

Los edificios para espectáculos deportivos tendrán servicios sanitarios en cada localidad, para cada sexo precedidos por vestíbulos, ventilación artificial de acuerdo con las normas señaladas en el artículo 142. Estos servicios se calcularán en la siguiente forma: En el departamento para hombres, un excusado, tres mingitorios y dos lavabos por cada cuatrocientos cincuenta espectadores; en el departamento para mujeres, dos excusados y un lavabo por cada cuatrocientos cincuenta espectadores. En cada departamento habrá por lo menos, un bebedero con agua potable. Además tendrán vestidores y servicios sanitarios adecuados para los participantes.

Estos servicios deberán tener pisos impermeables y convenientemente drenados. Recubrimientos de muros con una altura mínima de un metro ochenta centímetros con materiales impermeables, lisos y de fácil aseo, los ángulos deberán redondearse.

Los edificios para espectáculos deportivos tendrán depósitos para agua con capacidad de dos litros por espectador.

ARTICULO 168. Previsiones contra incendio

Los edificios para espectáculos deportivos se sujetarán a todas las disposiciones que dicte el Cuerpo de Bomberos de la Dirección de Policía y Tránsito.

ARTICULO 169. Autorización de funcionamiento

Sólo se autorizará el funcionamiento de los edificios para espectáculos deportivos cuando los resultados de las pruebas de carga y de sus instalaciones, sean satisfactorias.

Esta autorización deberá recabarse anualmente ante la Oficina de Urbanística Municipal correspondiente.

CAPITULO XIX
TEMPLOS**ARTICULO 170.** Ubicación

Para otorgar licencia de construcción, remodelación, ampliación, adaptación o modificación de edificios que se destinen total o parcialmente para templos o cualesquier otros con usos semejantes, será requisito indispensable la aprobación previa de su ubicación.

ARTICULO 171. Cupo

El cupo de los templos se calculará a razón de dos asistentes por metro cuadrado.

ARTICULO 172. Volumen

El volumen de las salas de los templos se calculará a razón de dos y medio metros cúbicos por asistente como mínimo.

ARTICULO 173. Puertas

La anchura de las puertas de los templos deberá permitir la salida de los asistentes en tres minutos, considerando que una persona puede salir por una anchura de sesenta centímetros en un segundo. La anchura siempre será múltiple de sesenta centímetros, y la mínima de un metro veinte centímetros.

ARTICULO 174. Ventilación

La ventilación de los templos podrá ser natural o artificial, la superficie de ventilación deberá ser por lo menos de la décima parte de la superficie de la sala, y cuando sea artificial será adecuada y operará satisfactoriamente.

CAPITULO XX

ESTACIONAMIENTOS, GARAGES Y TERMINALES

ARTICULO 175. Generalidades

Estacionamiento es un lugar de propiedad pública o privada destinado para guardar vehículos. Las normas de proyecto para estacionamiento tienen como finalidad, que los estacionamientos que se construyan reúnan las características geométricas adecuadas para que la circulación de los automóviles en el interior del inmueble resulte cómoda y segura, y las entradas y salidas del mismo no originen conflictos en la vía pública.

Para otorgar licencia de construcción, ampliación, adaptación o modificación para un estacionamiento en un edificio, ya sea éste para uso de empleados o de carácter público, será necesaria la aprobación por parte de la Oficina de Urbanística Municipal para verificar que cumpla con su ubicación, además de las normas como estacionamiento, con el presente Reglamento y en lo referente al tema de Conservación del Aspecto Típico de la Ciudad.

ARTICULO 176. Entradas y salidas

Como norma general, los accesos a un estacionamiento deberán estar ubicados sobre la calle secundaria y lo más lejos posible de las intersecciones, para evitar de esta forma

que lo contrario sea causa de conflicto.

En las entradas y salidas de los estacionamientos, todos los movimientos de los vehículos deben desarrollarse con fluidez sin causar ningún entorpecimiento a la vía pública.

Los estacionamientos de servicio público deberán tener carriles de entradas y salidas por separado, para que los vehículos en ningún caso utilicen un mismo carril y entren o salgan en reversa. En estacionamientos de servicio particular se podrá admitir que cuenten con un solo carril de entrada y salida por cada planta que no exceda 30 cajones de estacionamiento. El número máximo de plantas por predio para este requisito será de dos.

ARTICULO 177. Superficie y altura mínimas

La superficie mínima aceptada para un edificio de estacionamiento con rampas será de 930 m (31 x 31 m.) En el caso de un edificio de oficinas, habitación multifamiliar, hospitales, etc., las dimensiones del área de estacionamiento quedarán definidas por el número mínimo de espacio requerido en el Art. 192 de este Capítulo.

La altura mínima de los pisos será de 2.65 m. para el primer nivel y de 2.10 m. en los demás, como mínimo.

ARTICULO 178. Dimensiones mínimas de los cajones

En términos generales, al proyectar un estacionamiento se tomarán las dimensiones de cajón para automóviles grandes y medianos. Si existen limitaciones en el espacio disponible, podrá destinarse, una parte del mismo al estacionamiento de automóviles chicos, pudiendo ser esta opción de hasta el 70% del número de cajones del estacionamiento como máximo.

En el proyecto de estacionamientos, podrán tomarse dimensiones de cajón para automóviles grandes y medianos o bien para automóviles chicos, dependiendo de los requerimientos y de lo mencionado en el artículo 178.

Como mínimo podrán tomarse las siguientes dimensiones:

Tipo del Automóvil	Dimensiones del Cajón en Metros	
	En batería	En cordón
Grandes y Medianos		
Chicos	5.0 x 2.40	6.0 x 2.40
	4.20 x 2.20	4.80 x 2.00

ARTICULO 179. Dimensiones mínimas para los pasillos y áreas de maniobra

Las dimensiones mínimas para los pasillos de circulación, dependerán del ángulo de los cajones de estacionamiento.

Los valores mínimos que se tomarán serán :

Ángulo del Cajón	Anchura del Pasillo en Metros	
	Grandes y Medianos	Chicos
30	3.0	2.7
45	3.3	3.0
60	5.0	4.0
90	6.0	5.0

Toda maniobra para el estacionamiento de un automóvil deberá llevarse a cabo en el interior del predio, sin invadir la vía pública y en ningún caso deberán salir vehículos en reversa a la calle.

ARTICULO 180. Medio de circulación vertical

180.1.- Tipos de rampas

Se considerará que un estacionamiento podrá tener rampas rectas, entre medias plantas a alturas alternas, rampas helicoidales, estacionamiento en la propia rampa o bien por medios mecánicos.

180.2.- Pendiente máxima en las rampas

En los casos de estacionamiento de autoservicio, se permitirá una pendiente máxima del 13%, y en los casos de estacionamiento para empleados se permitirá una pendiente máxima del 15%. En los casos en los que la capacidad del estacionamiento no sea suficiente para alojar la cantidad de vehículos requeridos, se permitirá el estacionamiento en las propias rampas si éstas no exceden de una pendiente del 6%.

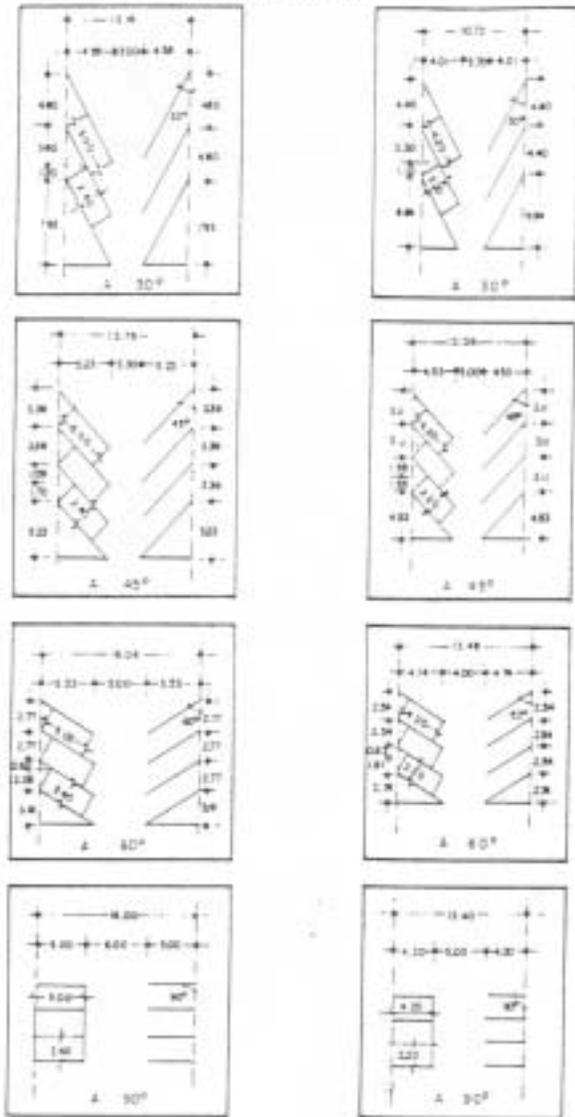
En las rampas rectas con pendientes mayores del 12% deberán construirse tramos de transición en la entrada y salida de acuerdo con lo especificado en la fig. 180-1.

Por otro lado, en estacionamientos de autoservicio, toda rampa de salida deberá terminar a una distancia mínima de 5 m. antes del alineamiento. En esta distancia de 5 m. se podrá permitir una pendiente máxima del 5%, pudiendo incluirse en la misma transición.

AUTOMÓVILES
GRANDES Y MEDIANOS

AUTOMOVILES
CHICOS

(cotas en metros)



180.3.- Rampas con doble sentido de circulación.

Las rampas con doble sentido de circulación deberán tener una faja separadora central que tendrá una anchura mínima de 30 cm. cuando se trate de rampas rectas y de 45 cm. en el caso de rampas curvas.

En el caso de rampas helicoidales, una al lado de la otra, la rampa exterior se deberá destinar para subir y la rampa interior para bajar. La rotación de los automóviles se

efectuará en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

180.4.- Ancho de pasillos y de arroyo en rampas.

180.4.1.

La anchura mínima del arroyo en rampas en recta será de 2.50 m. por carril en entrada y salida.

180.4.2.

Los pasillos de circulación deberán tener un radio de giro mínimo de 7.50 m. al eje.

180.4.3.

Los pasillos de circulación proyectados con el radio de giro mínimo deberán tener una anchura mínima libre de 3.50 m.

180.4.4.

En las rampas helicoidales se tomarán como mínimo los siguientes valores:

Radio de giro del carril interior al eje de la rampa	7.50 m.
Anchura mínima del carril interior.	3.50 m.
Anchura mínima del carril exterior.	3.20 m.
Sobreelevación máxima.	0.10 m.

180.5.- Altura de guarniciones.

La altura mínima de guarniciones centrales y laterales para estacionamientos será de 15 cm.

180.6.- Ancho banquetas.

La anchura mínima de las banquetas laterales será de 30 cm. en recta y de 50 cm. en curva.

Las columnas y muros que limitan los pasillos de circulación deberán tener una banqueta e 15 cm. de altura y 30 cm. de ancho, con los ángulos redondeados.

180.7.- Escaleras y elevadores.

El usuario al abandonar el vehículo se convierte en peatón, y habrá que disponer para él de escaleras y/o elevadores en un estacionamiento.

En el caso de estacionamientos de carácter público atendidos por choferes acomodadores, con más de un nivel, deben estar provistos de bandas para el ascenso vertical de los operadores y de tubos para su descenso.

180.8.- Escaleras.

Para edificios de hasta tres plantas, a partir del nivel de la

calle, se puede prescindir de los elevadores y disponer de la comunicación por medio de escaleras, que deben estar señaladas claramente y deben tener como mínimo 1.20 m. de ancho.

180.9.- Elevadores.

Cuando el edificio tiene más de tres plantas, incluyendo la planta baja, se hará uso de elevadores. Como dato para determinar el número necesario de elevadores se admite que su capacidad total sea del orden de 3 a 5 personas por cada 100 cajones de estacionamiento y se considerará que un elevador alcanza alojar de 6 a 8 personas.

ARTICULO 181. Áreas de espera

181.1. Necesidad de area de espera.

Sólo en los casos en los que la frecuencia de llegada de vehículos sea mayor a la de su acomodo o bien cuando quieren salir del estacionamiento más vehículos que los que pueden incorporarse en la corriente vehicular de la vía pública, su hará uso de áreas de espera para automóviles en la entrada de estacionamientos.

En los edificios de uso multifamiliar, oficinas, hospitales, hoteles, etc., no se exigirá la construcción de áreas de espera, a menos que se cumpla con la condición anterior; en el caso

de edificios de estacionamiento de servicio público, en su entrada deberá construirse área de espera.

181.2.- Capacidad del área de espera.

Se determinará en función de la frecuencia de llegada de los vehículos durante la hora de máxima afluencia y la frecuencia de acomodo de éstos en el estacionamiento. En estacionamientos de servicio público en donde los vehículos son atendidos por choferes acomodadores, la frecuencia de colocación depende del número de ellos. El número de choferes acomodadores debe ser igual o mayor que "e" en la siguiente fórmula :

$$e = \frac{Q}{n}$$

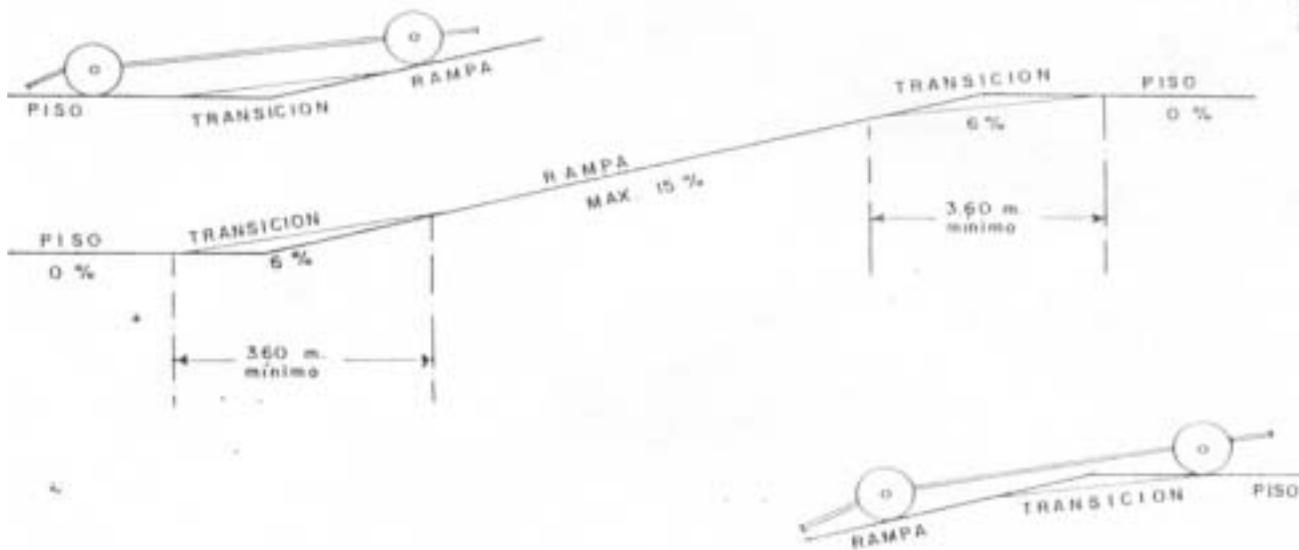
En donde:

e = Número mínimo de acomodadores

Q = Frecuencia de llegada durante la hora de mayor afluencia en Veh./h.

n = Número de vehículos que puede estacionar un chofer en una hora (en la práctica este valor es de 20 Veh/h Aprox.)

FIGURA No. 180-1



TRANSICION.— Recta mínima que se recomienda entre rampas y pisos cuando la pendiente es tá construida del 12% al 15%

El número de vehículos en el área de espera se obtiene de la Fig. 181-1 La frecuencia de llegada en un estacionamiento por construir, se puede estimar estudiando otros estacionamientos similares existentes.

El área de espera de salida podrá ser menor que el de la entrada; en los casos en los que no se tenga dicha área de de espera a la salida y que se requiera, de acuerdo con el artículo a) 181.1, se deberá tener por lo menos dos carriles de salida.

En estacionamientos en donde la entrada y salida queden una al lado de la otra, las áreas de espera podrán quedar dispuestas con carriles reversibles, a fin de que se utilicen en ciertos momentos para los vehículos que llegan y en otros para los que salen, ya que los momentos de máxima afluencia rara vez coinciden con los de máxima salida.

En estacionamiento de autoservicio, la relación de colocación es casi siempre superior a la relación de llegadas, aún en las horas de máxima afluencia.

En estacionamientos con sistema de elevadores y choferes acomodadores, cada elevador tendrá una relación de colocación promedio de 50 autos/hora y el área de espera se calculará con la misma gráfica; en este caso el número de choferes acomodadores deberá ser de tres por cada elevador.

181.3.- Pasillos como areas de espera.

La anchura mínima de los pasillos de espera en el caso de estacionamientos de carácter público que es el caso crítico por la demanda que presenta, será de 1.20 m. como mínimo; en el caso de otro tipo de estacionamiento la anterior dimensión podrá reducirse hasta en un 35%

ARTICULO 182. Areas para ascenso y descenso de personas.

Los estacionamientos deberán tener áreas para el ascenso y descenso de personas al nivel de las aceras, a cada lado de los carriles, con una longitud mínima de seis metros y una anchura mínima de un metro ochenta centímetros.

ARTICULO 183. Ventilación

Los estacionamientos deberán tener ventilación natural por medio de vanos, con superficie mínima de un décimo de la superficie de la planta correspondiente, o bien, ventilación artificial adecuada.

ARTICULO 184. Servicios sanitarios

Los estacionamientos de servicio público deberán tener

servicios sanitarios precedidos por un vestíbulo, para hombres y mujeres.

ARTICULO 185. Otros servicios

Todos los estacionamientos de carácter público que utilicen acomodadores, además de contar con servicios sanitarios, deberán tener almacén para equipo de aseo y guardarropa para los empleados.

ARTICULO 186. Casetas de control

Los estacionamientos tendrán una caseta de control con área de espera para el público. La caseta deberá quedar situada dentro del predio, como mínimo a 4.50 m. del alineamiento de la entrada. Su área deberá tener un mínimo de 2.00 m².

ARTICULO 187. Estacionamientos para espectáculos

Los estacionamientos situados debajo de las salas de espectáculos, no deberán tener comunicación directa con el inmueble.

ARTICULO 188. Iluminación y señalamiento

Los estacionamientos deberán iluminarse en forma adecuada en toda su superficie para evitar daños materiales a los vehículos, robo y lesiones al peatón por falta de visibilidad.

Los estacionamientos con sistemas mecánicos para el transporte vertical de los automóviles, deberán contar con planta propia para el suministro de energía o dispositivos manuales para casos de emergencia.

Asimismo, en los estacionamientos deberá colocarse señalamiento horizontal y vertical de acuerdo a las normas del "Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras", editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

ARTICULO 189. Pavimentación

Toda la superficie de un estacionamiento deberá estar pavimentada, aún en el caso de que el estacionamiento no tenga techo.

ARTICULO 190. Drenaje

Todos los estacionamientos deberán tener las superficies de piso debidamente drenadas.

ARTICULO 191. Incendio

Los estacionamientos deberán contar con un equipo contra

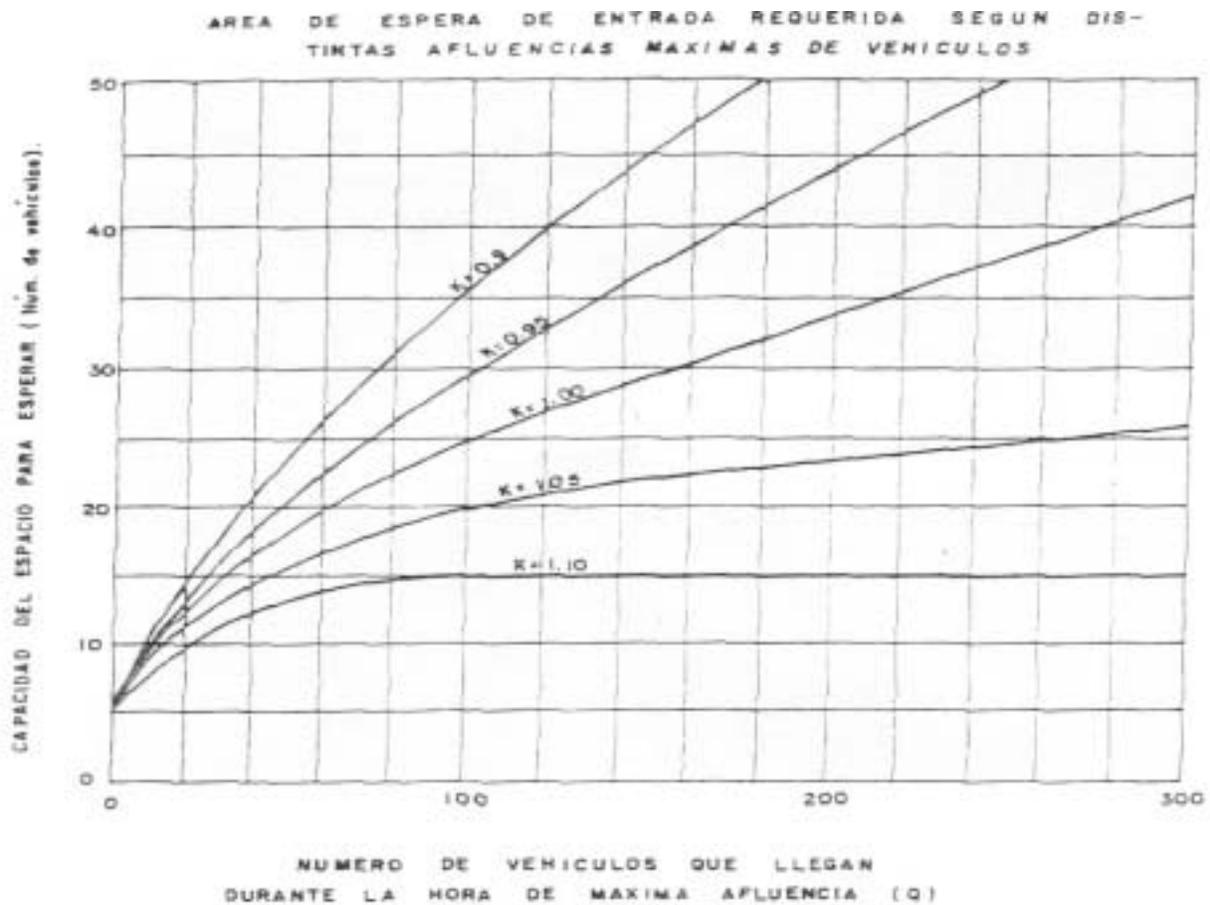
incendio, conforme a las disposiciones reglamentarias al respecto.

ARTICULO 192. Determinación del número de cajones para estacionamiento

Para determinar la demanda de cajones de estacionamiento requerido para el uso del predio, se tomarán en cuenta los valores de la tabla de "Espacios para estacionamiento de vehículos que genera el uso de predio o construcción" y que deberá servir de base para el proyecto de estacionamientos.

Es decir, para proyectar un estacionamiento, el número de espacios requeridos está en función directa del destino de las construcciones. Así, un edificio, por ejemplo de oficinas, tiene una demanda de estacionamiento diferente a un edificio de comercios, incluso entre las especialidades de un mismo comercio se encuentran grandes diferencias. Para centros de reunión, hoteles, restaurantes, etc., son también distintas las medidas que hay que aplicar.

Así pues, el espacio necesario para estacionamiento debe determinarse según cifras directrices distintas, que serían como ya se dijo con los diferentes usos de las construcciones.



(FIGURA N° 181-I)

$$K = \frac{\text{Frecuencia de colocación}}{\text{Frecuencia de llegada}} = \frac{en}{Q}$$

Extracción de:

Así pues, para obtener el número de cajones requeridos para un estacionamiento, se tomarán los valores que se obtengan en la siguiente tabla "Espacios para estacionamiento de vehículos en función del uso del predio o construcción".

Se exceptúan de esta disposición, las construcciones que existan dentro de zonas coloniales, las cuales deban remodelarse o modificarse, según el criterio que tenga la Junta de Conservación del aspecto típico de la localidad de que se trate.

Uso del Predio	Área construida. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para estacionamiento
Habitación unifamiliar (casas individuales)	Menor de 120 m ² de 121 a 300 m ² 301 en adelante	1 por cada una 2 por cada una 3 por cada una
Habitación unifamiliar (Edificio de departamentos, condominios, etc.)	Menor de 60 m ² de 60 a 80 m ² de 81 a 120 m ² de 121 a 150 m ² de 151 en adelante	1 por cada 3 deptos. 1 por cada 2 deptos. 1 por cada depto. 1.5 por cada depto. 2 por cada depto.
Oficinas particulares y gubernamentales.	Área total rentable	1 por cada 50 m ²
Comercio	Área total de ventas menor de 100 m ² de 101 a 500 m ² de 501 a 1000 m ² de 1001 en adelante	0 1 por cada 50 m ² 1 por cada 40 m ² 1 por cada 30 m ²
Venta de materiales de construcción.		1 por cada 200 m ²
Industrias y bodegas	Instalaciones industriales	1 por cada 250 m ²
Hoteles y posadas	Para los primeros 20 cuartos Cuartos excedentes	1 por cada 4 cuartos 1 por cada 8 cuartos
Moteles Amueblados con servicio de hotel (suites)		1 por cada cuarto 1 por cada 2 amueblados
Hospitales y clínicas	1ª. Categoría: cuartos privados 2ª. Categoría: cuartos múltiples 2ª. Categoría cuartos privados 2ª. Categoría cuartos múltiples	1 por cada cuarto 1 por cada 4 camas 1 por cada 5 cuartos 1 por cada 10 camas
	Consultorios, laboratorios, quirófanos y salas de expulsión, incluyendo sus circulaciones y servicios.	1 por cada 15 m ²

Uso del Predio	Área construida. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para estacionamiento
	Internados para tratamientos médicos	1 por cada 100 m2.
Bancos	Área total	1 por cada 20 m2
Escuelas Jardines de niños, primarias y secundarias, oficiales y particulares	Aulas	1 por cada una
Preparatorias, academias, escuelas de artes y oficios similares, oficiales y particulares	Área aulas	1 por cada 8 m2
Profesionales, oficiales y particulares	Área aulas	1 por cada 6 m2
Internados, seminarios, orfanatorios , etc.	Aulas	1.5 por aula
Bibliotecas	Área total	1 por cada 200 m2
Centros de reunión : Cabarets, cantinas y restaurantes con venta de bebidas alcohólicas		1 por cada 4 concurrentes
Restaurantes sin venta de bebidas alcohólicas, cafeterías, salones de fiestas, casinos, etc.	Con cupo superior a 25 personas Con cupo inferior a 25 personas	1 por cada 7 concurrentes 0
Cines, teatros y auditorios	Personas	1 por cada 8 concurrentes
Carpas con más de 300 espectadores		1 por cada 16 concurrentes
Edificios destinados a: Espectáculos deportivos, estadios, plaza de toros, etc.	Personas	1 por cada 20 concurrentes
Frontones de espectáculos	Personas	1 por cada 10 concurrentes
Centros deportivos o de práctica fisico-estética: Salones de gimnasia, danza, baile, judo, albercas o similares	Área total de práctica	1 por cada 50 m2
Squashes o frontones		1.5 por cada cancha
Canchas deportivas		1 por cada 150 m2
Boliches		1.5 por cada mesa
Baños públicos	Área total	1 por cada 75 m2
Templos	Área total	1 por cada 150 m2

Uso del Predio	Área construida. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para estacionamiento
Talleres mecánicos		1 por cada 50 m2 además de los espacios de trabajo
Estaciones de servicio de lubricación		1 por cada 50 m2 además de los espacios de trabajo
Lavado de vehículos		5 por cada posición de lavado
Campos para casas rodantes		La superficie promedio para cada unidad deberá ser igual o mayor a 85 m2 y el 25% de los espacios de las unidades podrán ser menores de 85 m2. La superficie de la unidad no incluye circulaciones y servicios generales.

La demanda total en los predios con construcciones será la suma de las demandas especificadas para cada uno de los diferentes giros establecidos en ellos, como restaurantes, cafeterías, comercios, centros de reunión, auditorios, oficinas.

ARTICULO 193. Líneas y terminales de servicio público de transporte

Las líneas de servicio público de transporte o pasajeros, urbanos o foráneos, cuyo final de ruta se encuentre dentro del perímetro urbano, deberán tener estaciones terminales.

193.1. Las terminales se acondicionarán fuera de la vía pública, en predios contiguos a ella, con dos accesos independientes para entradas y salidas situados en los extremos del frente del predio a la vía pública, o en calles distintas si el predio tiene dos o más frentes.

193.2. Deberán contar con entradas independientes para los pasajeros.

193.3. Las terminales podrán destinarse al uso de una o varias líneas de autotransportes.

193.4. Los predios en que se establezcan las terminales deberán estar convenientemente drenados. Se cercarán con muros, rejas o alambrados que los separen de la vía pública.

Las zonas para circulación de vehículos deberán estar pavimentadas.

Deberán contar con una banqueta que sirva de andén para la circulación de pasajeros con una anchura mínima de dos

metros cuarenta centímetros, limitada por una guarnición cuyo borde estará a veinte centímetros sobre el nivel del pavimento.

193.5. Los propietarios de vehículos que proporcionen servicio público de transporte de mercancías, están obligados a estacionar sus vehículos en locales adecuados cuando no se encuentren prestando servicio.

193.6.- Dimensiones.

193.6.1. Las terminales se establecerán sólo en predios que colinden con vías públicas que tengan una anchura mínima de 13.10 m. y banqueta de anchura mínima de 3.00 m.

193.6.2. La capacidad del patio de operaciones y estacionamientos, estará en relación con el número de vehículos que deban usarlo simultáneamente en las horas de mayor afluencia de pasajeros. En todo caso, debe asignarse una superficie mínima de cincuenta metros cuadrados por unidad.

193.6.3. El acceso a los vehículos se hará por medio de andenes los cuales deberán estar colocados paralelamente entre sí, con una anchura mínima de un metro cincuenta centímetros y una longitud mínima igual a la de los vehículos que deban utilizarlos.

193.7. Servicios

Las terminales contarán con un edificio construido con materiales incombustibles que se destinará a proporcionar los siguientes servicios:

193.7.1. Oficina de despachadores.

193.7.2. Servicios sanitarios para empleados en la siguiente proporción:

Por cada veinte empleados o fracción, dos inodoros, dos mingitorios, dos lavabos y un bebedero de agua potable en una superficie mínima de 12 m2.

195.7.3. Servicios sanitarios para el público en locales separados para ambos sexos.

Con un mínimo de un inodoro, un mingitorio, un lavabo y un bebedero para hombres; un inodoro, un lavabo y un bebedero para mujeres.

193.7.4. La Oficina de Urbanística Municipal podrá exigir que se aumenten dichas instalaciones, cuando las afluencias de pasajeros así lo ameriten y tomando en cuenta las disposiciones del Capítulo relativo a centros de reunión.

CAPITULO XXI

FERIAS CON APARATOS MECANICOS

ARTICULO 194. Ubicación

Para otorgar licencia para la instalación de ferias con aparatos mecánicos, será requisito indispensable la aprobación previa de su ubicación.

ARTICULO 195. Protecciones y circulaciones

Los aparatos mecánicos deberán estar cercados debidamente para protección del público y las circulaciones tendrán las anchuras adecuadas.

ARTICULO 196.- Servicios sanitarios

Las ferias con aparatos mecánicos deberán contar con los servicios sanitarios que en cada caso señala la Oficina de Urbanística Municipal correspondiente, previa autorización de la Autoridad Sanitaria.

ARTICULO 197. Autorización de funcionamiento

Sólo se autorizará funcionamiento de las ferias con aparatos mecánicos cuando los resultados de las pruebas de sus instalaciones sean satisfactorias. Esta autorización deberá recabarse anualmente o cada vez que cambie su ubicación la feria, sin perjuicio de las inspecciones que deberán efectuarse con la frecuencia necesaria para garantizar el buen funcionamiento de los aparatos mecánicos.

CAPITULO XXII

ILUMINACION ARTIFICIAL

ARTICULO 198.- Niveles de iluminación.

Los niveles mínimos de iluminación en luxes serán los siguientes:

	TIPO DE OBRA	LUXES
I.-	Edificios para habitación circulaciones.	100
II.	Edificios para comercios y oficinas.	
	Circulaciones	100
	Vestíbulos	300
	Oficinas	500
	Comercios	300
	Sanitarios	100
	Elevadores	100
III.	Edificios para la educación	
	Circulaciones	100
	Salones de clase	400
	Salones de dibujo	600
	Salones de costura	900
	Sanitarios	100
	Talleres	1,000
IV.	Instalaciones deportivas	
	Circulaciones	100
	Sanitarios	100
	Canchas de las diferentes disciplinas	500
V.	Baños	
	Circulaciones	100
	Baños y sanitarios	100
VI.	Hospitales	
	Circulaciones	100
	Salas de espera	200
	Sala de enfermos	60
	Consultorios	400
	Sanitarios	100
	Elevadores	100
	Quirófanos	1,200
VII.	Industrias	
	Circulaciones	100
	Sanitarios	100
	Corredores	200
	Naves industriales	600
VIII.	Salas de espectáculos	

	Circulaciones	100
	Vestíbulo	200
	Cafetería y dulcería	200
	Salas de descanso	50
	Sala durante la función	1
	Sala durante los intermedios	50
	Emergencia en la sala	5
	Emergencia en las circulaciones	10
	Sanitarios	100
IX.	Centros de reunión	
	Circulaciones	100
	Cabarets	30
	Restaurantes	100
	Cocinas	200
	Sanitarios	100
	Emergencia en la sala	5
	Emergencia en las circulaciones	10
X.	Edificios para espectáculos deportivos.	
	Circulaciones	100
	Sanitarios	100
	Emergencia en circulaciones	10
XI.	Templos	
	Altar y retablos	600
	Nave principal	100
	Sanitarios	100
XII.	Estacionamientos	
	Entrada	300
	Espacio para circulación	100
	Espacio para estacionamiento	50
	Sanitarios	100
XIII.	Gasolineras	
	Acceso	30
	Area de bombas	200
	Area de servicio	30
	Sanitarios	100
XIV.	Ferías y aparatos mecánicos	
	Circulaciones	100
	Sanitarios	100

TITULO CUARTO
DISEÑO ESTRUCTURAL

CAPITULO XXIII
GENERALIDADES

ARTICULO 199.- Requisitos

En este título se fijan los requisitos que deben cumplir las estructuras para que tengan una seguridad adecuada contra

la falla y un comportamiento satisfactorio durante su funcionamiento normal.

ARTICULO 200.- Aplicaciones.

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

CAPITULO XXIV
CARGAS O DEFORMACIONES IMPUESTAS

ARTICULO 201. Acciones en las estructuras

Cargas muertas, cargas vivas, cargas accidentales y los efectos de deformaciones impuestas.

ARTICULO 202. Cargas muertas.

Son aquéllas 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 XXV.

ARTICULO 203. Cargas vivas

I.- Cargas Vivas Nominales.

Son aquéllas 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_r y W_s en Kg/m² en función del destino del piso o cubierta en cuestión, en donde:

W_m = Carga viva empleada para el diseño estructural y para el cálculo de asentamientos en suelos muy permeables (arenas - gravas) o en los no saturados.

W_r = Carga viva para valuar la fuerza sísmica o para viento.

Tabla 2.1 Pesos volumétricos de materiales constructivos

Material		Peso volumétrico ton/m ³	
		Máximo	Mínimo
I. Piedras naturales			
Arenisca (chilucas y canteras)	Secas	2.45	1.75
	Saturadas	2.50	2.00
Basaltos (piedra braza)	Secos	2.60	2.35
	Saturados	2.65	2.45
Granito		3.20	2.40
Mármol		2.60	2.55
Pizarras	Secos	2.80	2.30
	Saturados	2.85	2.35
Tepetates	Secos	1.60	0.75
	Saturados	1.95	1.30
Tezontles	Secos	1.25	0.65
	Saturados	1.55	1.15
Jal	Saturada	1.55	1.15
	Seca	1.00	0.80
Grava	Seca	1.60	1.35
II. Suelos			
Arena de grano tamaño Uniforme	Seca	1.75	1.40
	Saturada	2.10	1.85
Arena bien graduada	Seca	1.90	1.55
	Saturada	2.30	1.95
Arena amarilla	Seca	1.30	1.20
	Saturada	1.70	1.40
Arena de río	Seca	1.45	1.25
	Saturada	1.90	1.60
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 yesotabique macizo hecho a mano		1.50	1.20
Tabique macizo prensado		1.60	1.30
Block hueco de concreto ligero (volumen neto)		2.25	1.60
Block hueco de concreto intermedio (volumen neto)		1.30	0.90
Block hueco de concreto pesado (volumen neto)		1.70	1.30
Block hueco de concreto pesado (volumen neto)		2.20	2.00
Block de vidrio para muro		1.25	0.65
Prismáticos para tragaluces		2.00	1.50
Vidrio plano		3.10	2.80

Material	Peso volumétrico ton/m3		Nota	
	Máximo	Mínimo		
IV. Madera				
Caoba	Seca	0.65	0.55	
	Saturada	1.00	0.70	
Cedro	Seco	0.55	0.40	
	Saturado	0.70	0.55	
Oyamel	Seco	0.40	0.35	
	Saturado	0.65	0.60	
Encino	Seco	0.90	0.80	
	Saturado	1.00	0.80	
Pino	Seco	0.65	0.45	
	Saturado	1.00	0.80	
Palma real	Seca	0.70	0.60	
	Saturada	1.10	1.00	
V. Recubrimientos				
		Peso en Kg/m2		
Azulejo		15.00	10.00	
Mosaicos de pasta		35.00	25.00	
Granito o terrazo		55.00	45.00	
Loza asfáltica o vinílica		10.00	5.00	
	Ks	Kr	Km	Nota
I. Habitación (casas-habitación, apartamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuela, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares), oficinas, despachos y laboratorios.	70	90	120+420 A-1/2	(1)
II. Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público).				
Cuando sirven a no más de 200 m2 de área habitable.	40	150	150+200 A-1/2	
Cuando sirven a una área habitable superior a 200 m2 e inferior a 400 m2. o más de área habitable o a un lugar de reunión.	40	150	150+100 A-1/2	
	40	150	150+600 A-1/2	
III. Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales.	40	350	450	
IV. Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares).	40	250	300	(2)
V. Comercios, fabricas y bodegas				
Area tributaria hasta de 20 m2	0.8 Wm	0.9 Wm	Wm	(3)
Area tributaria mayor a 20 m2	0.7 Wm	0.8 Wm	0.9 Wm	(3)
VI. Tanques y cisternas	0.7 Wm	0.8 Wm	Wm	(4)

	Ks	Kr	Km	Nota
VII. Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5	15	70	100	(5)
VIII. Cubiertas y azoteas con pendiente mayor a 5	5	20	30	(6)
IX. Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	15	70	200	
X. Garages y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	40	100	150	(7)
XI. Andamios y cimbras para concreto	15	70	100	(8)

NOTAS DE LA TABLA 2.2

- (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 departamento o similar, debe considerarse para diseño estructural $W_m = 250 \text{ Kg/m}^2$ y en los demás, según corresponda al área tributaria en cuestión.
- (2) Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de tabique, ni de otros materiales de peso comparable, ni de cortinajes en salas de espectáculos, archivos importantes, cajas fuertes, libreros 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) Atendiendo al destino de piso se fijará la carga unitaria nominal W_m , que corresponda a una área tributaria menor de 20 m^2 , la que deberá especificarse en los planos estructurales y en placas metálicas colocadas en lugares fácilmente visibles de la construcción, la carga W_m será mayor de 550 Kg/m^2 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 o cisterna, correspondiente al tirante máximo posible.
- (5) Las cargas vivas en estas cubiertas y azoteas pueden disminuirse si mediante lloraderos adecuados se asegura que el nivel máximo que puede alcanzar el

agua de lluvias en caso de que se tapen las bajadas 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 planos estructurales.

En el diseño de pretiles 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 más desfavorable.

- (6) O una carga concentrada de 100 Kg . En la posición más crítica de esta resulta más desfavorable que la carga uniforme especificada.
- (7) Más una concentración de 1.5 ton . 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 en el Capítulo de andamios.

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

$A =$ Area tributaria del miembro en consideración (m^2)

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.

II. Cargas vivas durante la construcción.

Se procurará que las 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, no excedan del doble de la carga viva W_m , dejando a juicio del director las provisiones necesarias en el caso de que se sobrepase este valor.

III. 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:

TABLA DE FACTORES POR IMPACTO Y VIBRACION EN MAQUINAS Y EQUIPO

Tipo de Máquina	Factor
a) Máquina de elevación.	
Máquinas de elevadores.	2.00
Máquina de grúas eléctricas.	1.25
Máquina de grúas de mano.	1.10
b) Otras máquinas.	
Maquinaria ligera.	1.25
Máquinas reciprocantes y unidades de potencia.	1.50

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

ARTICULO 204. 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 XXX y XXXI.

ARTICULO 205. Deformaciones impuestas

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

ARTICULO 206. Casos en los que deben considerarse las deformaciones impuestas

I. Cuando los hundimientos diferenciales que sufre el terreno por efecto de las cargas de las edificaciones que soporta, excedan de los valores que se indican a continuación, deberán tenerse en cuenta en el análisis de marcos de concreto o acero que no están rigidizados por muros de mampostería o contravientos.

TABLA 206-A HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES ADMISIBLES

TIPO DE ESTRUCTURA	RELACIÓN 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
Marcos de acero de más de 4 pisos y hasta 15 pisos, llamando al número de pisos	0.06 (1.255-0.0636n)
Marcos de concreto de más de 4 pisos y hasta 15 pisos	0.004 (1.255-0.0636n)
Para más de 15 pisos:	
Marcos de acero	0.0018
Marcos de concreto	0.0012

II. Cuando se tienen muros cargadores, de tabique, de ladrillo recocido o bloque de concreto o marcos rigidizados con este tipo de muros y/o diagonales, la relación entre el hundimiento diferencial y el claro no deberá exceder de 0.002 y si se tienen acabados muy sensibles como yeso, piedra ornamental, etc. de 0.001, a menos que estos acabados se coloquen después de ocurrir los hundimientos.

Podrá omitirse el cálculo de los efectos de cambio de temperatura y contracción por fraguado en estructuras de concreto cuya dimensión no exceda de treinta metros en ninguna dirección, si todos sus miembros estructurales son de eje recto y siempre que las losas de concreto más directamente expuestas a la intemperie estén protegidas de ésta, al menos por un enladrillado. El límite citado puede aumentarse cuarenta y cinco metros en estructuras de acero.

ARTICULO 207.- Cuantificación de los hundimientos diferenciales

Estos se cuantificarán como se indica en el artículo 206.

Para el cálculo de elementos mecánicos debidos a asentamientos diferenciales, se usará el módulo instantáneo de 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.

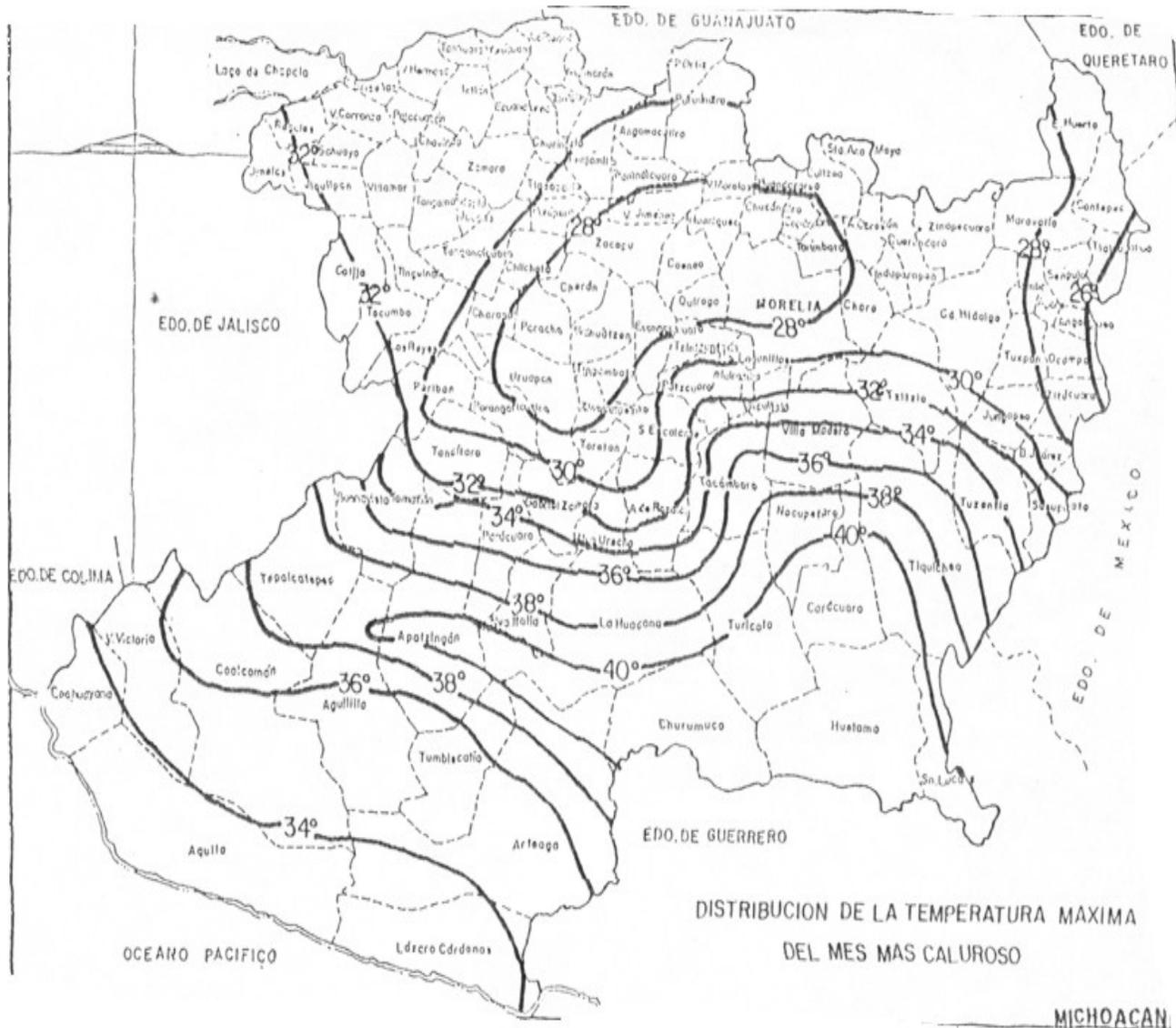
En donde:

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

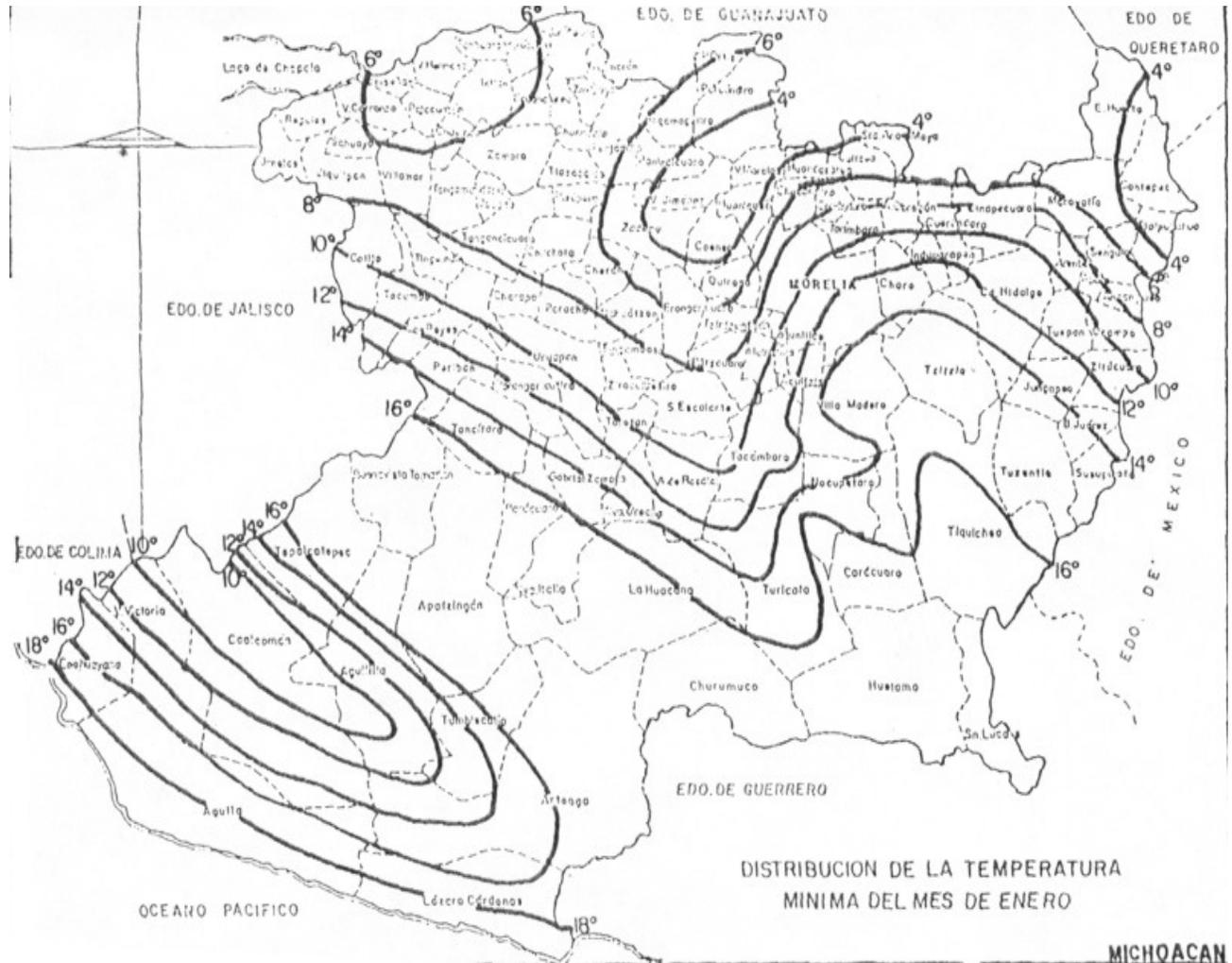
ARTICULO 208.- Cuantificación de los efectos de cambio de temperatura

Cuando según el artículo 2-05, sea necesario considerar las deformaciones que producen los cambios de temperatura, se cuantificarán los cambios totales de longitud de los miembros estructurales, antes de tener en cuenta las restricciones debidas a sus apoyos, mediante la expresión:
 $L2-L1 = CL1(T2- T1)$

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MICHOACAN, A.C.



COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MICHOACAN, A.C.



DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA DEL MES DE ENERO

MICHOACAN

L1 y L2 son las longitudes del miembro que corresponden a las temperaturas T1 y T2 respectivamente y C es el coeficiente de expansión lineal. En la siguiente tabla se dan valores de C.

COEFICIENTES DE EXPANSION LINEAL

Material.	C. por Grado Centígrado
Acero	0.000012
Concreto	0.000014
Aluminio	0.000024

Se tomará la diferencia entre la máxima y 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 encuentra 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 3 será de 1.2.

En el primer caso, debe tenerse presente que la cimentación no sufre los mismos cambios que la estructura y que por consiguiente este efecto se hace sentir básicamente en las columnas de planta baja y en las trabes del primer nivel de una estructura de varios pisos.

En el segundo caso, este efecto se hace sentir en las columnas y trabes del último nivel.

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 209. Cuantificación de los efectos de

contracción por fraguado

Los efectos de la contracción se sumarán a los de la temperatura.

Puede estimarse conservadoramente que la contracción unitaria del concreto reforzado vale 0.0002 en zonas de clima húmedo, 0.0003 en zonas de clima moderado y 0.0004 en zonas de clima seco.

ARTICULO 210. 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 211. Diseño estructural incluyendo los 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 + deformaciones impuestas por hundimientos diferenciales, temperatura y contracción de fraguado.
2. La combinación anterior más carga de sismo o viento.

Los esfuerzos admisibles se incrementarán para el caso del concreto, de 33% para la primera combinación y en 40% para la segunda. Para el acero de refuerzo y estructural, los incrementos serán de 50 y 60% respectivamente.

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

CAPITULO XXIV-A ESTRUCTURACIONES

ARTICULO 212. Alcance

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

En este Capítulo se hace distinción entre los elementos estructurales y no estructurales y se establecen las

precauciones que deben tenerse con estos últimos. Se establecen también tipos y requisitos mínimos de estructuración, clasificándolos para su aplicación en otros Capítulos de este Reglamento.

ARTICULO 213. 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 214. 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.

Los cancelos metálicos, los de madera y los formados por materiales sumamente deformables, como plásticos reforzados, con fibra de vidrio, siempre que no posean tableros de materiales frágiles, no requieren precauciones especiales en su liga de 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 deformarse éstas. Dichas precauciones consistirán, por ejemplo, en empotrar el elemento en un nivel, dejándolo libre en el nivel opuesto, o ligarlo en un piso guiándolo en el otro mediante una 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 215. Estructuración mínima

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.

ARTICULO 216.- Sistemas de pisos y techos

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 tres centímetros 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 le sea tributaria, de acuerdo con la trayectoria que deban seguir dichas fuerzas de inercia.

ARTICULO 217. Simetría en la estructura de las construcciones

Es recomendable evitar excentricidades de diseño calculadas como se indica en el Capítulo de Diseño Sísmico, mayores que 10 S 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 procurarse que haya simetría en rigideces, materiales y tipos de elementos resistentes.

ARTICULO 218. Tipos de estructuraciones

Se pueden distinguir los siguientes tipos de estructuraciones:

TIPO I. Edificios en que las fuerzas laterales son resistidas en todos los niveles, exclusivamente por marcos no contraventeados ligados por un sistema de piso de losa de concreto solidaria de los marcos, o ligados por un sistema de arriostramiento horizontal.

TIPO II. Edificios en que las fuerzas laterales se resisten por muros de concreto o de mampostería, por marcos contraventeados, o por la acción combinada de marco y muros. Se incluyen en este grupo las bardas, chimeneas y otras construcciones, cuya deformación entre fuerzas laterales sea esencialmente como la de una viga de flexión en voladizo.

TIPO III. Estructuras de muros cargadores de mampostería de piedra artificial, confinados con dalas y castillos y sistema de piso y techo de vigas de madera o acero ancladas en dalas de concreto reforzadas como vigas horizontales para resistir las fuerzas sísmicas o de viento y techo de madera, teja, ladrillo o aluminio.

Las dalas deben ser suficientemente rígidas para limitar los desplazamientos relativos entre pisos a 0.008 de la altura

del entepiso o en su defecto las vigas se arriostrarán con tiras de madera o con soleras metálicas; ambos tipos de arriostramiento serán debidamente ancladas en sus extremos a las de los concretos reforzados. Como alternativa el sistema de piso puede ser de losa de concreto reforzado en cuyo caso no son necesarias las dalas ni el arriostramiento citado.

Se incluyen en este tipo los péndulos invertidos que son aquellas estructuras en que el 50% o más de su masa se haya en el extremo superior y que tienen un solo elemento resistente en la dirección del análisis.

TIPO IV. Estructuras de muros o cargadores de mampostería de piedra artificial, natural o de adobe y otros materiales usados en la región para formar bloques, sin confinar con castillos pero con los muros entrelazados en sus intersecciones. Los sistemas de piso y techo serán de las características que se exigen en las estructuras de tipo III.

Este tipo de construcción se limitará a un piso, a menos que a juicio del director la clase de material permita la construcción de dos o más pisos.

TIPO V. Estructuras de muros de carga de los tipos III y IV, que además satisfagan los siguientes requisitos:

1. En cada planta, al menos el 73 S de las cargas verticales es soportada por muros ligados entre sí mediante vigas de piso ancladas a dalas corridas de concreto arriostradas o por las losas corridas de concreto.
2. En cada nivel existen al menos dos muros perimetrales de carga paralelos o que forman entre sí un ángulo no mayor de 20°, estando cada muro ligado por las losas o sistemas de piso antes citados, en una longitud por lo menos SOS de la dimensión del edificio, medida en las direcciones de dichos muros.
3. 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 que marca el artículo 424 de este Reglamento.
4. La relación de altura a dimensión mínima de la base del edificio no excede de 1.5 y la altura del edificio no excede de 11 m.

TIPO VI. Estructuras de madera debidamente contraventeadas en muros y sistemas de piso y techo.

TIPO VII. Otras estructuras que soporten las acciones que pueden afectarlas cumpliendo los requisitos de seguridad que fije este Reglamento.

CAPITULOXXV **LAS CIMENTACIONES**

ARTICULO 219. Generalidades

Toda construcción se soportará por medio de una cimentación apropiada. Se entiende por cimentación al conjunto formado por la sub-estructura, el suelo y las pilas o pilotes que llevan las cargas a mayores profundidades. La sub-estructura 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. 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 rematada con una dala de concreto reforzado, o sobre zapatas corridas de concreto provistas de traveses de rigidez o sobre losas corridas de cimentación generalmente provistas de traveses 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 contratraveses de concreto reforzado.

Los cimientos de lindero en el caso de zapatas aisladas o corridas pueden hacer necesario el empleo de traveses de volteo o balancinas.

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 contratraveses.

Las zapatas y cimientos deberán desplantarse en terreno firme, por debajo de la capa de la 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 artículo 221.

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

Siendo la finalidad de la sub-estructura 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 este dato a juicio del director será necesario identificar el tipo de suelo de cimentación y determinar su capacidad o consistencia ya sea por muestreo alterado con ensaye de penetración estandar artículo 222 y artículo 225, 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 de agua del suelo previamente identificado.

Siempre deberá investigarse el efecto de la nueva construcción sobre la cimentación de las edificaciones colindantes, y presentar el estudio de esta protección, para su autorización a la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 220. Capacidad de carga

Para el diseño de la cimentación de estructuras ligeras, de menos de once metros de altura, 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 220-1.

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 de que se trate y tomar las precauciones necesarias.

ARTICULO 221. 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 contengan material degradable en cantidad excesiva.

Se distinguirá entre rellenos pequeños de menos de dos metros de espesor y rellenos grandes, de más de dos metros de espesor. En los rellenos grandes se tendrá cuidado en el problema del flujo natural y de tubificación, tomando las provisiones 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 Estandar. 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.

TABLA 220-1
CAPACIDADES DE CARGA EN TON/M2 PARA DIFERENTES MATERIALES

MATERIAL	DESCRIPCION	ZAPATAS AISLADAS A CORRIDAS CON ANCHO MENOR DE 4.00 M	LOSAS Y ZAPATAS DE ANCHO MAYOR DE 4.00 M	
			(a)	(b)
ARENA	Arenas de mediana a alta compacidad, cementadas	15	42	27
	Arenas de mediana a alta compacidad, no cementadas	4	30	15
	Arenas de baja compacidad	2	8	4
LIMO	Limos de mediana a alta compacidad	6	12	8
	Limos de baja compacidad	3	5	3
ARCILLA	Arcillas duras	10	10	10
	Arcillas medianamente firmes	5	5	5
	Arcillas blandas	3*	2**	2**
ROCA	Roca sana	30	30	30

NOTA: El caso (a) corresponde a aquél en el que el nivel de aguas freáticas se localiza a una profundidad mayor de 1.5 el ancho de la cimentación por debajo de ésta. El caso (b) corresponde a aquél en el que el nivel de aguas freáticas se localiza arriba del nivel indicado en (a).

- Zapatas con ancho menor de 3.00 m.
- ** Losas corridas cuya mínima dimensión es igual o mayor de 3.00 m.

Las pruebas de laboratorio anteriores se realizarán siguiendo los procedimientos especificados en la tabla 222.1

ARTICULO 222. 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. Ver tabla 222-1.

TABLA 222-1
PRUEBAS DE COMPACTACION EN EL LABORATORIO

PRUEBA	PROCEDIMIENTO ESPECIFICADO
Proctor estandar especific SCT	Parte IX libro primero 108-10.4.
Porter estandar especific SCT	Parte IX libro primero 10S-11.4.
Proctor (AASHO) modificada ASTM.	D 1557 - 70T 1964

ARTICULO 223. Muestreos alterados con ensaye de penetración estandar

Los sondeos de este tipo consistirán en hincar a golpes un penetrómetro estandar en el fondo de una perforación, con un martinete de 63.5 kg. cayendo desde una altura de setenta y seis centímetros, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de treinta centímetros.

El fondo del pozo en c] que se realice la prueba deberá ser

previamente limpiado de manera cuidadosa. Se hincará entonces el penetrómetro quince centímetros en el suelo. A partir de este momento se empezarán a contar los golpes necesarios para lograr una penetración adicional de treinta centímetros. A continuación se retirará el penetrómetro removiendo de su interior la muestra alterada obtenida.

Para evaluar la consistencia y resistencia de los suelos finos (menos de 50% del material retenido en la malla No. 100), se recurrirá a la tabla 223-1.

TABLA 223-1

CORRELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION Y LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS FINOS

CONSISTENCIA	RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (* q_u (ton/m ²))
Muy blandos	Menos de 2 golpes	Menos de 2.5 ton/m ²
Blandos	de 2 a 4	de 2.50 a 5
Medianamente firmes	de 4 a 8	de 3.00 a 10
Firmes	de 5 a 15	de 10.00 a 20
Muy firmes	de 15 a 30	de 20.00 a 40
Duros	más de 30 golpes	más de 40

(*) Arcillas de plasticidad media. Para arcillas de alta plasticidad aplicar a los valores qu indicados un coeficiente de reducción de 0.6.

La resistencia y compacidad de los suelos gruesos (más de 50% del material retenido en la malla No. 200) (no.074) podrán ser estimadas por medio de las correlaciones presentadas en la gráfica 223.1.

Con los valores de q_u dados en la tabla 223.1 se aplicarán las fórmulas del artículo 226.

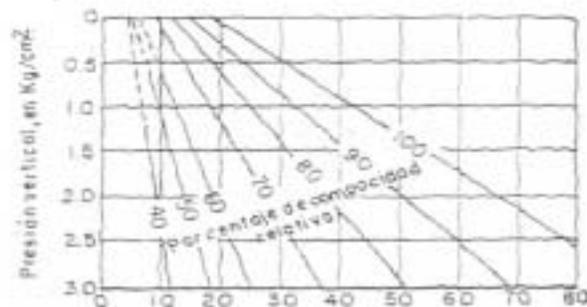
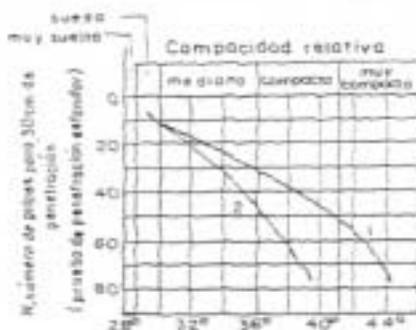
ARTICULO 224. Sondeos con obtención de muestras inalteradas

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

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

GRAFICA 223-I

CORRELACION ENTRE LOS RESULTADOS DE UNA PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR CON a) y b)



ARTICULO 226. Estabilidad

Para obtener capacidad de carga más precisa que las dadas en el artículo 220, se comprobará que se satisfaga lo siguiente para zapatas continuas.

Para suelos friccionantes:

$$226 - 1 \quad q_d \leq (cN_c + p_v N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma) / FS$$

Para suelos cohesivos:

$$226 - 1 \quad q \leq 2.85 q_u (1 + 0.3 B / L) / FS + \frac{P_v}{P_\gamma}$$

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.

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

f = 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 menos profundidad, el peso volumétrico se calculará como se indica en el inciso "b" de este artículo.

c = Cohesión en ton / m².

B = Ancho de la cimentación, supuesto menor que L/S, siendo L la longitud de la misma, en metros.

N_c, N_q, N_γ = Coeficiente de capacidad de carga cuyos valores están definidos, en función al ángulo ϕ de fricción interna del material, en la tabla 226.1

FS = El factor de seguridad se tomará igual a 2.3, pero este valor se aumentará a 3 en suelos de características heterogéneas, en zapatas de colindancia o en pilotes y pilas cuya capacidad no se haya comprobado mediante una prueba de carga.

Las fórmulas anteriores serán válidas si el espesor del estrato resistente es cuando menos 1.5 veces la menor dimensión de la zapata.

La capacidad de carga de zapatas cuya superficie potencial

de falla cruce estratos de distinta resistencia, se usarán las propiedades mecánicas del estrato más débil.

Cuando se combinen las cargas muertas y vivas con las de sismo o viento podrá disminuirse un 33% el factor de seguridad.

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 $Dr \leq 0.75$, se usará un ángulo de fricción reducido (ϕ) tal que se cumpla:

$$(Tg \phi = 2/3 Tg \phi)$$

$$Tg \phi = (0.67 - Dr + 0.75 Dr^2) Tg \phi$$

b) En caso de no cumplirse la condición geométrica $B / L < 1/5$ los coeficientes N_c, N_q, N_γ deberán multiplicarse respectivamente por los factores de forma $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$ definidos en la tabla 226-11

TABLA 226-1

COEFICIENTES DE CAPACIDAD DE CARGA

ϕ	N_c	N_q	N	N_c / N_q	$Tg \phi$
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	1.2	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	1.68	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	2.447	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.78	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.28	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.26
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	5.8	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38

ϕ	Nc	Nq	N	Nc/Nq	Tg ϕ
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.88	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.86	10.88	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	16.27	0.57	0.53
29	27.88	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.59
31	32.87	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.94	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	0.70
36	50.59	37.75	53.61	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	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	64.2	109.41	0.86	0.84
41	88.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	89.88	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	188.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.75	1.01	1.00
46	152.10	158.51	300.35	1.04	1.04
47	173.04	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.89	319.07	762.89	1.28	1.19

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 la fórmula 226-1 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.

Las condiciones para la falla de licuación serán:

Tamaño efectivo:
 $D_i < 0.10 \text{ mm.}$

Coefficiente de uniformidad:
 $C_u < 5$

Relación de vacíos:
 $e > 0.79$

Densidad relativa:
 $D_r = 0.50$

Grado de saturación:
 $G_w > 0.70$

TABLA 226-11

FACTORES DE FORMA PARA CIMENTACIONES SOMERAS

Forma de la base	ϑ_c	ϑ_q	ϑ_γ
Rectangular	$1 + \frac{BN_q}{LN_c}$	$1 + \frac{BTg\phi}{L}$	$1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Circular cuadrada	$1 + \frac{N_q}{N_c}$	$1 + Tg\phi$	0.60

e) En el caso de estructuras desplantadas sobre un extracto de material blando confinado se comprobará que no pueda ocurrir extrusión de dicho material. Para una estructura de dimensión transversal D, se verificará que:

$$226-4 \quad qd \leq 4c \quad (D'/D)^2 \quad 1/FS$$

en que c es la cohesión del material blando, FS como se define en el artículo 226.

f) Para condiciones severas de vibración de maquinaria y solicitaciones sísmicas en la vecindad de una cimentación desplantada en linos sueltos saturados de baja plasticidad o en arenas limosas finas, se considerarán factores de seguridad dobles de los correspondientes a cargas estáticas.

METODOS DE CALCULO

g) Para cálculo de zapatas sujetas a cargas inclinadas, o cimentaciones a base de marcos continuos, articulados en sus apoyos, se usarán los factores reductores siguientes:

c) La posición del nivel freático considerado 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 2 inferior al ancho B de la cimentación abajo del nivel de desplante de la misma, el peso volumétrico f a considerar en la ecuación 226-1, será:

$$226-3 \quad \gamma = \gamma' + \frac{z}{B} (\gamma_m - \gamma')$$

donde:

$$R_c = 1 - \frac{V}{2xBL}; \quad R_q = 1 - \frac{1.5V}{N}; \quad R_\gamma = R_q^2$$

$$qd \leq \left(cN_c \vartheta_c R_c + \bar{P}_v N_q \vartheta_q R_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \vartheta_\gamma R_\gamma \right) \frac{1}{FS}$$

V = Fuerza cortante en la columna y horizontal para la zapata
 N = Fuerza normal en la columna y vertical en la zapata
 L = Dimensión perpendicular a B.

h) Para el cálculo de zapatas sujetas a carga excéntrica, se usará el factor reductor siguiente:

q** = R siendo: R = 1 - (2e)/B, suelo cohesivo: R = 1 - (2e)/B, suelo cohesivo

$$R = 1 - \frac{(2e)^2}{B^2}; \text{ suelo friccionante}$$

e = excentricidad de la carga

B = Dimensión de la zapata paralela a la excentricidad.

Este mismo criterio puede ampliarse al caso de zapatas con excentricidad en ambas direcciones.

i) Para el caso de zapatas sujetas a cargas vertical-excéntrica y carga horizontal simultánea, se pueden combinar los criterios anteriores:

$$qd \leq \left(cN_c \vartheta_c R_c + \bar{P}_v N_q \vartheta_q R_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \vartheta_\gamma R_\gamma \right) \frac{1}{FS}$$

ARTICULO 227. Movimientos verticales en estructuras pequeñas

En el caso de estructuras pequeñas, como las definidas en el artículo 218, el cálculo de hundimientos, si en el subsuelo se encontraran suelos arcillosos normalmente consolidados, se calculará con la fórmula;

$$\Delta H = \frac{0.009 (LL - 10 \%) }{1 + e_0} \log_{10} \left[1 + \frac{\bar{P}_v}{P_v} \right]$$

en donde:

LL = Límite líquido del estrato arcilloso normalmente consolidado.

e0 = Relación de vacíos inicial del estrato.

Pv = Presión efectiva inicial del estrato.

ΔPv = Incremento de la presión efectiva a la profundidad del estrato compresible causada por la sobrecarga de la zapata.

H = Espesor del estrato compresible.

ARTICULO 228. Movimientos verticales en cimentaciones superficiales

Los asentamientos instantáneos o diferidos se calcularán a partir de los esfuerzos que se generan a diferentes profundidades y el módulo elástico instantáneo o el módulo equivalente (Eg) considerando la deformación diferida con el tiempo.

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

$$\Delta H = \int_0^H \frac{\Delta e}{1 + e_0} dz$$

en donde:

ΔH = Asentamiento de un estrato de espesor compresible H.

Este valor H, será la máxima profundidad a que se dejen sentir apreciablemente los esfuerzos, H podrá tomarse como 2.S B en cargas superficiales de ancho B.

Δe = Variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzos efectivos vertical Pv 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.

En suelos muy compresibles en que los asentamientos excedan a los permisibles y el medio resulte mayor de 5 cm., se evitarán sobrecargas compensándolas mediante excavaciones y/o se utilizarán pilotes.

En edificios aislados podrá admitirse un asentamiento medio mayor a juicio del Director responsable.

ARTICULO 229. Cimentaciones sobre pilas o pilotes

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 230. Pilotes de fricción

A menos que se emplee la gráfica de Kerisel, la resistencia a

la fricción de pilotes de madera o de concreto en suelos cuya resistencia se deba a 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^{\wedge} del material determinada en prueba de compresión simple. [Gráfica 230-1]

$$230-1 \quad c = \frac{qu}{2} * \frac{1}{FS}$$

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 el diámetro del pilote, profundidad en la cual alcanza un máximo igual a:

$$230-2 \quad Fz = K_o \bar{P}_v t g \delta \frac{1}{FS}$$

donde:

Fz = Fricción a profundidades mayores que z en ton/m2

Pv = Presión vertical efectiva a la profundidad z, en ton/m2

Ko = Coeficiente de presión de reposo cuyo valor podrá considerarse igual a 0.40

δ = Angulo de fricción pilote suelo que podrá ser considerado igual a (2/3)

FS = Coeficiente de seguridad como se especifica en el Artículo 226.

ARTICULO 231. Pilotes de punta o pilas

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

$$231-1 \quad C = \bar{P}_v N_q A_p / FS$$

donde:

C = Capacidad permisible por punta en ton.

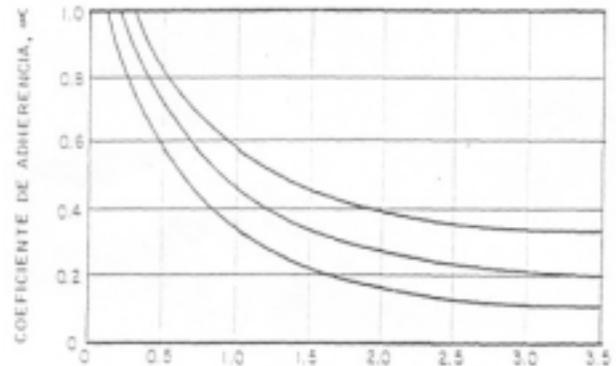
AP = Area transversal del pilote o de la base de la pila en m2

Pv = Presión vertical efectiva, antes de la construcción a la profundidad de apoyo de los pilotes en ton/m2

Nq = Coeficiente de capacidad de carga definida en la gráfica 231-I

FS = Coeficiente de seguridad como se especifica en el artículo 226.

GRAFICA 230-I



RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, Cu, Kg/cm2

RELACION ENTRE LA ADHERENCIA EN PILOTES DE FRICCIÓN Y LA RESISTENCIA DEL SUELO, Cu.

En el caso de que los pilotes queden 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:

$$231-2 \quad R = \left(\frac{CNc}{FS} + \bar{P}_v \right) A_R$$

donde:

R = Capacidad de carga total del grupo de pilotes, en ton.

Nc = Coeficiente de capacidad de carga definida en la gráfica 231-II

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

C, Pv y FS como se define en 231-1.

Para determinar la capacidad individual se usa la expresión 231-2, sustituyendo A^ por Ap, de acuerdo esta última con 231-1.

La fricción positiva o negativa existente en un pilote puede calcularse en la forma siguiente:

$$\frac{\delta \bar{P}_v}{\delta z} - \frac{\bar{w}}{A} s - f = 0 \text{ fricción positiva.}$$

$$\frac{\delta \bar{P}_v}{\delta z} + \frac{\bar{w}}{A} s - f = 0 \text{ fricción negativa.}$$

en donde:

\bar{P}_v = Presión efectiva final

z = Profundidad

\bar{w} = Perímetro efectivo del pilote

A = Area tributaria del pilote

S = Resistencia al esfuerzo cortante movilizada a lo largo del pilote

f = Peso volumétrico del suelo.

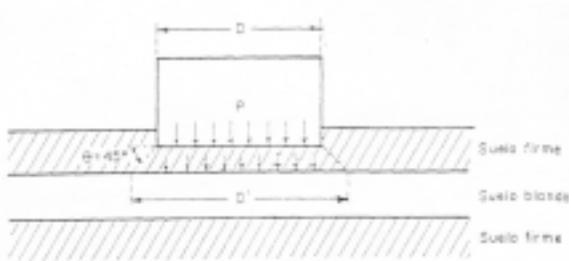


FIG. 226-I CIMENTACION DESPLANTADA SOBRE UN ESTRATO BLANDO CONFINADO.

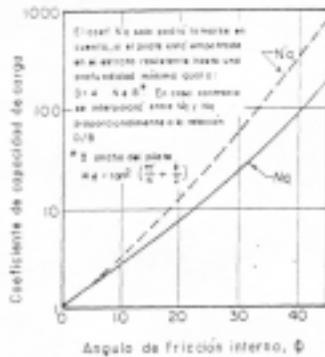


FIG. 231-I COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE CARGA.

ARTICULO 232. Grupos de pilotes

La capacidad de punta de un pilote dentro de un grupo de pilotes es menor que la del mismo pilote aislado. La reducción de la capacidad de carga se puede hacer mediante fórmulas reconocidas.

ARTICULO 233. Estabilidad general

Se deberá analizar la estabilidad de grupos de pilotes cuando el estrato de apoyo es subyacido por estratos más blandos.

ARTICULO 234. Movimientos verticales de cimentaciones piloteadas.

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

En caso de pilotes de punta en suelos sometidos a proceso de consolidación, se tomará en cuenta explícitamente la carga adicional debida a fricción negativa a menos que se utilice la fricción para tomar carga y se use un dispositivo de control de carga de los pilotes permitiendo que el edificio descienda junto con el terreno.

ARTICULO 235. Deformaciones laterales

Se debe considerar el efecto de las deformaciones laterales inducidas a los pilotes durante un temblor, tanto para pilotes de fricción como de punta.

ARTICULO 236. 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 hincada 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 hincada y el nivel de la cabeza del pilote inmediatamente después de la hincada. 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 de 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 registrará la presión manométrica y la fuerza en la cabeza del pilote a cada 50 cm. de penetración, el tiempo empleado en la hincada de cada tramo, los períodos de reposo, la presión manométrica de hincada y la fuerza en la cabeza a cada 1.00 cm., para los últimos 10.00 cm. de penetración.
- 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 rehincarse hasta la elevación o hasta la resistencia especificada.

- d) Los métodos usados para la hinca de pilotes deberán ser tales que no reduzcan la capacidad estructural de éstos.
- e) La separación mínima entre pilotes será 2.5 veces el diámetro en pilotes de sección circular y 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 de modo que la distancia entre el nivel de desplante de la subestructura y el nivel superior del pilote abandonado, sea por lo menos de 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 aplicarse procedimientos reconocidos para la evaluación de la capacidad de carga.

ARTICULO 237. Excavaciones

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

Se considerará una sobrecarga uniforme mínima de 1.5 ton/m2. en la vía pública y zonas próximas a la excavación dividiéndose por 1.4 los factores de seguridad del artículo 226.

Los movimientos de las paredes hacia la excavación podrán reducirse recomendando taludes con pendientes pequeñas o troquelamientos.

La posibilidad de falla de fondo por cortante en arcillas (gráfica 237-1), se analizará verificando que:

$$237-1 \quad \gamma_m Df + q \leq cN_c \frac{1}{FS}$$

donde:

C = Cohesión del material en condiciones no drenadas en ton/m2

Nc = Coeficiente de capacidad de carga de la gráfica

q = Sobrecarga en ton/m2

γ_m = Peso volumétrico húmedo del material.

Df = Profundidad del fondo de la excavación en m

FS = Factor de seguridad como se especifica en el artículo 226.

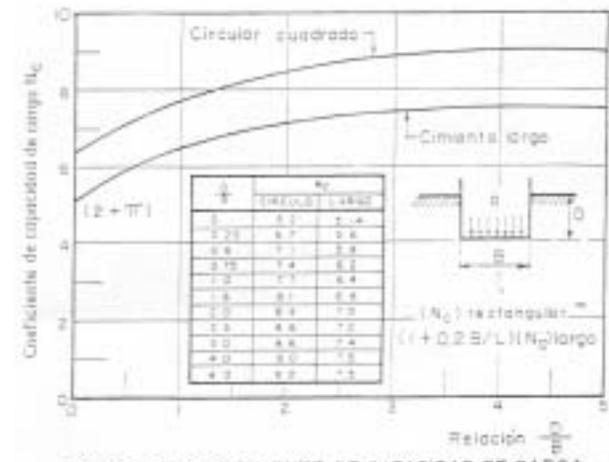


FIG. 231-II COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE CARGA.

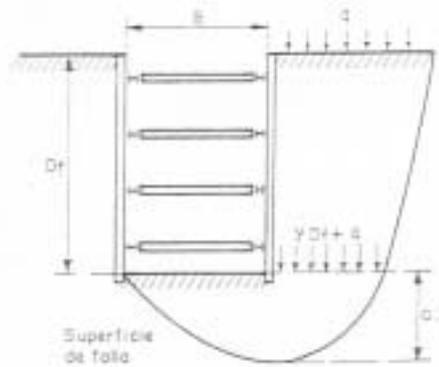


FIG. 237-I FALLA DE FONDO EN EXCAVACIONES.

ARTICULO 238. Empuje de tierras

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, o sea, muros en cantiliver cuyo desplazamiento máximo sea del orden de 0.001 de su altura.
- b) Presión en muros cuyo borde superior está impedido de desplazamiento, o cuando éste sea menor de 0.001 de su altura.
- c) Presiones ejercidas en ademes de excavación en zanjas.

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, únicamente si se cumple:

$$238-1. \quad \tau - \gamma_n \operatorname{tg} \phi \leq \frac{c}{4}$$

donde:

τ = Esfuerzo cortante en el plano potencial de falla

γ_n = Esfuerzo normal en el plano potencial de falla

C = Cohesión 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 drenaje 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 cimentación, así como cisternas y en ocasiones albercas sumergidas en las que en alguna forma se evitan los muros en cantiliver.

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:

$$238-2 \quad k_o = \frac{\bar{P}_h}{\bar{P}_v}$$

en donde:

– Ph = Presión efectiva horizontal.

– Pv = Presión efectiva vertical.

El valor de k0, debe considerarse por lo menos igual a 0.6 en arcillas y 0.4 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 ésta no se presente simultáneamente.

En el caso c) , los troqueles acuñados 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:

$$238-3 \quad Ph = k_0 p_{tv}$$

en donde:

p_{tv} = Presión total vertical.

k0 = Valuada como se indica en el párrafo anterior.

Alternativamente podrán usarse las envolventes prácticas de presión según Terzaghi que se dan en la gráfica 238-1.

ARTICULO 239. Empuje debido a sobrecargas

Para superficie del relleno horizontal y carga uniformemente distribuida, se considera lo siguiente :

Para el caso a) del artículo anterior:

$$239-1 \quad \Delta \bar{P}_h = \frac{\Delta \bar{P}_v}{N \phi} - \frac{2c}{\sqrt{N \phi}}$$

En la formula anterior:

$\Delta \bar{P}_v$ = Sobrecarga vertical en ton/m2.

$$N_c = Tg2(45^\circ - \phi/2)$$

$\Delta \bar{P}h$: Empuje horizontal debido a la sobrecarga en ton/m².

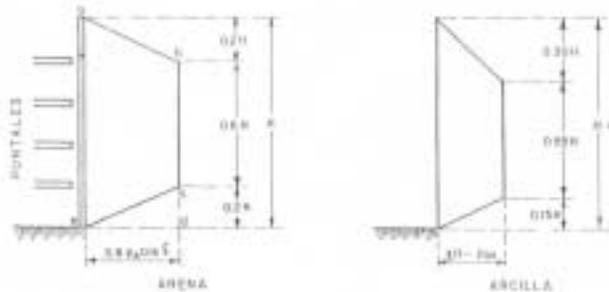
Sólo se considerará la reducción debida a la cohesión, si se satisface 238-1.

En los. casos b) y c) del artículo anterior:

$$239-2 \quad \Delta \bar{P}h = k_0 \Delta \bar{P}v$$

donde k_0 se tomará como se indica en el mismo artículo.

GRAFICA 238-I



δ = ángulo de fricción entre el ademe y el suelo, considerada igual a $\frac{2}{3}\phi$

$P = \frac{2P_A}{H} = 2$ veces el empuje sobre el ademe (calculado por la teoría de Coulomb)

Altura del ademe

qu = resistencia de la orilla a la compresión simple

ARTICULO 240. Problemas especiales

El empuje que resulta cuando la superficie del relleno es inclinada o cuando la sobrecarga es distinta a la especificada, 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 hay 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.

CAPITULO XXVI
MAMPOSTERIA

ARTICULO 241. Consideraciones generales

241.1. Alcance

Los Artículos 242 a 245 de estas disposiciones, se aplican al diseño y construcción de muros constituidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, unidas por un mortero aglutinante. Incluyen muros reforzados con armados interiores, castillos, cadenas o contrafuertes.

Los artículos 249 y 250 se aplican al diseño y construcción de elementos de mampostería de piedras naturales. En los artículos 251 a 253 se presenta un procedimiento alternativo para diseño de ambos tipos de mampostería.

En el artículo 254 se trata lo referente a muros de adobe.

241.2.- Notación

A = Area de acero de refuerzo colocada en el extremo de un muro.

Ash = Area total de refuerzo horizontal en el muro.

Asv = Area total de refuerzo vertical en el muro.

A_T = Area bruta de la sección transversal del muro.

B = Coeficiente para el cálculo de la resistencia ante carga vertical de muros rigidizados por elementos transversales.

b = Longitud de apoyo de una losa soportada por el muro.

Cp = Coeficiente de variación de la resistencia de las piezas.

Cm = Factor para el cálculo de los efectos de esbeltez.

c_m = Coeficiente de variación de la resistencia de la mampostería.

d = Distancia entre el centroide del acero de tensión y el extremo opuesto del muro.

dc = Peralte del castillo que confina al muro.

d' = Distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos de un muro.

E = Módulo de elasticidad de la mampostería para esfuerzos de compresión normales a las juntas.	accidental.
e_a = Excentricidad accidental de la carga vertical.	L' = Separación entre elementos que rigidizan longitudinalmente al muro.
ec = Excentricidad calculada de la carga vertical.	M_R = Momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexocompresión.
$ec1$ = Excentricidad menor calculada en los extremos de un muro.	M_o = Momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexión pura.
$ec2$ = Excentricidad mayor calculada en los extremos de un muro.	M_a = Momento admisible en flexocompresión.
e' = Excentricidad de diseño incrementada por efectos de esbeltez.	M_{oa} = Momento admisible en flexión pura.
F_a = Factor de incremento de la excentricidad por efecto de esbeltez.	P = Carga axial total que obra sobre el muro sin multiplicar por el factor de carga.
F_E = Factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez.	P_u = Carga axial total que obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga.
F_R = Factor de reducción de resistencia.	P_c = Carga crítica de pandeo del muro.
f_b^* = Resistencia nominal de diseño del mortero en compresión.	P_a = Carga axial admisible en el muro.
\bar{f}_m^* = Media de la resistencia en compresión de la mampostería, referida al área bruta.	PR = Resistencia de diseño del muro a carga vertical.
f_m^* = Resistencia nominal de diseño a compresión de la mampostería, referida al área bruta.	Ph = Cuantía de refuerzo horizontal en el muro.
\bar{f}_p = Media de la resistencia en compresión de las piezas, referida al área bruta.	Py = Cuantía de refuerzo vertical en el muro.
f_p^* = Resistencia nominal de diseño a compresión de las piezas, referida al área bruta.	Q = Factor de reducción por ductilidad.
f_s = Esfuerzo admisible en el acero.	s = Separación del acero de refuerzo.
f_y = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.	t = Espesor del muro.
G = Módulo de cortante de la mampostería.	V_a = Fuerza cortante admisible.
H = Altura no restringida del muro.	V_R = Fuerza cortante resistente.
H' = Altura efectiva del muro.	v^* = Esfuerzo cortante nominal de diseño, sobre área bruta.
I = Momento de inercia de la sección transversal bruta.	ARTICULO 242. Materiales para mampostería de piedras artificiales
K = Coeficiente para la determinación de la excentricidad	242.1. Piezas
	242.1.1. Tipos de Piezas.
	Las piezas usadas en los elementos estructurales de

mampostería deberán cumplir los requisitos generales de calidad especificados por la Dirección General de Normas 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 de Diseño Sísmico del Reglamento se fijan distintos factores de reducción por ductilidad, Q, en función del tipo de pieza que compone un muro y de su refuerzo.

Para fines de la aplicación del Capítulo mencionado, se consideran como piezas macizas aquellas que tengan en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos el 75% del área total, y cuyas paredes no tengan espesores menores de 2 cm.

Las piezas huecas a que hace referencia el Capítulo de Diseño Sísmico, son las que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos el 45% del área bruta; además el espesor de sus paredes exteriores no será menor que 1.5 cm.

242.1.2. Resistencia en compresión.

La resistencia en compresión se determinará para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensaye especificado en la norma DGNC 36.

Para diseño se empleará un valor nominal de la resistencia, f^*p , medida sobre área bruta, que se determinará como el valor que les alcanzado por lo menos por el 984 de las piezas producidas.

Cuando se tenga evidencia de que el valor mínimo garantizado por el fabricante cumple con la definición anterior, podrá tomarse como valor nominal.

La resistencia nominal se determinará con base en la información estadística existente sobre el producto en cuestión.

La determinación podrá hacerse con la expresión:

$$f^*p = \frac{\bar{f}p}{1 + 2.5cp}$$

En la expresión anterior:

$\bar{f}p$ = Promedio de las resistencias en compresión de las piezas ensayadas.

c = Coeficiente de variación de la resistencia, que en ningún caso se tomará menor que 0.15. Cuando no se cuente con una determinación directa del coeficiente de variación de la resistencia, podrá considerarse de calidad.

Para piezas de producción no mecanizada:

$$f^*p = 0.53 \bar{f}p$$

Para piezas de fábricas mecanizadas, sin control de calidad:

$$f^*p = 0.57 \bar{f}p$$

Para piezas de plantas mecanizadas, con control de calidad:

$$f^*p = 0.67 \bar{f}p$$

Deberá comprobarse que las piezas empleadas en la obra cumplan con la resistencia nominal supuesta. La determinación se hará en un mínimo de tres lotes de diez piezas cada uno, el ensaye se hará de acuerdo con la norma correspondiente de la Dirección General de Normas.

ARTICULO 243. Morteros

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

- a) Su resistencia nominal 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 3.00
- c) La resistencia se determinará según lo especificado en la norma DGN C 61.
- d) Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.

La tabla siguiente muestra las características de algunos proporcionamientos recomendados:

TABLA 243-1

PROPORCIONAMIENTOS EN VOLUMEN, RECOMENDADOS PARA MORTERO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Tipo de Mortero	Partes de Cemento	Partes de Cemento de Albañilería	Partes de Cal	Partes de Arena*	Valor Típico de la Resistencia Nominal en Compresión, fb*, en kg/cm2
I	1 1	--- 0 a 1/2	0 a 1/4 ----	No menos de 2.25 ni más de tres veces la suma de cementantes en volumen	125
II	1 1	--- 1/2 a 1	1/4 a 1/2 -----		75
III	1	-----	1/1 a 1 11/14		40

* El volumen de arena se medirá en estado suelto.

ARTICULO 244. Acero de refuerzo

El refuerzo que se emplee en castillos, dalas y/o elementos colocados en el interior del muro, estará constituido por varillas corrugadas que cumplan las especificaciones DGN B 6 1974 y B 294 1972 o por malla de acero que cumpla con la especificación DGN B 290 1975. Se podrán utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción del Departamento su eficiencia como refuerzo estructural. Se admitirá acero liso en estribos y como refuerzo que no tenga fines estructurales.

Como esfuerzo nominal, fy, se considerará el de fluencia garantizado por el fabricante. La verificación de la calidad del acero se hará de acuerdo con la norma correspondiente de la Dirección General de Normas.

ARTÍCULO 245. Mampostería

245.1. Resistencia en compresión

La resistencia nominal en compresión de la mampostería, fm*, sobre área bruta, se determinará con alguno de los procedimientos siguientes:

- a) Ensaye de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra. Las pilas estarán formadas por lo menos con tres piezas sobre puestas. La relación altura espesor de la pila estará comprendida entre 2 y 5; las pilas se ensayarán a la edad de 28 días. Para el almacenamiento de los

especímenes, su cabeceado y el procedimiento de ensaye se seguirán, en lo que sean aplicables, las normas que rigen para el ensaye a compresión de cilindros de concreto (DGN C 83).

El esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se corregirá multiplicándolo por los factores de la Tabla 245-1 siguiente:

TABLA 245-1

FACTORES CORRECTIVOS PARA LAS RESISTENCIAS DE PILAS CON DIFERENTES RELACIONES DE ESBELTEZ

Relación de Esbeltez de la Pila	2	3	4	5
Factor Correctivo	0.77	0.91	1.00	1.05

Para esbeltezas intermedias se interpolará linealmente.

La resistencia nominal se calculará como:

$$fm^* = \frac{fm}{1+2.5 cm}$$

En que:

fm = Promedio de la resistencia de las pilas ensayadas, corregida por esbeltez.

cm = Coeficiente de variación, de la resistencia de las pilas.

La determinación se hará con un mínimo de nueve pilas construidas con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes.

b) A partir de la resistencia nominal de las piezas y el mortero:

1. Para bloques y tabiques de concreto con relación altura a espesor no menor que un medio, y con $fp^* \leq 200$ kg/cm², la resistencia nominal a compresión será la que indica la tabla siguiente, si se comprueba que las piezas y el mortero cumplen con los requisitos de calidad especificados en 242.1 y 243, respectivamente.

RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION DE LA MANIPOSTERIA, fm^* , SOBRE AREA BRUTA

fp*, en kg/cm2	fm*, en kg/cm2		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
25	15	10	10
50	25	20	20
75	40	35	30
100	50	45	40
150	75	60	60
200	100	90	80

Para valores intermedios se interpolará linealmente

2. Para piezas de barro y otros materiales, excepto concreto, con relación altura espesor no menor que un medio la resistencia nominal a compresión será la que se obtiene de la tabla siguiente, para los morteros recomendados:

RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION DE LA MANIPOSTERIA, fm^* , SOBRE AREA BRUTA

fp*, en kg/cm2	fm*, en kg/cm2		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
25	10	10	10
50	20	20	20
75	30	30	25
100	40	40	30
150	60	60	40
200	80	70	50
300	120	90	70
400	140	110	90
500	160	130	110

Para valores intermedios se interpolará linealmente.

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

RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION DE LA MANIPOSTERIA, fm^* , PARA ALGUNOS TIPOS DE PIEZAS, SOBRE AREA BRUTA

Tipo de pieza	Valores de r^* , en kg/cm2		
	Mortero 1	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido	15	15	15
Bloque de concreto tipo pesado	20	15	15
Tabicón de concreto** ($fp > 80$ kg/cm ²)	20	15	15
Tabique con huecos verticales ($fp^* > 120$ kg/cm ²)	40	40	30

* La relación área neta-bruta no será menor de 0.45

** Fabricado con arena silica y peso volumétrico no menor de 1500 kg/cm³.

- d) Resistencia en compresión de mampostería con refuerzo interior. Para mampostería con refuerzo interior que cumpla con los requisitos especificados en el artículo 247.5.1. c, el valor de fm^* podrá determinarse a partir de ensayos en muros o muretes en los que se reproduzca la cantidad y la disposición del refuerzo, el aparejo y colado en los huecos. Para la deducción de fm^* a partir de los resultados de los ensayos se emplearán los criterios especificados para el ensayo de pilas en el punto a) de este inciso.

En caso de no realizarse dichos ensayos podrá tomarse para fm^* el valor que corresponde a mampostería sin refuerzo incrementado en 50% pero no en más de 15 kg/cm².

- e) Resistencia en compresión de muros confinados. Para muros reforzados con dalas y castillos que cumplan los requisitos del artículo 247.5.1.b, el esfuerzo resistente en compresión, fm^* , calculado para la mampostería sin refuerzo podrá incrementarse en 4 kg/cm².

245.2. Resistencia al abastamiento

Cuando una carga concentrada se transmite directamente a la mampostería, el esfuerzo de contacto no excederá de 0.6 fm*. El esfuerzo actuante se calculará con las cargas de diseño.

245.3. Resistencia en tensión

Se considerará que es nula la resistencia de la mampostería a esfuerzos de tensión perpendiculares a las juntas.

245.4. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de la mampostería, E, podrá determinarse experimentalmente o calcularse en forma aproximada como sigue:

Para mampostería de tabiques y bloques de concreto:

E = 600 fm* para cargas de corta duración.

E = 250 fm* para cargas sostenidas.

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

E = 400 fm* para cargas de corta duración.

E = 250 fm* para cargas sostenidas.

245.5. Módulo de cortante

El modulo de cortante de la mampostería se tomará como:
G=0.3E

ARTICULO 246. Método simplificado de diseño

246.1. Alcance

Los procedimientos de diseño aquí presentados son aplicables a muros que cumplan con las condiciones siguientes:

- a) Los materiales satisfacen los requisitos especificados en el artículo 242.
- b) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso o por otros elementos.
- c) No hay excentricidades importantes (mayores que t/6) en la carga axial aplicada.

- d) La relación altura a espesor del muro no excede de 20.
- e) Los muros están reforzados para cumplir con los requisitos que se establecen para muros confinados o muros reforzados interiormente en el artículo 247.5.1. c.

246.2. Resistencia de muros a cargas verticales.

La carga vertical que resiste un muro se determinará con la expresión siguiente:

$$P_R = F_R F_E f_m^* A_T$$

donde:

A_T = Es el área transversal bruta del muro

f_m* = La resistencia nominal en compresión de la mampostería, que se determinará con base en el artículo 245.1.

F_R = Es el factor de reducción de la resistencia, que se tomará como 0.6.

F_E = Es un factor reductivo por excentricidad y esbeltez, que se tomará como 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieran en más de 50% y como 0.6 para muros extremos o con claros asimétricos y para casos en que la relación cargas vivas a cargas muertas de diseño excede de uno. Para muros que estén ligados a muros transversales con una separación no mayor de 3 m., los valores de F_E se tomarán como 0.8 y 0.7, respectivamente.

La carga resistente así calculada se comparará con la carga total actuante obtenida considerando los factores de carga especificados por este Reglamento.

246.3. Resistencia de muros a cargas laterales

La fuerza cortante resistente de diseño se calculará con la expresión:

$$V_R = F_R (0.7 v^* A_T)$$

En que A_T es el área transversal bruta del muro, F_R se tomará como 0.6 y v* es el esfuerzo cortante nominal de la mampostería.

Para muros confinados de acuerdo con el artículo 247.5.1 b, se tomará el valor de v* de la tabla adjunta. Para muros con

refuerzo interior que cumplan con los requisitos del artículo 247.5.1 c, se tomará v^* igual a 1.5 veces el valor consignado en la tabla.

ESFUERZO CORTANTE NOMINAL PARA ALGUNOS TIPOS DE MAMPOSTERIA, SOBRE AREA BRUTA

Pieza	Tipo de Mortero	v^* , en kg/cm ²
Tabique de barro recocado	I	3.5
	II y III	3
Tabicón de concreto ($f^* > 80$ kg/cm ²)	I	3
	II y III	2
Tabique hueco de barro (2)	I	3
	II y III	2
Bloque de concreto tipo pesado	I	3.5
	II y III	2.5

- 1) Las piezas huecas deberán cumplir con los requisitos fijados en el artículo 242. Cuando el valor de la tabla sea mayor que $0.8 \sqrt{t_c}$ se tomará este último valor como v^*
- 2) Tabique de barro con perforaciones verticales pero con relación de áreas neta a bruta no menor de 0.45.

Deberá revisarse la posibilidad de falla por momentos flexionantes en el plano del muro, con base en lo especificado en el artículo 247.5.5.

Las fuerzas actuantes debidas a sismo se calcularán de acuerdo con lo fijado en el Capítulo XXXI del Reglamento, en que se especifican distintas fuerzas sísmicas para muros de piezas macizas y huecas.

ARTICULO 247. Método detallado de diseño

Este método se aplicará cuando no se cumplan los requisitos necesarios para la aplicación del método simplificado de diseño descrito en la sección anterior o cuando se quiera realizar un diseño más refinado.

247.1. Factores de reducción de resistencia

Las expresiones para la determinación de la resistencia de diseño están afectadas por el factor de reducción de resistencia, F_R , que se tomará igual a 0.6, excepto cuando se fije específicamente otro valor.

247.2. Acciones

Se revisará la seguridad de los elementos estructurales ante el efecto de las distintas combinaciones de acciones que puedan presentarse de acuerdo con los Capítulos XXIV, XXX y XXXI de este Reglamento, considerando las intensidades nominales para las acciones y los factores de carga correspondientes.

247.3. Análisis

La determinación de las fuerzas internas en los muros se hará en general por medio de un análisis elástico. En la determinación de las propiedades elásticas de los muros deberá considerarse que la mampostería no resiste tensiones en dirección normal a las juntas y emplear por lo tanto las propiedades de las secciones agrietadas transformadas cuando dichas tensiones aparezcan.

Para el análisis por cargas verticales se tomará en cuenta que en las juntas de los muros y los elementos de piso ocurren rotaciones locales debidas al aplastamiento del mortero.

Por lo tanto, para muros que soportan losas de concreto, la junta tiene suficiente capacidad de rotación para que pueda considerarse que para efectos de la distribución de momentos en el nudo, la rigidez de los muros es nula. Para el diseño sólo se tomarán en cuenta los momentos debidos a los efectos siguientes:

- a) Los momentos que deben ser resistidos por condiciones de estática y que no pueden ser redistribuidos por la rotación del nudo, como son los momentos debidos a un voladizo que se empotre en el muro o los debidos a empujes, de viento o sismo, normales al plano del muro.
- b) Los alómenlos debidos a la excentricidad con que se trasmite la carga de la losa del piso inmediatamente superior en muros extremos; tal excentricidad se tomará igual a:

$$e_c = t / 2 - b / 3$$

Siendo t el espesor del muro y b la longitud de apoyo de la losa sobre el espesor del muro.

247.4. Resistencia a cargas verticales

247.4.1. Formula general

La carga vertical que resiste un muro dependerá de la relación de esbeltez del mismo, de la excentricidad con que se aplica la carga y de las restricciones a sus deformaciones laterales. El valor de diseño de la carga axial resistente se calculará

como:

$$P_R = F_R F_E f_m^* A_T$$

donde:

F_R Se tomará como 0.6 para muros confinados o reforzados interiormente de acuerdo con 247.5.1 b o c y como 0.3 para muros no reforzados.

P_R Es la carga vertical total resistente de diseño.

A_T El área de la sección transversal del muro

f_m^* La resistencia nominal de diseño en compresión de la mampostería.

F_E un factor de reducción por excentricidad y esbeltez que se obtendrá de acuerdo con 247.4.2.

247.4.2. *Factor de reducción por excentricidad y esbeltez.*

El factor F se calculará como :

$$F_E = 1 - 2 e' / t$$

Siendo t el espesor del muro y:

$$e' = F_a (e_c + e_a)$$

e_c y e_a son las excentricidades calculada y accidental, respectivamente, obtenidas de acuerdo con 247.4.3.

F_a es un factor de incremento de la excentricidad por efecto de esbeltez, calculado de acuerdo con 247.4.4.

247.4.5. *Excentricidad de la carga Vertical*

La excentricidad total se determinará tomando en cuenta la excentricidad calculada e_c más una accidental, e_a . La excentricidad calculada es la que puede resultar debido a los efectos mencionados en los casos a) y b) del inciso 247.3.

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

$$e_a = K t + \left(\frac{H}{10} \right)$$

El coeficiente K se tomará como 1/50 para piezas cuyas dimensiones no difieren en más de un 3 de los nominales y 1/30 cuando no se cumpla lo anterior.

247.4.4. *Incremento de la excentricidad por el efecto de esbeltez*

El factor de incremento, F , se obtendrá como:

$$F_a = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1$$

Siendo:

P_u la carga vertical actuante de diseño :

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{e_{c1}}{e_{c2}} \geq 0.4$$

donde :

e_{c1} y e_{c2} respectivamente, la menor y mayor de las excentricidades calculadas en los extremos del muro; el cociente.

e_{c1} / e_{c2} , se considera positivo cuando el muro se flexiona en curvatura simple y negativo cuando lo hace en curvatura doble; al considerar la excentricidad accidental únicamente ante el efecto de cargas laterales uniformemente distribuidas, C_m se tomará igual a 1.

P_c es la carga crítica de pandeo que se obtendrá como:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{H'^2}$$

siendo:

I = El momento de inercia de la sección bruta dividido entre 2.5.

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.

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

$H' = H$ para muros extremos en que se apoyan losas.

247.4.5. *Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales*

En caso de que los extremos del muro en consideración estén ligados a muros transversales, o a contrafuertes que restrinjan su deformación lateral, el efecto de esbeltez en el muro se reducirá y la resistencia se calculará como sigue:

$$P_r = P_L + (P_c - P_L) B$$

donde:

P_c = Resistencia de diseño calculada sin tomar en cuenta los efectos de esbeltez (F_a = 1.0)

P = Resistencia calculada considerando efectos de esbeltez (F_a se obtiene de acuerdo con 247.4.4.)

B = Es un coeficiente que depende de la separación de los elementos rigidizantes, L', y se obtiene de la tabla siguiente:

FACTOR CORRECTIVO, B, POR EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DE MUROS TRANSVERSALES

L/H	1.5	1.75	2.00	2.5	5.00	4.0	5.0
B	0.7	0.6	0.5	0.4	0.33	0.25	0.20

Los muros transversales se considerarán efectivos para restringir el desplazamiento lateral sólo cuando su longitud sea 6 o más veces el espesor del muro que rigidizan.

247.4.6.- Contribución del refuerzo a la resistencia ante cargas verticales

La contribución de dalas y castillos a la capacidad de muros ante cargas verticales se considerará aumentando en 4 kg/cm² el esfuerzo resistente en compresión f_m*, a menos que mediante ensayos a escala natural se haya demostrado que existe un incremento mayor a la resistencia por efecto de dicho refuerzo. Cuando se refuerce interiormente un muro se podrá admitir un incremento del valor de f_c de acuerdo con 245.1. d.

Para la capacidad ante carga vertical excéntrica, se considerará el efecto del refuerzo interior si éste tiene una separación máxima no mayor que seis veces el espesor del muro. El cálculo se realizará con el criterio de resistencia en flexocompresión que se especifica para concreto reforzado, y con base en las hipótesis siguientes:

- a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
- b) Los esfuerzos de tensión son resistidos por el refuerzo únicamente.
- c) Existe adherencia perfecta entre el refuerzo y el concreto o mortero que lo rodea.

d) La sección falla cuando se alcanza, en la mampostería, la deformación unitaria máxima a compresión que se tomará igual a 0.003.

e) A menos que ensayos en pilas permitan obtener mejor determinación de la curva esfuerzo-deformación de la mampostería ésta se supondrá lineal hasta la falla.

Los efectos de esbeltez se tomarán en cuenta incrementando la excentricidad de la carga en la misma forma que para muros no reforzados.

247.5. Resistencia a cargas laterales

247.5.1. Consideraciones generales

La resistencia a cargas laterales de un muro deberá revisarse para el efecto de la fuerza cortante, del momento flexionante en su plano y eventualmente también de momentos flexionantes debidos a empujes normales a su plano.

Para fines de diseño por cargas laterales se distinguen los siguientes tipos de muros, de acuerdo con su estructuración:

a) Muros-Diafragma. Estos son los que se encuentran totalmente rodeados por vigas y columnas de un marco estructural y su función es rigidizarlo para el efecto de fuerzas laterales.

Además las columnas y vigas, en una zona igual a una cuarta parte de su longitud libre medida a partir de cada esquina, deberán ser capaces de resistir, cada una, una fuerza cortante igual a la cuarta parte de la que actúa sobre el tablero.

b) Muros Confinados. Estos son los que están reforzados con castillos y dalas que cumplen con los requisitos siguientes:

Las dalas o castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro. El concreto tendrá una resistencia a compresión f_c' no menor de 150 kg/cm², y el refuerzo longitudinal estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total no será inferior a 0.2 f_c' / f_y por el área de castillo y estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

El área del refuerzo transversal no será inferior a 1000s / f_y d_c' siendo s la separación de los estribos y, d_c' el peralte del castillo. La separación de los estribos no excederá 1.5 d_c' ni 20 cm.

Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros

y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que vez y media su altura, ni 4 m.

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

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, por cargas laterales.

- c) Muros Reforzados Interiormente. Estos son muros reforzados con malla o barras corrugadas de acero horizontales y verticales, colocadas en los huecos de las piezas, en ductos o en las juntas. Para que un muro pueda considerarse como reforzado, deberán cumplirse los siguientes requisitos mínimos :

La suma de la cuantía de refuerzo horizontal, Ph , y vertical Pv , no será menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.007. La cuantía de refuerzo horizontal se calculará como $Ph = A_{sv} / tL$, donde A_{sv} es el refuerzo horizontal que se colocará en el espesor t del muro a una separación s .

$Pv = A_{sv} / tL$, en que A_{sv} es el área total de refuerzo que se colocará verticalmente en la longitud L del muro.

Todo espacio que contenga una barra de refuerzo deberá tener una distancia libre mínima entre el refuerzo y las paredes de la pieza igual a la mitad del diámetro de la barra y deberá ser llenado a todo lo largo con mortero o concreto. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo y el exterior del muro será de 1.5 cm. o una vez el diámetro de la barra, la que resulte mayor.

Para el colado de los huecos donde se aloje el refuerzo podrá emplearse el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, o un concreto de alto revenimiento, con agregado máximo de 1 cm. y resistencia a compresión no menor de 75 kg/cm². El hueco de las piezas tendrá una dimensión mínima mayor de 5 cm. y un área no menor de 30 cm².

Deberá colocarse por lo menos una varilla No. 3 en dos huecos consecutivos en todo extremo de muros, en las intersecciones entre ellos o a cada 3 m. El refuerzo vertical y horizontal en el interior del muro tendrá una separación no mayor de seis veces el espesor del mismo ni 90 cm., la menor de ellas.

Cuando los muros transversales lleguen a tope, sin traslape de piezas, será necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura.

El refuerzo horizontal debe ser continuo en la longitud del muro y anclado en sus extremos. Se deberán cumplir los mismos requisitos de anclaje que para concreto reforzado.

Deberá haber refuerzo consistente en una barra No. 4 o su equivalente, alrededor de toda abertura cuya dimensión exceda de 60 cm. en cualquier dirección.

La relación altura espesor de estos muros no será superior a 30 m., a menos que se coloquen elementos rigidizantes que eviten la posibilidad de pandeo del muro. Deberá haber una supervisión continua en la obra para asegurar que el refuerzo esté colocado de acuerdo a lo indicado en planos y que los huecos en que se aloja el refuerzo sean colados completamente.

- d) Muros no Reforzados. Se considerarán como muros no reforzados, aquellos que no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las tres categorías anteriores.

247.5.2. Esfuerzo cortante medio de diseño

La determinación de la fuerza cortante resistida por la mampostería se basa en el esfuerzo cortante medio de diseño, v^* , el cual se tomará de la tabla del artículo 246.3.

Para materiales no cubiertos en la tabla mencionada, la resistencia a cargas laterales se fijará con base en resultados de ensayos a satisfacción.

247.5.3. Fuerza cortante resistida por la mampostería

La fuerza cortante resistente de diseño se determinará como:

- a) Para muros diafragma:

$$V_R = F_R (0.85 v^* A_T)$$

- b) Para otros muros:

$$V_R = F_R (0.5 v^* A_R + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v^* A_T$$

en que:

P Es la carga vertical que actúa sobre el muro, sin multiplicar por el factor de carga.

Para muros reforzados interiormente de acuerdo con los

requisitos de 247.5.1 c), se tomará v^* como 1.5 veces el valor medido en los ensayos para mampostería sin refuerzo o el consignado en la tabla del artículo 246.3.

El factor de reducción de resistencia, F_R , se tomará como:

0.6 Para muros diafragma, muros confinados y muros con refuerzo interior que cumulan con los requisitos de 247.5.1.

0.3 Para muros no reforzados.

247.5.4. *Contribución del refuerzo*

No se considerará ninguna contribución a la resistencia a fuerza cortante por efecto de los castillos y dadas que es necesario colocar en los muros para que éstos puedan considerarse confinados, de acuerdo con lo especificado en 247.5.1 b).

247.5.5. *Resistencia a flexocompresión en el plano del muro*

La resistencia a flexión y a flexocompresión en el plano del muro se calculará, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales suponiendo una distribución lineal de los esfuerzos en la mampostería. Se considerará que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a f_m^* .

La capacidad de flexión o flexocompresión en el plano de un muro con refuerzo interior o exterior, se calcula con un método de diseño basado en las hipótesis estipuladas en 247.4.5.

Para muros reforzados con barras colocadas simétricamente en sus extremos, las fórmulas simplificadas siguientes dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento resistente de diseño.

Para flexión simple, el momento resistente se calculará como:

$$M_o = F_R A_s f_y d'$$

donde:

A_s = Es el área de acero colocado en el extremo del muro.

d' = La distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro.

Cuando exista carga axial sobre el muro, el momento de la sección se modificará de acuerdo con la ecuación:

$$M_R = M_o + 0.30 P_u d \quad ; \quad \text{si } P_u \leq P_R / 3$$

$$M_R = (1.5 M_o + 0.15 P_R d) \left[1 - \left(\frac{P_u}{P_R} \right) \right] \quad ; \quad \text{si } P_u > P_R / 3$$

donde:

P_u Es la carga axial de diseño total sobre el muro, que se considerará positiva si es de compresión.

d El peralte efectivo del refuerzo de tensión.

P_R La resistencia a compresión axial.

F_R En este caso igual a 0.6.

ARTICULO 248. Construcción

248.1. Materiales

248.1.1. Piezas

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

Humedecimiento de las piezas. Deberán saturarse previamente a su colocación todas las piezas de barro; las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse.

248.1.2. Morteros

Mezclado del mortero. La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose, siempre que sea posible, un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de tres minutos.

Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole agua si es necesario.

Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2:00 horas a partir del mezclado inicial. Los que contengan solo cemento de albañilería deberán usarse dentro de un plazo de 3.5 horas a partir de su mezclado inicial, pero no podrán permanecer más de una hora sin ser remezclados .

248.1.3. Concretos

Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, tendrán la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. El tamaño máximo del

agregado será de 1 cm.

248.1.4. Refuerzo

Las varillas de refuerzo deberán cumplir los mismos requisitos que para estructuras de concreto.

248.2. Procedimientos de construcción

248.2.1. Juntas

El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. El espesor de las juntas no excederá de 2 cm.

248.2.2. Aparejo

Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas disposiciones, son aplicables sólo si las piezas se colocan en forma cuatropuada; para otros tipos de aparejo, el comportamiento de los muros deberá deducirse de ensayos a escala natural.

248.2.3. Concreto y mortero

En castillos y huecos interiores se colará de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos. El colado de elementos interiores verticales se efectuará en tramos no mayores de 1.5 m. a menos que el área del hueco sea mayor de 65 cm², en cuyo caso 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.

248.2.4. Refuerzo

El refuerzo se colocará de manera que se asegure que se mantenga filo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslapes mínimos serán los que se especifican para concreto reforzado; para refuerzo colocado en las juntas regirá lo especificado en 247.5.1. c).

248.2.5. Construcción de muros

En la construcción de muros, además de los requisitos de las secciones anteriores, se cumplirán los siguientes:

La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada, no será menor de 10 cm.

Todos los muros que se toquen o crucen deberán anclarse

o ligarse entre sí, salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento.

Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales, deberán llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.

Durante la construcción de todo muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso mismo de la obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales, incluso viento y sismo.

En los planos constructivos deberán especificarse claramente: Peso máximo admisible de las piezas, resistencia del tabique, tolerancia en sus dimensiones y el mortero considerado en el diseño; así como detalles del aparejo de las piezas, del refuerzo y su anclaje y traslape, detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.

248.2.6. Tolerancias

- a) En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural distará más de 2 cm. del de proyecto ajustado.
- b) El desplome de un muro no será mayor que 0.004 -1 veces su altura ni 1.5 cm.
- c) La desviación máxima del anclaje del refuerzo vertical no será mayor de 1.6; de no ser así, se prolongará otra barra adecuadamente anclada.

ARTICULO 249. Mampostería de piedras naturales

249.1 Alcance

Esta sección se refiere al diseño y construcción de cimientos, muros de retención y otros elementos estructurales de mampostería del tipo conocido como de tercera, o sea formado por piedras naturales sin labrar unidas por mortero.

249.2. Materiales

249.2.1. Piedras

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

Resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación, 150 kg/cm².

Resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los

planos de formación, 100 kg/cm²
Absorción máxima 4 %.

Resistencia al intemperismo: máxima pérdida de peso después de cinco ciclos en solución saturada en sulfato de sodio, 10 %.

Las propiedades anteriores se determinarán de acuerdo con los procedimientos indicados en el Capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción de la S.C.T. (1971)

Las piedras no necesitarán ser labradas, pero se evitará en lo posible el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos el 70% del volumen del elemento estará constituido por piedras con un peso mínimo de 30 Kg. cada una.

249.2.2. 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 15 kg/cm².
- La resistencia se determinará según lo especificado en la norma DGN C 61.

249.3. Diseño

249.3.1. Esfuerzos resistentes de diseño

Los esfuerzos resistentes de diseño en compresión y en cortante v^* , se tomarán como sigue:

Mampostería unida con mortero de resistencia en compresión no menor que 50 kg/cm².

$$f_m^* = 20 \text{ kg/cm}^2, v^* = 0.6 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2, v^* = 0.4 \text{ kg/cm}^2.$$

Los esfuerzos de diseño anteriores incluyen ya un factor de reducción, F_R , que por lo tanto no deberá ser considerado nuevamente en las fórmulas de predicción de resistencia.

249.3.2. Determinación de la resistencia

Se verificará que en cada sección la fuerza normal actuante de diseño no exceda la fuerza resistente dada por la expresión:

$$P_R = (1 - 2e/t) A_T f_m^*$$

Siendo t el peralte de la sección, A_T su área y e la excentricidad con que actúa la carga. La expresión anterior es válida cuando la relación entre la altura del elemento de mampostería y el peralte de su sección no excede de 5; cuando dicha relación se encuentre entre 5 y 10, la resistencia se tomará igual al 80% de la calculada con la expresión anterior; cuando la relación exceda de 10 deberán tomarse en cuenta explícitamente los efectos de esbeltez en la forma especificada para mampostería de piedras artificiales.

La fuerza cortante actuante no excederá de la resistente, obtenida de multiplicar el área transversal de la sección más desfavorable por el esfuerzo cortante resistente según el inciso anterior.

249.4. Construcción

249.4.1. Piedras

Las piedras que se empleen deberán estar limpias y sin rajaduras. No se emplearán piedras que presenten formas de laja. Las piedras se mojarán antes de usarlas.

249.4.2. Mortero

El mortero se elaborará con la cantidad de agua mínima necesaria para obtener una pasta manejable. Para el mezclado y remezclado se respetarán los requisitos de 248.1.2.

249.4.3. Procedimiento constructivo

La mampostería se desplantará sobre una plantilla de mortero o concreto que permita obtener una superficie plana. En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayores dimensiones y las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de las compresiones. Las piedras deberán humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras. Los vacíos se rellenarán completamente con piedra chica y mortero. Deberán usarse piedras a tizón, que ocuparán por lo menos una quinta parte del área de paramento y estarán distribuidas en forma regular. Se respetarán, además, los requisitos de 248.2.5 que sean aplicables.

ARTICULO 250. Subestructuras

250.1. Cimientos

En cimientos de piedra braza la pendiente de las caras inclinadas, medida desde la arista de la dala o muro, no será menor que 1.5 (vertical): 1 (horizontal).

En cimientos de mampostería de forma trapezoidal con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero, deberá verificarse la estabilidad del cimiento a torsión. De no efectuarse esta verificación, deberán existir cimientos perpendiculares a ellos a separaciones no mayores de las que señala la siguiente tabla:

Presión de contacto con el terreno, p ton/m ²	Claro máximo, en m	
	Caso (1)	Caso (2)
P < 2.0	5.0	10.0
2.0 < p < 2.5	4.5	5.0
2.5 < p < 3.0	4.0	7.5
3.0 < p < 4.0	3.0	6.0
4.0 < p ≤ 5.0	2.5	4.5

ARTICULO 252. Mampostería de piedras artificiales

El procedimiento de diseño que aquí se presenta es aplicable a muros que cumplan con las condiciones señaladas en 246.1.

252.1. Carga vertical admisible en muros

La carga vertical admisible en un muro en condiciones de servicio, se determinará con la expresión siguiente:

$$P_a = 0.4 F_E f_m^* A_T$$

Donde:

A_T = Area transversal bruta del muro.

f_m^* = Resistencia de diseño en compresión de la mampostería, que se determinará según el artículo 245.1.

F_E = Factor reductivo por excentricidad y esbeltez que se tomará como 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieran en más de 50% y como 0.6 para muros extremos o con claros asimétricos y para casos en que la relación cargas vivas a cargas muertas de diseño excede de uno. Para muros que estén ligados a muros transversales espaciados a no más de 3 m., los valores de F_E se tomarán como 0.8 y 0.7 respectivamente.

252.2. Carga lateral admisible

Lo siguiente se refiere a muros reforzados con castillos y dalas que cumplan con los requisitos necesarios para ser considerados como muros confinados, de acuerdo con 247.5.1.

La fuerza cortante admisible en muros se calculará como:

$$V_a = 0.3 v^* A_T$$

donde:

v^* = Esfuerzo cortante nominal de diseño obtenido de la tabla de la sección 246.3.

252.3. Flexocompresión en el plano del muro

La capacidad a flexión y a flexocompresión en el plano del muro se calculará, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales suponiendo comportamiento lineal de la mampostería. Se supondrá asimismo que la mampostería no resiste tensiones. El esfuerzo admisible de compresión será igual a 0.4 f_m^* .

Para muros reforzados en igual forma en sus extremos, las fórmulas simplificadas siguientes dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante admisible.

Para flexión simple, el momento admisible se calculará como:

$$M_{oa} = 0.9 A_s f_s d'$$

donde:

A_s = Area de acero colocada en el extremo del muro.

d' = Distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro.

f_s = Esfuerzo admisible en el acero, que se tomará igual a 0.5 f_y .

Cuando exista carga axial sobre el muro, el momento admisible de la sección se modificará, de acuerdo con la ecuación:

$$M_a = M_{oa} + 0.20 P d; \quad \text{si } P \geq Pa / 3$$

$$M_a = (1.5 M_{oa} + 0.10 P a d) (1 - P / Pa); \quad \text{si } P \geq Pa / 3$$

donde:

P = Carga total que actúa sobre el muro en condiciones de servicio.

madera, éstas se mantendrán en buen estado de conservación.

d = Peralte efectivo del refuerzo de tensión.

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.

Pa = Carga axial admisible.

ARTICULO 253. Mampostería de piedras naturales

Si se emplean aditivos para mejorar la calidad de adobe, estos esfuerzos podrán incrementarse, siempre y cuando se realicen pruebas a satisfacción de la Oficina de Urbanística Municipal.

Además de los requisitos de esta sección, se aplicará lo dispuesto en 249.1 y 249.2.

253.1. Esfuerzos admisibles en compresión y cortante

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.

Mampostería juntada con mortero de resistencia en compresión no menor que 50 kg/cm²:

- A compresión: 14.0 kg/cm²
- A cortante: 0.4 kg/cm²

Se requerirá que la liga entre las 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.

Mampostería juntada con mortero de resistencia en compresión menor que 50 kg/cm²:

- A compresión: 11.0 kg/cm²
- A cortante: 0.3 kg/cm²

Cuando la relación altura a peralte del muro se encuentre entre 5 y 10, el valor del esfuerzo permisible en compresión se multiplicará por 0.8; cuando la relación excede de 10 deberán tomarse en cuenta explícitamente los efectos de esbeltez en la forma especificada para mampostería de piedras artificiales.

253.2. Cálculo de esfuerzos

Los esfuerzos actuantes máximos se pueden calcular con la expresión:

$$P / At (1 - 2 e / t)$$

Donde t es el peralte de la sección, A, su área y e la excentricidad con que actúa la carga.

ARTICULO 254. Muros de adobe

Las construcciones con muros cargados de adobe, se limitarán a un solo piso.

La zonificación sísmica se encuentra en el Capítulo XXXI.

La relación de altura a espesor de los muro de adobe será menor de 12. El piso intermedio o el techo proporcionarán al muro sujeción lateral por medio de un sistema de arriostramiento. Si este sistema está formado por vigas de

CAPITULO XXVII
DISPOSICIONES PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

N O M E N C L A T U R A

- A = Area de concreto a tensión.
- A1 = Area cargada
- A2 = Area máxima de la superficie de apoyo.
- Ag = Area total de la sección transversal de un columna.
- As = Area del refuerzo de tensión.
- A's = Area del refuerzo de compresión.
- Av = Area total del refuerzo en el alma en tensión diagonal dentro de una distancia s, medida en dirección paralela a la del refuerzo longitudinal.
- Ac = Area transversal del núcleo de una columna con refuerzo helicoidal medido hasta el diámetro exterior de la hélice.
- Ast = Area total de refuerzo longitudinal por torsión.
- as = Area transversal de una varilla del refuerzo colocado en una dirección determinada.

a1, a2 =	Respectivamente, claro corto y largo de una losa.	fbx, fby =	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.
b =	Ancho de la cara de compresión de un miembro sujeto a flexión.	fy =	Resistencia a la fluencia del refuerzo.
b' =	Ancho del alma en vigas "L" ó "T".	fc =	Factor de carga.
Ca =	Factor que relaciona el diagrama real de momento a un diagrama equivalente de momento uniforme.	fb =	Esfuerzo permisible en flexión que se admitiría si sólo existiera flexión.
d =	Distancia de la fibra externa en compresión al centroide del refuerzo de tensión.	FR =	Factor de reducción de capacidad.
e =	Excentricidad de la carga resultante en una columna; medida desde su eje de gravedad.	ft =	Esfuerzo de tensión en el concreto.
Ec =	Módulo de elasticidad del concreto.	f't =	Resistencia del concreto en tensión determinada a partir de ensaye de cilindros cargados diametralmente.
d' =	Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo de compresión.	H =	Altura de un muro de carga o longitud libre de una columna.
Da =	Diámetro de la circunferencia que pasa por los centros de las varillas longitudinales en columnas con refuerzo helicoidal.	H' =	Longitud efectiva de pandeo en muros de carga, o longitud efectiva de una columna.
db =	Diámetro de una varilla.	h =	Peralte total de una sección de una viga o el de una columna rectangular en el sentido del momento en que se analice o el diámetro de una columna circular.
dc =	Recubrimiento del concreto, medido desde la fibra extrema de tensión al centro de la barra más próxima.	I =	Momento de inercia de la sección agrietada y transformada.
dp =	Diámetro del pilote en su base.	g =	Momento de inercia de la sección total de concreto respecto a su eje centroidal despreciando el refuerzo.
Es =	Módulo de elasticidad del acero.	J =	Relación entre la distancia del centroide de compresión al centroide de tensión y el peralte, d.
EL =	Módulo de elasticidad del concreto de peso ligero.	k =	Constante que define la profundidad del eje neutro.
f'c =	Resistencia a la compresión del concreto.	K =	Factor de longitud efectiva para elementos en compresión.
c =	Esfuerzo de compresión permisible en el concreto.	L =	Longitud horizontal de tablero correspondiente a un muro.
s =	Esfuerzo de tensión permisible en el acero.	L' =	Longitud efectiva de pandeo o longitud
v =	Esfuerzo de tensión del refuerzo en el alma.		
a =	Factor de amplificación o en columna según expresión 261-2.		
fa =	N/Ag.		

	efectiva entre puntos de sujeción lateral.	=	Relación entre el área de refuerzo de compresión y el área efectiva del concreto.
Ld	= Longitud de desarrollo.	=	Cociente del área del refuerzo vertical al área total A del Concreto.
Lc	= Longitud que el refuerzo prolongará más allá del centro del apoyo o punto de inflexión.	=	Carga axial última.
Ldb	= Longitud básica de desarrollo.	=	Carga crítica.
M	= Momento flexionante de diseño.	=	Distancia medida del centro del área de aplicación de una carga concentrada al borde más próximo de ella.
Ma	= Momento flexionante en una columna debido a flexión pura.	=	Radio del círculo en que se considera distribuida una carga concentrada. Radio de giro.
Mb	= Momento flexionante en una columna producido por "Nb".	r	= Separación de los estribos y barras dobladas en dirección paralela al refuerzo longitudinal.
	= Momento usado en el diseño de un miembro en compresión.	s	= Perímetro de la sección crítica correspondiente a una distancia d/2, del paño de una columna o pedestal.
	= Momento flexionante con respecto a los ejes principales "x" y "y".	s'	= Módulo de sección.
	= Valores de Mp para flexión, con respecto a los ejes.	Sb	= Momento torsionante de diseño.
	= Momento resistente último de una sección.	T	= Momento torsionante tornado por el concreto.
	= Momento flexionante menor de diseño en el extremo sujeto a compresión. Positiva si el miembro se flexiona en curvatura simple y negativo si lo hace en doble.	Tp	= Contribución del concreto simple para tomar momento torsionante.
	= Momento flexionante mayor de diseño. Siempre positivo.	Tc	= Espesor del muro o losa.
	~	t	= Fuerza cortante última o fuerza cortante de trabajo multiplicada por 2.5.
	= $f_y / 0.85 f'_c$.	Vu	= Fuerza cortante total. $v'z = v^2 - vcz^2$
	= Carga excéntrica, normal a la sección transversal de una columna.	V	= Esfuerzo cortante.
	= Valor de N por debajo del cual la excentricidad permisible está controlada por tensión y arriba de la cual existe compresión.	v	= Esfuerzo cortante medio en losas y zapatas.
	= Relación entre el módulo de elasticidad del acero y el del concreto.	VCZ	= Esfuerzo cortante tomado por el concreto.
	= Carga axial permisible en una columna de concreto reforzado, sin reducción por longitud o excentricidad.	vc	= Valor absoluto de la relación entre el máximo momento debido a carga muerta y el máximo momento debido a carga total.
	= Relación entre el área del refuerzo de tensión al área efectiva de concreto.	<	=
		'W	= Peso del concreto en Kg/m-s.

- $x_1, y_1 =$ Lado menor y mayor de un estribo, medidos centro y reducidos cada uno en 2 cm.
- $x_l =$ Dimensión menor centro a centro de un estribo rectangular cerrado.
- $O =$ Angulo que el refuerzo de tensión diagonal forma con el eje de la pieza.

Desviación estandar de la resistencia a la compresión del concreto.

ARTICULO 255. Alcance

En este Capítulo se presentan disposiciones 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 a la compresión axial de cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las normas DGN C 160 y DGN C 83 elaborado con cemento tipo I 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 15 cm. excepto en losas en que el espesor mínimo será de 8 cm.

ARTICULO 256. Criterios de análisis

Las estructuras de concreto se analizarán exclusivamente con métodos que supongan el comportamiento elástico, excepto en losas y vigas continuas, en las que se permite el análisis plástico.

ARTICULO 257. Criterio de diseño

Los miembros de las estructuras podrán diseñarse siguiendo el criterio de esfuerzos admisibles (diseño elástico) que aparece en este Capítulo o el de resistencia última según los criterios establecidos en este Capítulo y siguiendo las disposiciones de diseño de estructuras de concreto del Instituto de Ingeniería de la UNAM., o en el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado A.C.I.

Será válido del diseño conforme a otras especificaciones debidamente reconocidas siempre y cuando se demuestre que se obtienen como mínimo los mismos márgenes de seguridad.

ARTICULO 258. Esfuerzos permisibles y factores de carga

Para el diseño elástico los esfuerzos permisibles se indican en la tabla 258 -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 50% 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 corresponden a cada uno de los criterios establecidos.

En el caso de utilizar las disposiciones para el Diseño de Estructuras de Concretos del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se utilizarán los siguientes factores:

- a) Para cargas muertas y vivas, $f_c = 1.4$.
- b) Para cargas muertas, vivas y accidentales, $F_c = 1.1$.

ESFUERZOS PERMISIBLES EN EL CONCRETO 258-I

DESCRIPCIÓN	Factores permisibles, Kg/cm ²	Factores permisibles de concreto		
		Para cargas muertas y vivas $f_c = 1.4$	Para cargas muertas, vivas y accidentales $F_c = 1.1$	Para cargas muertas y vivas $f_c = 1.4$
Relación de módulos de elasticidad para concreto que para 23 toneladas al metro cúbico de peso específico $G_c = 23000 \text{ Kg/m}^3$	$E_c = 2100000$ $\approx 21 \cdot 10^6$	11	11	9
Esfuerzo de compresión en miembros	$f_c = 0.45 \cdot f'c$	80	80	112
Esfuerzo de tensión en fibra de tracción para miembros de concreto armado	$f_t = 0.33 \sqrt{f'c}$	5.7	5.0	6.5
Corte: valores permisibles de tensión dependiente de la relación de deformación del concreto	$\tau_c = 0.75 \sqrt{f'c}$	3.0	3.3	4.0
Esfuerzo en losa de concreto	$\tau_c = 0.40 \sqrt{f'c}$	12.7	14.1	18.0
Esfuerzo que trata el concreto en toda la longitud a una distancia $\frac{H}{4}$ en losa y trabea	$\tau_c = 0.30 \sqrt{f'c}$	6.7	7.0	7.9
Esfuerzo de tracción en juntas f_t				
Soles de losa f_t	$f_t = 0.25 \cdot f'c$	10	10	13.5

ARTICULO 259. 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 libre 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 llegue 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 monograma del artículo 259.

- b) En miembros con extremo no restringidos lateralmente del monograma del artículo 259, Los miembros se considerarán como extremos restringidos lateralmente cuando la estructura esté rigidizada por muros y/o un sistema de contraventeo.

Los efectos de esbeltez pueden despreciarse:

- a) En miembros con extremos restringidos cuando:

$$\frac{H'}{r} \leq \left(34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \right)$$

- b) En miembros con extremos no restringidos si:

$$\frac{H'}{r} < 22.$$

No se aceptarán valores $H'/r > 100$ a menos que se hagan análisis especiales que tomen en cuenta los efectos de segundo orden.

En las expresiones anteriores:

r Es el radio de giro, y puede tomarse en secciones rectangulares igual a 0.30 por la dimensión considerada de la sección transversal y en circulares igual a 0.25 del diámetro.

M2 Es el menor y M2 el mayor de los momentos del miembro obtenidos del análisis convencional incluyendo, en el caso de las columnas, la excentricidad accidental, artículo 285.

El cociente (M1/ M2) será positivo si el miembro se flexiona en curvatura simple 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:

$$259-1 \quad M_c = F_a \times M_2$$

donde:

- a) Para miembros restringidos.

$$259-2 \quad F_a = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_c F_R}}$$

$$259-3 \quad C_{rn} = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} > 0.4$$

$$259-4 \quad P_c = \frac{\pi^2 EI}{(H')^2}$$

$$259-5 \quad EI = E_c I_g / 2.5 (1 + u)$$

donde:

E_c = Módulo de elasticidad del concreto (módulo tangente)

$$e_c = 10000 * \sqrt{f'_c}$$

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 v el máximo debido a carga total.

F_R = Tómese 0."5 para columnas zunchadas y 0.7 para columnas de estribos.

- b) Para miembros no restringidos tómese el mayor de los siguientes valores:

- I. El valor de F_a obtenido de la expresión para miembros restringidos 259-2

$$II. \quad P_a = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{F_R \sum P_c}}$$

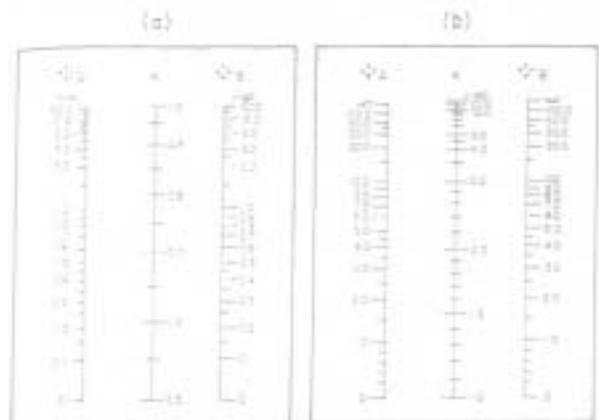
correspondiente al entrepiso completo suponiendo todas las columnas cargadas.

Para diseño elástico sustitúyase el valor de

$$\left(\frac{P_u}{F_R} \right) \text{ por } 2.5P$$

FIG. 61 Art. 259

MONOGRAMAS PARA DETERMINAR LONGITUDES EFECTIVAS H' DE MIEMBROS A FLEXOCOMPRESION



ARTICULO 260. Criterio elástico

Flexión. Por flexión, los elementos se dimensionarán de modo que en su condición de servicio los esfuerzos no excedan los dados en la tabla 258-1.

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) Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación de uno es igual al de otro, a igual distancia del eje neutro.
- c) La relación esfuerzo deformación del concreto es lineal bajo cargas de servicio y dentro de los esfuerzos de trabajo.
- d) 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:

$$f_c = 2M / k_j b d^2 \quad \text{y} \quad f_s = M / A_s * d_j$$

En elementos doblemente armados se transformará el área de acero de compresión multiplicándola por 2n, y en ningún caso el esfuerzo del acero a compresión podrá ser superior al esfuerzo f_s .

Si el esfuerzo de trabajo en el acero (f_s) es superior a 2100 Kg/cm², se revisarán las condiciones de agrietamiento, según artículo 270.

En miembros que puedan sufrir pandeo lateral se reducirá el momento resistente en compresión. Para miembros de sección rectangular el factor de reducción vale:

$$B = 1.4 \frac{L'h}{360 (1 - 0.35 b / h)^2} \leq 1$$

donde L' distancia efectiva entre zonas de sujeción lateral. No es necesario revisar por pandeo lateral los miembros en que L' es menor que cuarenta veces el ancho.

ARTICULO 261. Flexocompresión y flexotensión (criterio elástico)

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 de diseño elástico.

En estos elementos la capacidad de carga se puede contratar 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. 261-1, 261-2 ó 261-5 y estará controlada por tensión si "e" excede estos valores en cualquiera de las direcciones principales.

Para columnas simétricas con refuerzo helicoidal.

$$e = 0.43 P_m D_s + 0.14 h.$$

Para columnas simétricas de estribos:

$$261-2 \quad e = 0.67 P_m + 0.17) d.$$

Para columnas asimétricas de estribos:

$$261-3 \quad e = p' m \frac{(d - d') + 0.1d}{(p - p')m + 0.6}$$

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 de refuerzo de compresión al área efectiva del concreto.

Pt = Cociente del área del refuerzo vertical al área total Ac del concreto.

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c}$$

Ds = Diámetro del círculo definido por los centros del refuerzo longitudinal en columnas zunchadas.

H = Peralte total de la sección de columnas rectangulares en el sentido del momento que se analice o el diámetro de columnas circulares.

en que:

$$f_b = 0.45 f'_c$$

sb = módulo de sección $1 / h/2$ (en el cálculo de I se usará $2n$ para la sección transformada).

Ast = Acero total de refuerzo.

b) Las columnas controladas por compresión se proporcionarán de acuerdo con la Ec. (261-1"), excepto que la carga permisible N no excederá la carga, P, permitida cuando la columna soporta sólo carga axial.

261-1 $f_a/F_a + f_{bx}/F_b + f_{by}/F_b$ no es mayor que la unidad.

Donde f^x y f^y son las componentes del momento flexionante respecto a los ejes principales x y y divididas entre el módulo de sección de las secciones transformadas sin agrietar respectivas. Se supondrá $2n$ como la relación modular para todo el refuerzo vertical y

261-2 $F_a = 0.34 (1 + P_{tm}) f^c$ y $f_a = N / A_g$

c) Para columnas controladas por tensión se considerará que el momento flexionante permisible, M, varía linealmente con la carga axial, desde M^a cuando la sección está sujeta a flexión pura, hasta M^b cuando la carga axial es igual a Nb; M_b y N_b serán determinados de eb y de la Ec. (261-1); M_o de la

Ec. 261-3', 261-4' ó 261-5'

Para las columnas con refuerzo helicoidal:

261-3' $M_o = 0.12 * [AstfyDs]$

Para columnas simétricas de estribos:

261-4' $M_o = 0.40 A_s f_y * (d - d')$

Para columnas asimétricas de estribos:

261-5' $M_o = 0.40 A_s f_y j d$

d) Para flexión en dos direcciones $M_x / M_{ox} + M_y / M_{oy}$ en donde M_{ox} y M_{oy} son los momentos flexionantes con respecto a los ejes principales X y Y; M^a y M^b son los valores de M_o para flexión con respecto a dichos ejes.

ARTICULO 262. Aplastamiento (criterio elástico)

En apoyos de miembros estructurales y otras superficies sujetas a presiones de contacto o aplastamiento el esfuerzo bajo carga de servicio deberá ser el que se indica en la tabla 258-1.

Cuando la superficie que recibe la carga tiene un área mayor que el área de contacto, el valor anterior, podrá incrementarse multiplicándola por A^2/A_1 pero sin exceder de 2. Donde A_1 es el área de contacto y A_2 es el área de la figura de mayor tamaño semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga.

ARTICULO 263. Tensión diagonal (criterio elástico)

Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante medio en una sección se calculará de la expresión:

263-1 $v = V / bd$

Esfuerzo cortante permisible en el concreto

El valor de v_c dado en la tabla 258-1 sólo es aplicable cuando la relación de peralte total a ancho h/b no exceda de 6.

Si no se cumple la condición anterior se reducirá en 20% su valor. Para evaluar h / b en vigas T o L se usará el ancho del alma b' .

En secciones sujetas a flexión sin carga axial el esfuerzo cortante medio v_c que toma el concreto no excederá del valor indicado en la tabla 258-1.

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:

$$s = 0.9 \frac{(\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)}{(v - V_c) b} \text{ pero menor o igual que:}$$

$$263-2 \quad S \leq \frac{A_v f_s}{2.8 b}$$

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 esfuerzo cortante en condiciones de servicio. En esta ecuación V_c debe estar en $\text{cm}^2 \text{ f}$ 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 $0.5 d (1 + \cot \theta)$ ni la de barras

dobladas será mayor de $0.58 d (1 + \cot \theta)$. 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 $1.25 \sqrt{f'c}$ y la omisión de estribos.

ARTICULO 264. Interrupción y traslape del refuerzo longitudinal (criterio elástico)

En zonas comprendidas a un peralte efectivo de las secciones donde se interrumpa más de 33% o traslape más que 50% de 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 265-2. Estas reducciones no son necesarias si el acero se ancla en una zona de compresión.

ARTICULO 265. Fuerza cortante en losas y zapatas. (criterio elástico)

- 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 en vigas.
- b) En losas y zapatas puede omitirse el refuerzo por tensión diagonal cuando el esfuerzo cortante medio V_e no es mayor que $0.5 \sqrt{f'c}$

265-1 $V_e = V_c z S' d$

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 266. Refuerzo por tensión diagonal en losas y zapatas

Cuando el esfuerzo cortante medio calculado $v = V / s' d$ excede de $0.5 \sqrt{f'c}$ se proveerá refuerzo por tensión diagonal. Este se diseñará de conformidad con la expresión:

266-1
$$A_v = \frac{V' z f' z S' d}{0.75 f \cdot \text{sen } \theta}$$

en donde:

266-2 $V' z = v z - V_c z$

el diámetro de este refuerzo no debe exceder de $d / 20$. No se admitirá que v exceda de $0.8 \sqrt{f'c}$

ARTICULO 267. Torsión

Las disposiciones que siguen son aplicables a tramos sujetos a torsión cuya longitud no es menor que el doble del peralte total del miembro.

- a) Miembro en que se requiere refuerzo por torsión

En miembros sujetos a torsión y fuerza cortante en que:

267-1
$$\left(\frac{T}{T_p} \right)^2 + \left(\frac{V}{V_c} \right)^2 \geq 1.0$$

y además el momento torsionante de diseño, T , es mayor que T dado por la Ec. 267-3, se requiere refuerzo por torsión. Si no se cumple alguna de las dos condiciones anteriores, los efectos de la torsión pueden despreciarse. En secciones rectangulares y secciones T , I ó L ; T_p se valúa con la expresión:

267-2
$$T_p = 1 / 4 \sum x^2 y \sqrt{f'c}$$

x e y , son las dimensiones de los lados menor y mayor respectivamente, reducidas en 2.0 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 v mayor que $5x$. La suma se refiere a los rectángulos componentes de la sección. Puede usarse la Ec. 267-2 para secciones circulares tomando x igual a y e igual a ocho décimos del diámetro.

Las secciones situadas a menos de un peralte efectivo de la cara del apoyo deben dimensionarse para la misma torsión que actúa a un peralte efectivo.

- b) Momento torsionante que toma el concreto

Cuando se requiere refuerzo por torsión, se supondrá que el momento torsionante es resistido simultáneamente por el concreto y el refuerzo. En secciones rectangulares y secciones T , I o L , la contribución del concreto, T_c se calculará con la expresión:

267-3
$$T_c = 0.06 \sum x^2 y \sqrt{f'c}$$

En secciones circulares puede usarse esta expresión tomando x igual a y e igual a ocho décimos del diámetro.

- c) Refuerzo por torsión

Este refuerzo estará formado por estribos cerrados

perpendiculares al eje del miembro y por 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 necesarias y que cumplan en cuanto a espaciamiento y colocación del refuerzo.

Cuando, según a), se requiera refuerzo por torsión, el área necesaria de estribos se calculará con:

$$267-4 \quad A_{sv} = s (T - T_c) / \Omega x_1 Y_1 f_v$$

A_{sv} = Área transversal de una sola rama de estribo lado menor y mayor de un estribo, medidos centro y reducidos cada uno en 2.0 cm.

x_1, Y_1 = Separación de los estribos en cm.

S = Esfuerzo del acero de los estribos, que no sea mayor de 2000 Kg/cm².

$$f_v = (0.66 + 0.33 x_1 / Y_1) \leq 1.5$$

En la Ec. 267-4; T no se tomará menor que T_c dada por la 267-2. La separación s , no será mayor que el ancho de estribos ni la mitad de su altura ni mayor de 30 cm. En los miembros circulares x_1 y y_1 , se tomará igual a ocho décimos del diámetro del estribo circular medido centro a centro.

El área necesaria de barras longitudinales, A_{st} se calculará con:

$$267-5 \quad A_{st} = 2 * A_{sv} [(x_1 + Y_1) f_v / f_s]$$

donde f es el esfuerzo de trabajo de los estribos y f_s acero longitudinal.

El refuerzo longitudinal debe distribuirse en el perímetro 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 los estribos.

La combinación de refuerzo transversal y longitudinal puede sustituirse por refuerzo helicoidal constituido por tramos rectos a 45° con las aristas del miembro. Su espaciamiento, medido sobre el eje de la pieza, se obtiene dividiendo entre 2 el obtenido con la Ec. 267-4. Dicho espaciamiento no debe exceder de y_1 . El refuerzo por torsión se suministra cuando menos en una distancia $(h + b)$ más allá del punto teórico en que ya no se requiere, siendo $(h + b)$ el peralte total y b el ancho del miembro.

No se admitirá que el momento torsionante de diseño T , sea mayor que: $7T_c (1 - 0.25 V / V_c)$

ARTICULO 268. Diseño por el criterio de resistencia última

Para diseñar se podrán emplear los criterios establecidos en artículo 257.

ARTICULO 269. Deflexiones

Las deflexiones de todo elemento estructural deben ser suficientemente pequeñas para no perjudicar su funcionamiento ni dañar otros elementos, sean o no estructurales.

Deflexiones en elementos que trabajan en una dirección. 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 bruta.

Las deflexiones a largo plazo se calcularán multiplicando las inmediatas por la E_c siguiente:

$$269-1 \quad 2 - 1.2 A's / A_s \geq 1.6$$

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 1 del claro, incluyendo voladizos; además, para miembros cuyas deformaciones afecten elementos no estructurales como muros de mampostería que no sean capaces de soportar deformaciones apreciables se considerará como máxima una deflexión medida después de la colocación de los elementos no estructurales; igual a 0.3 cm. más 1 / 480 del claro.

ARTICULO 270. 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:

$$270-1 \quad f_s \sqrt[3]{3v} d c A < = 40,000 \text{ kg / cm.}$$

f_s Esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en Kg/cm².

- dc Recubrimiento de concreto medido desde la fibra extremada tensión al centro de la barra más próxima a ella, en cm.
- A Area de concreto a tensión, en cm², que rodea al refuerzo principal de tensión y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras (cuando el refuerzo principal conste de barras de varios diámetros, el numero de barras equivalente se calculará dividiendo el área total de acero entre el área de la barra de mayor diámetro).

El esfuerzo f puede estimarse con la expresión $(M / 0.9) / As'$ o suponerse igual a $0.6 f_y$. En la expresión anterior M es igual al momento flexionante en condiciones de servicio.

ARTICULO 271. Refuerzo mínimo

El área de acero de refuerzo mínimo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal puede calcularse con la siguiente expresión aproximada:

$$271-1 \quad As_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd$$

a menos que el área de refuerzo proporcionado en cada sección sea por lo menos un tercio mayor que lo requerido por análisis.

ARTICULO 272. Anclaje

- A) Se deberá cumplir que:
- B)
 - I. A cada lado de toda sección de momento máximo. La longitud de cada barra debe ser mayor o igual que la longitud de desarrollo L_{db} que se define en B).
 - II. Las barras que dejan de ser necesarias por flexión se podrán cortar o doblar a una distancia no menor que un peralte efectivo o 12 diámetros más allá del punto teórico, donde de acuerdo con el diagrama de momentos ya no se requieran (272-1).
 - III. En las secciones, donde según el diagrama de momentos flexionantes teóricamente ya no se requiere el refuerzo, la longitud que continúa de cada barra que no se corta ni se dobla debe ser mayor o igual que $L_d + d$.
 - IV. En los extremos de elementos libremente

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.

- C) La longitud de desarrollo, L_{db}' en la cual se considerará que una barra de tensión se ancla de modo que desarrolla su esfuerzo de fluencia, se obtendrá multiplicando la longitud básica, L_{db}' dada por la ecuación (272-1) (en cm), por el factor o los factores indicados en la tabla 272-A.

$$272-1 \quad L_{db} = 0.06 \frac{asf_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.006 dbf_y$$

(db es el diámetro de la barra, en cm., as su área transversal, en cm², f_y y f'_c en kg/cm²).

TABLA 272-A

CONDICIONES DEL REFUERZO	FACTOR
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo ellas se cuelen más de 30 cm. de concreto.	1.4
En concreto ligero	1.33
Barras con f_y mayor de 4200 kg/cm ²	2- $\frac{4200}{f_y}$
(f_y en kg/cm ²)	
Todos los otros casos	1.0

En ningún caso L_{db} será menor de 30 cm.

La longitud de desarrollo, L_{db} de cada barra que forme parte de un paquete será igual a la que requeriría si estuviera aislada multiplicada por 1.20 si el paquete es de tres barras, y por 1.33 si es de cuatro barras. Cuando el paquete es de dos barras no se modifica L_{db} .

- D) En los extremos de elementos libremente apoyados y en los puntos de inflexión el diámetro del refuerzo positivo se limita a un valor tal que la longitud calculada con la expresión

$$L_{db} \leq \frac{Mr}{Vu} + L_c$$

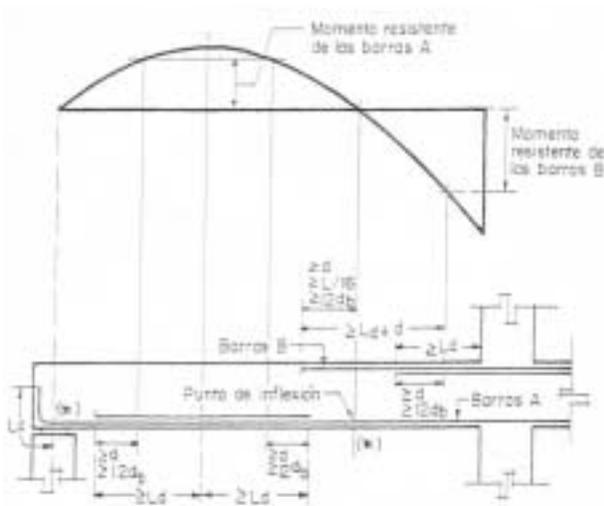
sea mayor o igual que la longitud de desarrollo L_{db} . Donde Mr es el momento resistente de la sección en el centro del apoyo o en el punto de inflexión (suponiendo que el esfuerzo del acero es el de fluencia) V_u es la fuerza cortante última que actúa o la fuerza cortante de trabajo multiplicada por 2.5.

ARTICULO 273. Requisitos complementarios de anclaje

Los siguientes requisitos deben respetarse además de los anteriores:

- 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 que 1/16 del claro ni menor que doce diámetros.
- EL DIAMETRO DE LAS BARRAS DEBE LIMITARSE SEGUN 6.9.2.C

FIG. 6.2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOS REQUISITOS DE ANCLAJE 272-1



- 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 en los apoyos 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 del apoyo aunque por cálculo no requiera tensión.

ARTICULO 274. Anclaje del refuerzo transversal

Los estribos serán cerrados 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 debe continuarse como refuerzo longitudinal cerca de la cara opuesta si esta zona está a

tensión, o prolongarse una longitud L_{db} más allá de la media altura de la viga si dicha zona está a compresión.

ARTICULO 275. Recubrimiento

El recubrimiento libre de toda barra no será menor que 1.0 cm., ni menor que su diámetro.

En miembros estructurales colados 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 este 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 puzolanas, cemento de escoria de altos hornos o cementos especiales tipo II.

ARTICULO 276. 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 colado en dos o mas capas, su distancia vertical no será menor que el diámetro de las barras ni que 2.5 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 o 4 cm.

ARTICULO 277. Paquetes de barras

Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de cuatro cada uno, (excepto en vigas que no deben formarse paquetes con las del No. 12). 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 menos de 40 diámetros de la primera barra. Los paquetes en compresión se usaran solo cuando queden alojados en un ángulo, de los estribos, menor de 0.35 %. Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. El recubrimiento no deberá ser menor que 1.0 cm., ni que de 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa 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 278. Dobleces del refuerzo:

$F_y / 60 \cdot \sqrt{f'c}$ El radio interior de un doblez no será menor

que por el diámetro de la barra doblada a menos que se doble alrededor de una barra de diámetro no menor que el de ella.

ARTICULO 279. Empalmes

Las barras de refuerzo pueden empalmarse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura. Las especificaciones para empalmes deben anotarse en los planos. 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 esfuerzo máximo, deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud de traslape, utilizando espirales, estribos muy próximos en el tramo donde se efectúa el empalme o cualquier 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_{db} ni menor que $(0.01 f_y - 6)$ veces el diámetro de la barra.

En una misma sección transversal no debe empalmarse con soldadura más del 33% del refuerzo. Las secciones de empalme distarán entre sí no menos de 20 diámetros.

ARTICULO 280. Refuerzo por cambios volumétricos

En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.50 mts., en el área de refuerzo que se suministre no será menor que

$$(280-1) a_s = \frac{450 \cdot x_1}{f_y (x_1 + 100)}$$

donde:

a_s = Área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza (cm^2/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 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% en elementos estructurales protegidos de la intemperie y 0.4 por ciento en los expuestos a ella.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no

excederán de 50 cm., ni de $3.5 \times l$.

Debe aumentarse la cantidad de acero a no menos de 1.5 veces la antes prescrita o tomarse otras precauciones en caso 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 281. Secciones L y T

El ancho efectivo del patín que se considera trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma no excederá de un doceavo del claro, ni de la mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano, ni de 8 veces el espesor del patín.

ARTICULO 282. Reducción de sección

Las reducciones de secciones producidas por la instalación de ductos, por pasos o por apertura de agujeros deben tomarse en cuenta en el diseño.

ARTICULO 283. Disposiciones complementarias para formas estructurales comunes

Las disposiciones de este Capítulo se cumplirán además de los requisitos generales de los capítulos precedentes.

ARTICULO 284. Vigas

En las paredes de vigas con peraltes superiores a 75 cm., debe proporcionarse refuerzo longitudinal por cambios volumétricos.

ARTICULO 285. Columnas

Excentricidad accidental. Las columnas siempre se considerarán sujetas a flexión para 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 artículo 259.

ARTICULO 286. Refuerzos mínimos y máximos

El porcentaje de refuerzo vertical en columnas, no será menor de 1% ni mayor del 6%.

ARTICULO 287. Requisitos para el refuerzo transversal

El refuerzo transversal de toda columna no será menor que el necesario por resistencia a fuerza cortante y debe cumplir con los requisitos mínimos de los párrafos siguientes. No deberá suspenderse en las intersecciones de otros elementos excepto en losas reticulares con ábaco de concreto macizo.

Todas las barras o paquetes de barras longitudinales deben restringirse contra el pandeo, con estribos o zunchos con separación no mayor que: $(850/\sqrt{f_y})$ veces el diámetro de la barra más delgada del paquete f_y en kg/cm², es el esfuerzo de fluencia de las barras longitudinales, 48 diámetros de la barra del estribo o la menor dimensión de la columna. 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 en un sexto de su altura libre, o 60 cm., arriba y abajo de cada unión de columnas con traveses 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°.

Además, ninguna barra que no tenga soporte lateral debe distar más de 15 cm., de una barra soportada lateralmente. Cuando 6 ó más varillas estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia se pueden usar anillos circulares con suficiente traslape para desarrollar su esfuerzo de fluencia.

Para dar restricción lateral a barras que 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 20 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 uno a seis, prolongándolas en tramos rectos paralelos al eje de la columna. Además deberá proporcionarse refuerzos transversales adicionales 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 esfuerzo de fluencia.

ARTICULO 288. Columnas zunchadas

El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser una hélice continua de peso constante formada con barra cuando menos de 9.5 mm. de diámetro (No. 3).

El porcentaje volumétrico del refuerzo helicoidal no será menor que:

$$288-1 \quad P = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}, \text{ ni que } 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

donde:

A_c = Area transversal del núcleo.

A_g = Area 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. 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 encuentran en los extremos de la columna dos vueltas y media.

ARTICULO 289. Losas

Disposiciones generales.

Las nervaduras de losas encasetonadas se dimensionarán como vigas.

ARTICULO 290. 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. 280-1).

ARTICULO 291. Losas perimetralmente apoyadas

a) Momentos flexionantes debidos a cargas uniformemente distribuidas. Los momentos flexionantes en losas perimetrales apoyadas se podrán calcular con los coeficientes de la tabla 291-1 si se satisfacen las siguientes limitaciones:

- 1) Los tableros son aproximadamente rectangulares.
- 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 que 50% del menor de ellos.
- 4) La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos.

Para valores intermedios de la relación, m, de la tabla 291-1 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 (a1) o largo (a2) 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 a1/ a2

menores de 0.5, la franja central perpendicular al lado largo tendrá un ancho igual a a2 - a1, y cada franja extrema, igual a a1/2.

Para doblar varillas y aplicar los requisitos de 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 del claro corto desde los bordes del tablero para momento negativo.

- c) Peralte y refuerzo mínimo.

El espesor mínimo puede reducirse hasta 20% en cubiertas sobre las que ordinariamente no obra carga viva, tales como azoteas, si se proporciona una contraflecha adecuada.

El refuerzo no será menor que el requerido por cambios volumétricos según la expresión 280-1 y su separación nunca será mayor que 2.5 veces al peralte efectivo.

TABLA 6.3

COEFICIENTES DE MOMENTOS PARA TABLEROS RECTANGULARES, FRANJAS CENTRALES 291-1

Para las franjas extremas multiplíquense 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
	corto 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	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Neg. en bordes dis. positivo	corto	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		largo	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
De borde Un lado largo discontinuo	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 esquina Dos lados adyacentes discontinuo	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	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

ARTICULO 292. 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 en un tablero que soporta un muro paralelo a uno de sus lados se obtiene dividiendo el peso del muro entre el área del tablero, multiplicando el resultado por el factor correspondiente de la tabla 292-1, la carga equivalente así obtenida se sumará a la uniforme que actúa en ese tablero.

TABLA 292-1

Relación de lados $m = a1/ a2$	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

Estos factores pueden usarse en relaciones de carga lineal a carga total no mayores de 0.5. Se interpolará linealmente entre los valores tabulados.

ARTICULO 293. Cargas concentradas

Cuando un tablero de una losa perimetralmente apoyada debe 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:

$$293-1 \quad \frac{P}{2\pi} \left[\left(1 - \frac{2r}{3R} \right) \right] \text{ en todo punto del tablero.}$$

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 del claro. No es necesario incrementarles momentos resistentes en un ancho de losa mayor que 1.5 L, centrado con respecto a la carga, siendo L el claro de la losa.

En todos los casos se revisará la tensión diagonal alrededor de la carga.

ARTICULO 294. 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.

Si se emplean bloques huecos o casetones removibles estos deben tener un peralte inferior al peralte de la losa, formando vigas de sección T, el espesor de concreto que cubre a los bloques o casetones no debe ser menor de 5 cm., a fin de constituir el elemento de rigidez horizontal indispensable, debiéndose reforzar por contracciones del concreto y en el caso de emplearse casetones removibles se debe reforzar para resistir cargas concentradas. El tamaño de los casetones no debe ser superior a 1/10 del claro mayor.

El sistema reticular puede requerir de una zona maciza alrededor de las columnas, capaz de resistir el esfuerzo cortante y momento flexionante en el apoyo, ya sea como concreto simple o con los refuerzos necesarios según artículo 265.

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 fajas 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 las franjas de columna y las franjas centrales de acuerdo con los porcentajes indicados en la tabla siguiente:

TABLA 294-1

Momentos	franja de columna	franjas centrales
Positivos	60	40
Negativos	75	25

ARTICULO 295. Zapatas

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 queden a 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 los pilotes cuyos centros queden a 0.5 dp, o más hacia dentro de la sección considerada.

ARTICULO 296. Espesor mínimo de zapatas

El espesor mínimo del borde de una zapata reforzada será de 15 cm., si la zapata apoya sobre pilotes dichos espesores mínimos serán de 30 cm.

ARTICULO 297. 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 posean suficiente restricción la longitud efectiva de pandeo H' se calculará como sigue:

$$H' = H \quad \text{si } H/L < 0.35$$

$$H' = (1.3 - 0.85 H/L) H \quad \text{si } 0.35 < H/L < 0.8$$

$$H' = L/2 \quad \text{si } H/L > 0.8$$

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 considerará 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 $0.215 (H/L + 4.3) H < 2H$ 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 mas cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor que la distancia centro a centro entre cargas.

ARTICULO 298. Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano

En muros con relación L/t no mayor de 90, cuyos bordes posean suficiente restricción lateral, no sujetas a cargas

verticales de consideración y cuya principal función sea resistir fuerza horizontal 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 permite valores de L/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 artículo 297.

ARTICULO 299. Aberturas

Se proporcionará refuerzo en la periferia de toda abertura en cantidad suficiente para resistir las tensiones que pueden 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, L_{db} desde las esquinas de las aberturas.

ARTICULO 300. Arcos, cascarones y losas plegadas

Análisis. Los arcos y cascarones 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 acero. 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. Debe así mismo considerarse las limitaciones que imponga el pandeo del cascarón y se investigará la posible reducción de las cargas de pandeo causadas por grandes deflexiones, flujo plástico y diferencia entre la geometría real y la teórica. Se prestará especial atención a la posibilidad de pandeo de bordes libres de cascarones.

ARTICULO 301. Concreto presforzado

Para el diseño y construcción de elementos de concreto presforzado se podrán usar los criterios establecidos en artículo 257.

ARTICULO 302. Concreto ligero

Requisitos generales. En este artículo 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.

Supondrá que un elemento de concreto ligero reforzado

alcanza su resistencia a flexocompresión cuando la deformación unitaria del concreto es 0.003 E_c y E_L , donde E_c y 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 f'_c se sustituirá por el de $0.5 f'_t$. Si no se conoce f'_t se supondrá igual a f'_c .

Deberá revisarse que la flecha no exceda de lo permisible según el Capítulo 269 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 303. Requisitos complementarios

El refuerzo por cambios volumétricos que se estipula en la expresión 280-1 será obligatoria en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural, exceda de 75 cm.

ARTICULO 304. Concreto simple

Sólo se permiten elementos de concreto simple longitudinal mayor de 1.50 mts., cuando mediante aditivos se disminuyen la contracción o se desprece el trabajo del concreto en esa dirección.

ARTICULO 305. Esfuerzo de diseño

Los esfuerzos permisibles no excederán a los valores siguientes:

Compresión: $0.25 f'_c$

Tensión: $0.5 \sqrt{f'_c}$

El refuerzo cortante como medida de la tensión diagonal, en elementos que trabajen 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 raya cónica o piramidal en el contorno de la carga se considerará con un valor de:

$$0.5 \sqrt{f'_c}$$

Deberá proveerse refuerzo por cambios volumétricos según artículo 280.

ARTICULO 306. Acero

El acero debe sujetarse en su sitio con amarras de alambre, silletas, y/o separadores, de resistencia y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado.

Deberá retirarse el óxido suelto antes de colar el concreto.

ARTICULO 307. 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 308. Control

El control se basará en las resistencias a compresión axial de cilindros fabricados curados y probados de acuerdo con las normas DGN C 160 y DGN C 83, en un laboratorio aceptado por la Oficina Urbanística Municipal.

Si el concreto se elabora 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 a las edades especificadas.

Por 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 cumplan con la resistencia especificada f'_c , si el promedio de las resistencias de los cilindros de ese día es mayor o igual que la especificada y si, además que de ninguna pareja de cilindros (definida en el párrafo anterior) se obtenga una resistencia media inferior en 55 kg/cm², a la resistencia f especificada.

Se verificará el peso volumétrico del concreto en muestras representativas. Los materiales de un concreto deben proporcionarse para una resistencia media f'_c mayor que la nominal f'_c especificada. 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:

$$f_c = f'_c + 1.28 * r_c$$

$$f_c = f'_c + 2.52 * r_c - 35 \text{ (en kg/cm}^2\text{)}$$

Debiendo verificar que esta resistencia media se cumpla. En estas expresiones, r_c es la desviación estandar 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 no difiere en más de 70 kg/cm² de la especificada para el trabajo propuesto, y fabricado con materiales, procedimientos y control similares a los de trabajo en cuestión. Si no se cuenta con tales antecedentes, la desviación estandar puede tomarse de la tabla 308-1.

TABLA 308-1

DESVIACION ESTANDAR DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN KG/CM²

Procedimientos de fabricación $f'c \leq 200 \text{ kg/cm}^2$ $200 < f'c \leq 300$

Mezclado mecánico, proporcionamiento, 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	60

Cuando las resistencias medias de algunas parejas de cilindros resulten menores que ($f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$), 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 coloca el concreto muestreado en los cilindros cuya resistencia media haya resultado baja.

El concreto representado por los corazones se considerará estructuralmente adecuado si el promedio de las resistencias de tres de estos.

ARTICULO 309. 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 min, a menos

que se empleen retardantes.

ARTICULO 310. 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 o apisonado. No se permitirá trasladar el concreto dentro del molde mediante el vibrado ni depositarlo en caída libre de más de 1.5 m.

ARTICULO 311. Curado

El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento normal y tres días si se emplea cemento de resistencia rápida. Estos lapsos se aumentarán adecuadamente si la temperatura desciende a menos de cinco grados centígrados.

Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede emplearse cualquier otro proceso que sea aceptado por la Oficina de Urbanística Municipal. 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 312. Temperatura

Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a cinco grados centígrados se tomarán las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y si el retardo en endurecimiento y se verificará que estas características no hayan sido desfavorablemente afectadas.

ARTICULO 313. Tolerancia

Las tolerancias que a continuación se señalan rigen con respecto a los planos constructivos del proyecto.

1. Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no excederá de las de proyecto en más de 1 cm. más 0.05 t, siendo t la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni serán menores que las de proyecto en más de 0.3 cm + 0.03 t.
2. El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no excederán al de proyecto en más de 0.05 cm. + 0.05h, siendo h el espesor de proyecto, ni será menor que éste en más de 0.3 cm. + 0.03 t.

3. En cada planta se trazarán los ejes de acuerdo con el proyecto, con tolerancia de un centímetro.
4. La tolerancia en 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.
5. 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.
6. La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas, donde apoyen, no deberá diferir de la de 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.
7. El eje centroidal de una viga no deberá distar de la recta que una los centroides de las secciones extremas, más de un centímetro más dos por ciento de la dimensión de la viga paralela a la desviación.
8. En ningún punto la distancia medida verticalmente entre losas de pisos consecutivos, diferirá de la de proyecto más de 3 cm. ni la inclinación de una losa respecto a la de proyecto más de uno por ciento.
9. La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro respecto a la dirección que dicha línea tendrá según el proyecto, no excederá de cuatro por ciento.
10. La colocación de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en más de 1 cm + 0.04 L de las señaladas en el proyecto, siendo L el claro; excepto en extremos discontinuos de miembros donde la tolerancia será de 1 cm.
11. La posición del refuerzo de losas, zapatas, muros, cascarones, arcos y vigas será tal que no reduzca el peralte efectivo, d , en más de $(0.3 \text{ cm.} + 0.03 d)$ ni reduzca el recubrimiento en más de 0.5 cm. En columnas rige la misma tolerancia pero referida a la mínima dimensión de la sección transversal, en vez del peralte efectivo. La separación entre barras no diferirá de la de proyecto más de 1 cm., 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.
12. Las dimensiones del refuerzo transversal de vigas y columnas medidas según el eje de dicho refuerzo, no excederán a las de 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 de proyecto en más de 0.3 cm. + 0.03 t, debiendo modificarse el molde en su caso.
13. La separación del refuerzo transversal de trabes, vigas y columnas no diferirá de la de proyecto más de 1 cm. + 10 % de dicha separación respetando el número de elementos de refuerzo y su diámetro.
14. Si un miembro estructural no es claramente clasificado como columna o viga se aplicarán las tolerancias relativas a columnas con las adaptaciones que procedan si el miembro en cuestión puede verse sometido a compresión axial apreciable y las correspondientes a trabes en caso contrario. En cascarones rigen las tolerancias relativas a losas, con las adaptaciones necesarias.

Por razones ajenas al comportamiento estructural, tales como aspectos 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 correcto funcionamiento de la estructura.

CAPITULO XXVIII ESTRUCTURAS DE ACERO

ARTICULO 314. Generalidades

NOMENCLATURA.

- A = Area total de la sección transversal de un elemento estructural.
- A_p = Area del patín comprimido de una viga laminada o área de uno de los patines de una trabe armada.
- A_{st} = Area de la sección transversal de un atiesador o par de atiesadores.
- A_a = Area del alma de una viga laminada o trabe armada.
- a = Distancia libre entre atiesadores transversales de una viga o trabe armada.
- a' = Distancia requerida en los extremos de

	cubreplacas soldadas de longitud parcial para desarrollar su resistencia.	f_y	=	Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero.
b	= Ancho real de elementos planos comprimidos atiesados o no.	q	=	Resistencia de un conector al corte.
b_e	= Ancho efectivo de elementos planos atiesados comprimidos.	h	=	Distancia libre.
C_a	= Coeficiente que depende del tipo de los atiesadores transversales.	I	=	Momento de inercia centroidal de la sección transformada.
b_p	= Ancho de patín de una viga o trabe.	K	=	Factor de longitud efectiva que relaciona la resistencia, el pandeo elástico y las condiciones apoyo de la columna.
C_{m_x}, C_{m_y}	= Coeficiente que dependen de la Ley de variación de los momentos flexionantes a lo largo del eje de una barra flexocomprimida.	f^*c	=	Esfuerzo crítico en la fibra extrema de compresión cuando ocurre el pandeo lateral o local.
C_b	= Coeficiente que depende de la Ley de variación del momento flexionante.	KL_x	=	Longitud efectiva de pandeo en el plano normal al eje x.
C_v	= Coeficiente de resistencia crítica de pandeo elástico del alma de una viga laminada o trabe armada.	KL_y	=	Longitud efectiva de pandeo en el plano normal al eje y.
d	= Peralte total de una sección; diámetro nominal de un tornillo o remache.	L	=	Longitud libre de una columna entre secciones soportadas lateralmente.
E	= Módulo de elasticidad del acero (2,100,000 kg/cm ²)	LT	=	Separación entre puntos del patín en compresión fijos lateralmente.
F_a	= Esfuerzo admisible en miembros a compresión.	M_1, M_2	=	Son respectivamente el menor y el mayor de los momentos en los extremos de un tramo de barra no contraventeada.
F_a	= Esfuerzo real en miembros a compresión.			
F_b	= Esfuerzo admisible de flexión en la fibra extrema de compresión cuando ocurre el pandeo lateral o local.	M_X, M_Y	=	Momento flexionante en condiciones de servicio alrededor del eje x y del eje y, respectivamente.
F_b	= Esfuerzo real de flexión (M/S).	N	=	Longitud de apoyo de una viga.
f_b	= Esfuerzos admisibles a flexión simple alrededor de los ejes x o y.	P	=	Fuerza axial que obra sobre una columna comprimida axialmente, o flexocomprimida, en condiciones de servicio.
F_{b_x}, F_{b_y}	= Esfuerzo admisible de tensión.	Q_c	=	Capacidad de carga crítica, en kg.
F_t	= Esfuerzo admisible de corte.	Q	=	Momento estático respecto al eje neutro de la sección compuesta del área transformada.
F_v	= Esfuerzo real de tensión.	Q_s	=	Factor de reducción de la resistencia en compresión de los elementos planos no atiesados.
f_t	= Esfuerzo real de corte.			
f_{v_a}	= Fuerza cortante transmitida por el atiesador al alma, en kg/cm. lin.			

Qa = Coeficiente del área efectiva entre el área total de la sección transversal de un miembro comprimido axialmente.

R = Carga concentrada o reacción.

r = Radio de giro.

rbx, rbY = Radio de giro de las secciones con respecto al eje x y al eje y respectivamente.

Sx, Sy = Módulos de sección respecto a los ejes x y y respectivamente.

t = Grueso de un elemento plano espesor del alma de un conector de canal, en cm.

V = Fuerza cortante que obra en una sección transversal de una viga laminada o trabe armada.

V[^] = Esfuerzo cortante horizontal por centímetro lineal en la junta entre losa y viga en la sección considerada del claro.

Y = Cociente del esfuerzo de fluencia del acero del alma de una viga o trabe, dividida entre el del acero de los atiesadores.

W = Longitud de un conector de canal en cm.

Las estructuras de acero, se analizarán con métodos que supongan un comportamiento ELASTICO. De aplicarse ANALISIS PLASTICO, deberá comprobarse la estabilidad de la estructura.

ARTICULO 319. Dimensionamiento

Longitud efectiva. En vigas, la longitud efectiva, es el claro o distancia entre puntos de sujeción lateral; en TENSION, la longitud efectiva se tomará como la longitud real de la pieza, y en COMPRESION, será la longitud real, multiplicada por el factor de longitud efectiva (K).

ARTICULO 320.- Sección total, sección neta y espesor del material

Se entiende por Sección total de un miembro, el área completa de su sección transversal, y por sección neta, el área que obtiene al hacer las deducciones que se especifican mas adelante.

Salvo especificaciones en contra, los miembros que trabajan en tensión, se diseñarán, tomando como base la sección neta, y los miembros en compresión, con base en la sección total. Para piezas en flexión, se aplica 333-C. Cuando en una pieza hay soldadura de tapón o de ranura, se puede tomar en cuenta el metal de aportación en la determinación de la sección neta y los miembros en compresión, con base en la sección total. Para piezas en flexión, se aplica 335-C. Cuando en una pieza hay soldadura de tapón o de ranura, se puede tomar en cuenta el metal de aportación en la determinación de la sección neta.

ARTICULO 315. Alcance

En esta parte, solo se incluyen estructuras metálicas fabricadas con acero estructural que cumpla las normas de calidad D.G.N.

El área neta de una pieza con agujeros, se obtiene multiplicándose el grueso de la pieza por su ancho neto, que se determina como sigue:

ARTICULO 316. Criterios de diseño

Los miembros de la estructura podrán diseñarse siguiendo el criterio de esfuerzos admisibles que aparece en este Capítulo o criterios reconocidos de resistencia última, que den condiciones de seguridad semejantes.

a) Cuando hay varios agujeros en una normal al eje de la pieza, el ancho neto de la sección correspondiente, se obtiene restando el ancho total, la suma de los diámetros de los agujeros.

ARTICULO 317.- Esfuerzos permisibles y factores de carga

Para la combinación de cargas muertas y vivas combinadas con sismo o viento, se incrementarán los esfuerzos permisibles dados en este Reglamento, en un 33%.

b) Cuando los agujeros están en una línea diagonal o en zig-zag, se deben estudiar todas las trayectorias posibles, para determinar a cuál de ellas le corresponde el ancho neto MENOR, que es el que se utiliza en el cálculo del área neta. El ancho neto correspondiente a cada trayectoria se obtiene, restando del ancho total, la suma de los diámetros de todos los agujeros que se encuentran sobre la trayectoria escogida, y SUMAR, para cada espacio entre agujeros, la cantidad $S^2/4g$, donde S es la separación longitudinal centro a centro entre los dos agujeros considerados, y g, la separación transversal

Si se usa el criterio de Resistencia Ultima, deberán emplearse los factores de carga congruentes con el método.

ARTICULO 318. Análisis

centro a centro entre ellos. El área neta de una pieza con agujeros, no se considerará mayor de 854 del área total correspondiente.

Al hacer estos cálculos, el diámetro de los agujeros para remaches o tornillos, se considerará 5ian., mayor que el diámetro nominal del remache o tornillo.

En ángulos, el ancho total se toma igual, a la suma de los anchos de las dos alas, menos el grueso del ángulo. La distancia transversal entre agujeros situados en alas opuestas es igual a la suma de los dos gramiles MENOS el grueso del ángulo.

En pernos o tornillos que trabajan a tensión, el área neta se tomará igual al área en la raíz de la rosca. En los que trabajan a cortante, el área será la correspondiente a la sección de falla.

En elementos sometidos a la acción directa de la lluvia, el grueso mínimo será de 4.8 mm. tomando 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 321. Ancho para elementos planos en compresión

a) Elementos planos NO ATIESADOS

Son los que tienen un borde libre paralelo a la 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 total. 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.

Si el espesor t es variable, tómesese el espesor medio.

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 322.- Relaciones ancho/grueso

En la tabla 322-1, se dan las limitaciones de la relación b/t para el caso de elementos planos atiesados y no atiesados, consignándose en la misma tabla, un factor de reducción por resistencia Q_g , y un ancho efectivo b_g .

ARTICULO 323.- Diseño por esfuerzos permisibles. miembros en tensión

Relaciones de esbeltez.

Las relaciones de esbeltez de elementos en TENSION, deberán limitarse a lo siguiente:

Para elementos PRINCIPALES $KL/r \leq 250$

Para elementos SECUNDARIOS $KL/r \leq 300$

Tratándose de elementos REDONDOS, no hay limitación en su relación de esbeltez, debiendo solamente tener cuidado en su adecuado tensado para evitar vibraciones.

Esfuerzos permisibles:

a) En sección neta (excepto si se tienen agujeros para pasadores).

$$323-1 \quad F_t = 0.66 f_y$$

Pero no mayor que la mitad del esfuerzo de ruptura del acero.

b) En sección neta con agujeros para pasadores:

$$323-2 \quad F_t = 0.45 f_y$$

ARTICULO 324. Miembros en compresión

Relaciones de esbeltez.

Las relaciones de esbeltez de estos elementos, estarán limitadas como sigue:

Para elementos PRINCIPALES $KL/r \leq 200$

Para elementos SECUNDARIOS $KL/r \leq 250$

Esfuerzos permisibles:

a) Miembros cuyos elementos planos satisfacen las relaciones b/t indicadas en A1, B1, A2, B2, de la tabla 322-1.

$$324-1 \quad F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}, \text{ para } K/r \geq (KL/r)_c$$

en donde: $KL/r)c = \frac{6340}{\sqrt{f_y}}$

324-2 $F_a = \frac{12}{23} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)c^2} \right] f_y$, para $(KL/r)c$

b) Miembros cuyos elementos planos tengan relaciones b/t mayores que las prescritas en A1, B1, A2, B2 de la tabla 322-1.

(Casos C1, D1 y C2)

324-3 $F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$, para $K/r \geq (KL/r)*c$

324-4

$F_a = \frac{12}{23} Q_s Q_a \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)c^2} \right] f_y$, para $K/r \geq (KL/r)*c$

en donde: $KL/r * c = \frac{6340}{\sqrt{Q_s Q_a f_y}}$

Qs Se tomará 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 la suma de los (b-be)t de la sección; la suma comprende todos los elementos planos

ATIESADOS; Qa se tomará igual a 1 en elementos NO ATIESADOS.

El valor de K se podrá obtener de tablas, o de los monogramas 259a y 295b del Capítulo de concreto, dependiendo de que se trate de una estructura con sujeción lateral o no.

ARTICULO 325. Flexión

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 comprimidos definidos en los artículos 321 y 322, deben cumplir las siguientes restricciones:

325-1 $b/t \leq 440/\sqrt{f_y}$, para elementos NO ATIESADOS.

325-2 $b/t \leq 1600/\sqrt{f_y}$, para elementos ATIESADOS.

3. La relación ancho-grueso del alma o almas, debe cumplir con:

325-2 $d/t \leq 3450/\sqrt{f_y} [1 - 2.33 f_a / f_y]$; si $f_a / f_y < 0.16$

325-4 $d/t \leq 2150/\sqrt{f_y}$, si $f_a / f_y \geq 0.16$

4. El miembro deberá tener sujeción como se especifica en el artículo 326.

TABLA 322-I

RELACIONES (b/t) Y ESFUERZOS PERMISIBLES A COMPRESION EN ELEMENTOS SUJETOS A COMPRESION AXIAL FLEXION O FLEXOCOMPRESION EN SECCIONES QUE NO CUMPLAN CON ART. 325 PERO QUE NO TIENEN SUJECION LATERAL

CASO	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	LIMITACIONES DE $(\frac{b}{t})$	ESFUERZOS PERMISIBLES	FACTOR DE REDUCCION DE RESISTENCIA = Q_s Y ANCHO EFECTIVO = b_e
ELEMENTOS PLANOS NO ATIESADOS	A1	Elementos formados por un ángulo o por 2 ángulos con separadores $\frac{b}{t} \leq \frac{640}{\sqrt{f_y}}$	F_a según ecuaciones 324-1 y 324-2	
	B1	Elementos formados por 2 ángulos unidos. Ángulos o placas que sobresalgan de traveses, columnas u otros miembros. Patines comprimidos de vigas y adosadores de traveses arriostrados. $\frac{b}{t} \leq \frac{800}{\sqrt{f_y}}$	$F_b = 0.6 f_y$	
	C1	Elementos formados por ángulos unidos o ángulos con separadores $\frac{640}{\sqrt{f_y}} < \frac{b}{t} < \frac{1300}{\sqrt{f_y}}$ $\frac{b}{t} > \frac{1300}{\sqrt{f_y}}$	F_a según ecuaciones 324-3 y 324-4	$Q_s = 1.34 - 0.00053 (\frac{b}{t}) \sqrt{f_y}$ $Q_s = 0.90000 / \left[\sqrt{f_y} (\frac{b}{t})^2 \right]$
	D1	Elementos formados por ángulos o placas que sobresalgan de columnas y otros miembros comprimidos, así como patines en compresión de traveses. $\frac{600}{\sqrt{f_y}} < \frac{b}{t} < \frac{1470}{\sqrt{f_y}}$ $\frac{b}{t} > \frac{1470}{\sqrt{f_y}}$	F_a según ecuaciones 324-3 y 324-4	$Q_s = 1.41 - 0.00052 (\frac{b}{t}) \sqrt{f_y}$ $Q_s = 1.00000 / \left[\sqrt{f_y} (\frac{b}{t})^2 \right]$
ELEMENTOS PLANOS ATIESADOS	A2	Patines de secciones cuadradas o rectangulares huecos de espesor uniforme. $\frac{b}{t} \leq \frac{2000}{\sqrt{f_y}}$	F_a según ecuaciones 324-1 y 324-2	
	B2	Cualquier otro elemento plano comprimido en toda su sección. $\frac{b}{t} \leq \frac{2100}{\sqrt{f_y}}$	$F_b = 0.6 f_y$	
	C2	Patines de secciones cuadradas o rectangulares huecos de espesor uniforme. Cualquier otro elemento plano comprimido en toda su sección. $\frac{b}{t} > \frac{2000}{\sqrt{f_y}}$ $\frac{b}{t} > \frac{2100}{\sqrt{f_y}}$	F_a según ecuaciones 324-3 y 324-4 $F_b = 0.5 f_y$	$Q_s = \frac{2720.1}{\sqrt{f_y}} \left[1 - \frac{540}{b} \sqrt{f_y} \right] \leq 1$ $Q_s = \frac{2720.1}{\sqrt{f_y}} \left[1 - \frac{480}{b} \sqrt{f_y} \right] \leq 1$

TABLA 330-I

LIMITACIONES DE LA RELACION (h/f) Y DEL ESFUERZO CORTANTE "v" PARA REFORZAR EL ALMA DE LAS TRABES ARMADAS Y VIGAS LAMINADAS

ALMA	CASO	LIMITACIONES		RANGOS DE APLICACION				
		Si $\frac{h}{t} < 3700/\sqrt{f_y}$	Si $F_v = \frac{V}{dt}$	Para $C_v \leq 0.8$	Para $C_v > 0.8$	$\frac{a}{h} \leq 1$	$\frac{a}{h} > 1$	
REFUERZO DEL ALMA	Salvo en extremo de traveses o bajo cargas concentradas, según se indica en ART. 337	a	$F_v \leq 0.4 f_y$	—	—	—	—	
		b	$3700/\sqrt{f_y} < \frac{h}{t} < 200$ $F_v \leq \frac{f_y}{2.89} C_v - 0.4 f_y$	$C_v = \frac{16370000}{f_y (h/t)^2}$	$C_v = \frac{3580}{(h/t) \sqrt{f_y}}$	—	—	
	Con placas adosadas o atiesadas transversales y en diagonal, trabajando como miembros y diagonales de armoduros	c	$\frac{h}{t} < 3700/\sqrt{f_y}$	$F_v > 0.4 f_y$ el exceso $F_v - 0.4 f_y$ debe tomarse con placas adosadas o atiesadas con atiesadores verticales o en diagonal	—	—	—	—
		d	$\frac{h}{t} > 3700/\sqrt{f_y}$	$C_v > 1$ $F_v \leq f_y C_v \leq 0.4 f_y$ (330-2) $C_v < 1$ $F_v \leq f_y \left[C_v + \frac{1-C_v}{115/1+(a/h)^2} \right] \leq 0.4 f_y$ (330-3)	$C_v = \frac{3160000k}{f_y (h/t)^2}$	$C_v = \frac{1600}{(h/t)} \sqrt{\frac{k}{f_y}}$	$k = 4.00 + \frac{5.34}{(a/h)^2}$	$k = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2}$

ARTICULO 326. Sujeción Lateral

Una viga se considera sujeta lateralmente, si su patín superior queda embebido cuando menos 2 cm. en la losa de piso, o está ligada al patín, por medio de conectores.

De no existir este tipo de sujeción, la distancia entre puntos de sujeción lateral, l, no excederá de:

$640 b_q / \star f_y$, ni de 1,490,000 Ap/ dfy

ARTICULO 327. Esfuerzos admisibles por flexión

Se admite un esfuerzo en tensión y en compresión debida a flexión para las fibras extremas de una pieza que valen:

327-1 $F_b = 0.66 f_y$

en los siguientes casos:

1.a) SECCIONES COMPACTAS flexionadas alrededor de

su eje de mayor momento de inercia.

2.a) SECCIONES IPS o IPR con 2 ejes de simetría, en las que se cumple 1 y 2 del ART. 325, y SECCIONES MACIZAS cuadradas o circulares y rectangulares, en las que la flexión ocurre alrededor del eje de MENOR momento de inercia.

Miembros estructurales con SECCIONES NO COMPACTAS Y SECCIONES EN CAJON, los esfuerzos admisibles en tensión v compresión para las fibras extremas serán:

$F_b = 0.60 f_y$

Las SECCIONES NO CAMPACTAS aquí mencionadas, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1.b) La relación b/t estará regida por la tabla 322-1, casos A1, B1 o A2, B2.
- 2.b) La flexión deberá ocurrir alrededor del eje de mayor momento de inercia.

- 3.b) Las SECCIONES EN CAJON deberán estar soportadas lateral ente en puntos cuya separación no exceda de 175 800/fy veces, la distancia entre las caras exteriores de las almas. Otras secciones, tendrán sujeción lateral como se indica en el Art. 326.
- c) En miembros SIN SUJECION LATERAL, que no cumplen con el ART. 326 o ART. 327-3b.

$$327-2.1 F_b = 0.50 f_{cr} \leq 0.60 f_y$$

Se considerarán los siguientes casos para el cálculo de fcr

1. Secciones que cumulan con la tabla .s22-1, casos A1, B2 y A2, B2, con flexión respecto al eje de MAYOR momento de inercia:

$$327-3 \quad f_{cr} = 1550 \times 10^3 \frac{CbAp}{d^3}, \text{ en (Kg / cm}^2\text{)}$$

$$327-4 \quad f_{cr} = 25200 \times 10^3 \frac{Cb}{(1 / r_y)^2}, \text{ en (Kg / cm}^2\text{)}$$

en secciones IPR o IPS, se tomará el MAYOR valor que se obtenga con estas dos ecuaciones; si la última de éstas, da un mayor que 0.50 f , se usará la ecuación:

$$327-5 \quad f_{cr} \text{ corregido} = f_y (1 - 0.25 f_y / f_{cr})$$

En el caso de canales simples, utilizar la ecuación 327-3. En las ecuaciones anteriores:

l = distancia entre puntos de sujeción lateral.

r_y = radio de giro respecto al eje de simetría en el plano del alma, en cm.

C_b = Coeficiente de flexión, que toma en cuenta la variación del momento flexionante a lo largo de la pieza.

$$327-6 \quad C_b = 1.75 - 1.05 (M_1 / M_2) + 0.30 (M_1 / M_2)^2 \leq 2.30$$

donde:

M₁ = Es el menor de los momentos en los extremos del tramo no contraventeado.

M₂ = Es el mayor de los momentos en los extremos del tramo no contraventeado.

M₁-M₂ Será positivo, cuando los momentos flexionen a la barra en curvatura simple, y negativo, si la flexionan en curvatura doble M y M, tomados con el signo del diagrama de momentos.

C_b, se tomará igual a 1, si el momento flexionante en cualquier punto dentro del tramo no contraventeado sea mayor que M₂ o la viga está libremente apoyada.

Si la relación ancho-grueso del patín comprimido, excede de los límites indicados en la tabla 322-1, casos A1, B1, A2, B2 el esfuerzo crítico, no deberá ser mayor que el calculado con las ecuaciones anteriores, ni que el proporcionado por:

$$327-6 \quad f_{cr} = Q_s * f_y$$

Para los casos C, y D de la tabla 322-1

$$327-7 \quad f_{cr} = f_y$$

Para el caso C2, 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 en cajón, cuyo patín comprimido tenga una relación ancho-grueso mayor que la de los casos A2 y B2 de la tabla 322-1, el esfuerzo actuante se calculará teniendo en cuenta el ANCHO EFECTIVO de este patín, determinado de acuerdo con C2 de la misma tabla, 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 328. Flexocompresión

En condiciones de servicio, los esfuerzos longitudinales deben cumplir con:

$$328-1 \quad \frac{P}{F_a A} + \frac{M_x}{F_{bx} S_x} + \frac{M_y}{F_{by} S_y} \leq 1.00; \text{ si } \frac{P}{F_a A} \leq 0.15$$

Las dos siguientes expresiones se usarán para (P / A) / F_a >= 0.15

$$328-2 \quad \frac{P / A}{F_a} + \frac{C_{mx} M_x / S_x}{\left[1 - \frac{P / A}{F_{ex}}\right] F_{bx}} + \frac{C_{my} M_y / S_y}{\left[1 - \frac{P / A}{F_{ey}}\right] F_{by}} \leq 1.00$$

y adicionalmente, en los elementos arriostrados en el plano de flexión:

$$328-3 \quad \frac{P}{0.60 f_y A} + \frac{M_x}{F_{bx} S_x} + \frac{M_y}{F_{by} S_y} \leq 1.00$$

los valores de F' ex y F' ey se tomarán como sigue:

$$F'_{ex} = 12 / 23 * I^2 E / (KLx / r_{bx})^2$$

y adicionalmente, en los elementos arriostrados en el plano de flexión:

$$328-3 \quad \frac{P/A}{0.60f_y} + \frac{M_x/S_x}{F_{bx}} + \frac{M_y/S_y}{F_{by}}$$

los valores de F' ex y F' ey se tomarán como sigue:

$$F'_{ex} = 12 / 23 * \frac{\pi^2 E}{(KLx / r_{bx})^2}$$

$$F'_{ey} = 12 / 23 * \frac{\pi^2 E}{(KLy / r_{by})^2}$$

Para la combinación de carga muerta y viva con sismo o viento F'ex y F'ey se incrementarán también en un 33%. Los coeficientes Cm y los factores de amplificación Cm / 1- P/A F'e

a) Se valúan como sigue:

En miembros flexocomprimidos que forman parte de estructuras cuyos nudos no pueden desplazarse linealmente y sobre los que no obran cargas transversales aplicadas en puntos intermedios.

$$328-4.1 \quad C_m = 0.60 + 0.40 M_1 / M_2 \geq 0.40$$

donde M₁ y M₂ 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), M₁/M₂, se considera positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura simple, y negativo cuando lo hace en curvatura doble.

b) Para miembros flexocomprimidos que forman parte de estructuras, cuyos nudos no pueden 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 Cm= 1.00

c) En miembros flexocomprimidos que forman parte de estructuras cuyos nudos pueden desplazarse linealmente:

$$328-5 \quad C_m = 0.85$$

d) En el diseño de columnas de marcos contraventeados, el factor de amplificación Cm / [(1-P/A) / F'e]

1. Con los esfuerzos P/A y F'g correspondientes, suponiendo que los extremos de cada columna están linealmente fijos.

2. Sustituyendo P/A, por la suma de los esfuerzos axiales ΣP/A y F'e por la suma de los esfuerzos críticos Σ (F'e) de todas las columnas del entrepiso de que forma parte la columna.

El mayor de los valores así obtenido, es el que se utiliza para calcular los denominadores de la ecuación (328-2)

ARTICULO 329. Flexotensión

Se calcula usando la fórmula 328-1. El esfuerzo de compresión debido solo a la flexión, no debe exceder el valor prescrito en el artículo 327, según el caso.

ARTICULO 330. 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.

$$330-1 \quad f = V / dt$$

Este valor, no deberá exceder, en cada caso, el del esfuerzo cortante permisible que se define en la tabla 530-1.

ARTICULO 331. Requisitos para diseño

Columnas compuestas

Cualquier elemento que forma parte de la columna, debe satisfacer los requisitos de la tabla 330-1 y las conexiones de liga deben garantizar que las partes componentes trabajen en conjunto, y no como elementos aislados.

ARTICULO 332. Liga entre elementos

Esta liga se logra mediante:

1) Barras de celosía:

a) **Separación.** Los elementos de la celosía deben separarse de manera que la relación L/r de cada barra sea menor 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-S 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 celosía doble, se unirán en su intersección.

Para determinar la sección requerida de las barras que formen la celosía, se utilizan las fórmulas para piezas sometidas a compresión axial, tomando L igual a la 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° 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° para celosía SENCILLA, ni menor de 45° 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 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 que 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.

- 2) 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 existen.

- 3) 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 que 2, y también, que la distancia libre entre perforaciones en la dirección del esfuerzo, no sea mayor 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, cumulan con los requisitos de la tabla 322-1.

ARTICULO 333. Trabes armadas y vigas laminadas

- a) Cualquier elemento debe cumplir con los requisitos de la tabla 322-1.
- b) Para dimensionamiento se tomará como base el momento de inercia de la sección transversal total.
- c) No es necesario reducir área de agujeros en patines, si dicha área es menor que el 15% de su área total. En caso de ser mayor del 15% solamente se reducirá el exceso del anterior valor.

ARTICULO 334. Patines

Estarán formados de preferencia, por una sola placa, su 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 trabes remachadas, el área de la sección transversal al de las cubre placas no debe exceder del 70% del área total del patín.

ARTICULO 335. Alma

La relación (h/t) de la distancia libre entre patines al grueso del alma, no debe ser mayor que $985,000/\sqrt{f_y}$ ($f_y + 1150$) pero puede aumentarse hasta $16,700/\sqrt{f_y}$, cuando hay atiesadores transversales con separaciones no mayores de una y media veces el peralte de la trabe.

ARTICULO 336. Unión de alma y patines

Los remaches, pernos o soldaduras, que conectan 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, deben extenderse más allá del punto teórico de corte, en una longitud necesaria para colocar el número de remaches o tornillos, o la longitud necesaria de soldadura que puede desarrollar la fuerza debida a la flexión existente en la cubreplaca en el punto teórico de corte.

Esta fuerza, se calcula con la sección completa, incluida la cubreplaca. En el caso de usarse soldadura, la longitud medida desde el extremo de la cubreplaca es:

1. Una distancia igual al ancho de la cubreplaca, cuando hay una soldadura continua a lo largo de los tres bordes, 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 continuos en ambos bordes.

ARTICULO 337. Refuerzo del alma

En trabes diseñadas con la Ec. 330-3 (tabla 330-1), la separación entre los atiesadores que limitan los tableros contiguos a agujeros de grandes dimensiones, deben ser tal que el esfuerzo cortante medio en el alma, en el tablero, no exceda el valor calculado en la Ec. 330-2, tabla 330-1. 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 el Art. 339.

ARTICULO 338.- Diseño de atiesadores intermedios de rigidez

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 la ecuación; 330-2 o 330-3 de la tabla 330-1, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- a) El área total de cada atiesador o par de atiesadores, será igual o mayor que:

$$338-1 \quad A_{st} = \frac{1 - C_v}{2} \left[a / h - \frac{(a / h)^2}{1 + (a / h)^2} \right] Y * C_a h t$$

siendo:

$$Y = \begin{matrix} f_y \text{ del acero del alma} \\ f_y \text{ del acero del atiesador.} \end{matrix}$$

$C_a = 1.00$, para atiesadores colocados en pares.

$C_a = 1.80$, para atiesadores formados por un solo ángulo.

$C_a = 2.40$, para atiesadores formados por una sola placa.

- 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 $(h / 50)^4$.

No es necesario que los atiesadores intermedios lleguen hasta el patín de tensión, excepto en los casos en que se necesita un apoyo directo para transmisión de una carga concentrada o reacción.

De no ser así, puede cortarse a una distancia del patín de tensión, no mayor de cuatro veces el grueso del alma.

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 el 1°, 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 al alma, en kg. por centímetro lineal, de cada atiesador, o par de atiesadores, no menor que:

$$F_{va} = h \sqrt{\left(\frac{f_y}{1400} \right)^3}$$

en donde, f_y corresponde al acero del alma

h = peralte del alma.

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 Ecs. 330-2 y 330-3 según el caso.

ARTICULO 339. 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 y 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 el esfuerzo de aplastamiento según el artículo 342.

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 formadas 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 esté colocado en el extremo del alma.

Al obtener la relación L/r para diseñar los atiesadores el radio de giro "r" se toma alrededor del eje del alma de la trabe, y la longitud L, se considera igual a 0.75 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 $0.75 f$, 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. Cuando la trabe armada está sujeta a cargas dinámicas, no deben hacerse soldaduras cuyo eje sea perpendicular a la dirección de los esfuerzos normales en el patín de tensión, excepto en zonas en que el esfuerzo normal máximo ocasionado por el momento actuante, sea menor que la mitad del esfuerzo admisible.

En traves remachadas se colocarán las placas de empaque

que sean necesarias para lograr un ajuste correcto con los ángulos de los patines.

ARTICULO 340.- Reducción de los esfuerzos admisibles en los patines

Cuando la relación del peralte del alma de la trabe a su grueso, sea mayor que $6,400/\sqrt{f_y}$, el esfuerzo máximo en el patín de compresión no debe excederse de:

$$340-1 \quad (0.825 - 0.375 f_v/F_v) f_y$$

el esfuerzo admisible F, se tomará según Art. 327.

ARTICULO 341.- Esfuerzo cortante y de flexión combinados

Las almas de las traves deberán dimensionarse de tal modo, que los esfuerzos de tensión, ocasionados por momentos en el plano del alma, no sean mayores que $0.60 f_y$, ni que:

$$341-1 \quad (0.825 - 0.375 f_v/f_y) f_y$$

según los valores que se estipulan en la tabla 330-1.

ARTICULO 342.- 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 traves armadas, no atiesadas, no sea mayor que el dado por las siguientes ecuaciones:

Para puntos interiores y apoyos intermedios:

$$342-1 \quad R/t(N + 2K) \leq 0.75 f_y$$

Para reacciones extremas:

$$342-2 \quad R/t(N + K) \leq 0.75 f_y$$

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 al borde del cordón de soldadura, si es soldado.

Si no se cumplen las condiciones anteriores, debe aumentarse la longitud de apoyo, repartirse la carga exterior en una zona; más amplia, o colocarse atiesadores.

Las almas de las traves 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 están cortadas

directamente por atiesadores, no excedan de 0.75 f, ni de siguientes valores:

Cuando la rotación del patín está impedida por arriostamiento:

$$342-1 \quad [5.5 + 4 / (a / h)^2 * 700,000 / (h / t)^2], \text{ kg/cm}$$

Cuando la rotación del patín no se impide:

$$342-2 \quad [2.0 + 4 / (a / h)^2 * 700,000 / (h / t)^2], \text{ kg/cm}$$

Los esfuerzos a que se refiere el párrafo anterior, deben calcularse como sigue:

Las cargas concentradas y 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, separación entre atiesadores). Cualquier carga uniformemente distribuida en kg/cm., se divide entre el grueso del alma.

ARTICULO 343. Conexiones

Las conexiones serán capaces de transmitir los elementos mecánicos calculados en los miembros que ligen, y, cumplirán las condiciones de restricción y continuidad expuestas en el análisis de estructura.

ARTICULO 344. Conexiones mínimas

Las conexiones se diseñarán para la resistencia íntegra del miembro a que corresponden. El número mínimo de remaches o tornillos en una conexión será DOS.

Las longitudes mínimas de soldadura serán las permitidas en el Art. 354.

ARTICULO 345. Excentricidades

Deben tenerse en cuenta en el diseño, todas las excentricidades que haya en las conexiones.

ARTICULO 346. Remaches y tornillos

I. **ESFUERZOS ADMISIBLES.** Los esfuerzos admisibles en tensión y en cortante de los remaches y tornillos serán los especificados por fabricante, debiendo verificar que cumplan las normas de calidad y los datos especificados. Para aplastamiento al esfuerzo admisible será 1.35 fy, donde fy es el esfuerzo de la parte conectada.

II. **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 resta la mitad de la profundidad de la cabeza.

III. **AGARRRES LARGOS.** Cuando el agarre de los remaches o tornillos sea mayor que CINCO VECES SU DIAMETRO, su numero se aumentará en uno por ciento, por cada 1.5 mm. de la longitud adicional.

IV. **SEPARACION MINIMA.** La distancia centro a centro de agujeros para 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.

V. **SEPARACION MAXIMA EN MIEMBROS A COMPRESION.** La separación máxima entre los remaches o tornillos intermedios colocados en la dirección de las fuerzas en miembros comprimidos, formados por fuerzas y otros perfiles no debe ser menor que $1060 / \sqrt{fy}$ veces al espesor de la placa, o perfil más delgado, si éste es exterior ni mayor de 30 cm., cuando los remaches o tornillos tienen las mismas posiciones en varias líneas paralelas; ni que sea \sqrt{fy} o 45 cm., cuando están en trebolillo; estas separaciones pueden aumentarse en 25% 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 espesor de la placa más delgada.

VI. **DISTANCIA MINIMA AL CANTO.** La distancia mínima del centro de un agujero para remaches o tornillos a cualquier canto será de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla:

TABLA 346-1

Diámetro del remache o tornillo (mm)	Distancia mínima del agujero a un canto, en mm.	
	A un canto recortado	A un canto laminado de perfiles estructurales o placas
13	22	19
16	29	22
19	32	25
22	38	29
25	44	32
29	51	38
32	37	41
más que 32	1.8 por diam.	1.25 por diam.

g) DISTANCIA MINIMA A UN BORDE EN LA DIRECCION 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 las partes conectadas, hacia el que se dirige la fuerza, no debe ser menor que el área de la sección transversal del remache o tornillo, dividida entre el grueso de la parte conectada, si el trabajo es de cortante simple, o el doble de la 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).

ARTICULO 347.- Definiciones y aplicaciones de la soldadura

El tipo de soldadura aplicable para la construcción metálica es el de arco de electrodo metálico manual, semiautomático o automático.

Las resistencias básicas anotadas en la tabla 347-1 se aplican a estructuras sujetas a cargas estáticas o combinación de éstas con viento o sismo, pero no a cargas rodantes, ni a otros casos en que puedan presentarse fallas por fatiga.

ARTICULO 348. Esfuerzos permisibles y factores de carga

Para la combinación de cargas muertas y vivas combinadas 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 349. Símbolos y materiales

a) SIMBOLOS 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.

TABLA 347-1

TIPO DE SOLDADURA

RESISTENCIA NOMINAL

Soldaduras de penetración completa, sometidas a cualquier tipo de sollicitaciones.

La misma que el metal base.

Soldaduras de penetración incompleta:

La misma que el metal base.

a) Sometidas a compresión normal a la garganta efectiva o a tensión o compresión paralelas a su eje.

b) Sometidas a cortante, independiente de la dirección de la carga, o 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.

La misma que el metal base.

b) Sometidas a cortante en la garganta efectiva, independientemente de la dirección de aplicación de la carga.

1260 kg/cm² para electrodos E 60 xx o equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.G.N. B-38-1968, D.G.N. B-254-1968.

* Siempre que el electrodo utilizado sea de un tipo adecuado al metal base que se esté soldando.

1260 kg/cm² para electrodos E 70 xx ó equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.G.N. B-38-196S, D.G.N. B-99-1972.

** En general se usará el tipo de electrodo cuyo límite de fluencia y ruptura sean mayores que los del metal base.

1470 kg/cm² para electrodos E 7 xx o equivalentes si se usa soldadura de arco sumergido, utilizados en metal base D.G.N. B-2S4-1968.

b) MATERIALES. El electrodo recubierto 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 aceros con alto contenido de carbón 6 de otros elementos de aleación. Se seguirán las instrucciones del fabricante respecto a los voltajes, polaridad y tipo de corriente.

plano de la superficie de falla.

d) La longitud de una soldadura a tope entre dos piezas se considera igual al ancho más angosto de la pieza, aún en el caso de soldaduras inclinadas respecto al eje de la pieza.

En general se usará el tipo de electrodo cuyo límite de fluencia y ruptura sea el adecuado.

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 pieza más delgada conectada.

ARTICULO 350. Combinaciones con remaches y tornillos

a) EN OBRAS NUEVAS. Cuando para el montaje de una obra nueva se especifica el uso de tornillos y remaches en combinación con soldadura, deberá considerarse que la soldadura de los miembros conectados tome la totalidad de la carga y que los remaches o tornillos sólo resisten su carga correspondiente durante el proceso de montaje.

f) El espesor efectivo de una soldadura a tope sin penetración completa, se determinará de acuerdo con la clasificación que se haga de la junta soldada.

ARTICULO 352. Capacidad de las uniones soldadas

b) EN OBRAS YA EJECUTADAS. Al hacer refuerzo con soldaduras en estructuras ya ejecutadas conectadas con remaches o tornillos se considerará para el diseño, que los remaches y tornillos no interfieran con la soldadura y que ésta tome únicamente las nuevas cargas para las que se está reforzado la estructura. En ningún caso se permitirá el uso combinado de remaches o tornillos con soldadura en obras nuevas.

a) METAL BASE. Es el de los elementos estructurales que ocurren en una junta soldada.

b) SOLDADURA. Las capacidades de carga de los distintos tipos de soldadura, son las indicadas en la tabla 347-1. La capacidad de carga de la soldadura de filete se considera siempre igual a su resistencia al corte en el área efectiva (ver artículo 351) cualquiera que sea la dirección de las cargas que obran sobre ellas, con la única excepción de los casos en que están sometidas a la acción de fuerzas normales, de tensión o compresión, que actúen a lo largo de su eje.

ARTICULO 351. 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.

Las soldaduras de tapón y ranura se consideran capacidades 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.

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 formen al levantar el electrodo, deben rellenarse hasta hacerlos del mismo tamaño que el resto del cordón.

Las soldaduras utilizadas en estructuras que deben ser capaces de soportar un número grande de repeticiones de cargas durante su vida útil, se diseñarán tomando en cuenta la posibilidad de falla por fatiga.

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

En la construcción de tanques de almacenamiento para líquidos y cualquier otro recipiente, debe determinarse si existe alguna condición específica que limite la eficiencia de las juntas e interfieran con estas especificaciones a fin de tomarla en cuenta.

ARTICULO 353. Soldadura a tope

Soldadura 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 debe considerarse de penetración incompleta y con una resistencia reducida.

Las juntas de penetración incompleta hechas por un solo lado entre bordes preparados en bisel sencillo o en "j" no se utilizarán para trabajar en tensión.

ARTICULO 354. Soldadura de Filete

- a) **TAMAÑO.** El tamaño mínimo o dimensión nominal admisible para distintos gruesos de placas, es el dado en la siguiente tabla.

Tamaño de filete	Espesor máximo de las partes soldadas (mm)
3	6
5	13
6	19
8	38
10	57
13	152
16	Más de 152

- b) **LONGITUD DE UN CORDON DE FILETE.** La longitud mínima efectiva de un cordón de filete para trabajo estructural, será de cuatro veces su dimensión nominal, o 4 cm.
- c) **CORDON INTERRUPTO 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.
- d) **SEPARACION LONGITUDINAL ENTRE CORDONES.** La separación entre cordones interrumpidos, colocados en los bordes de placas o patines de perfiles, no excederá de los siguientes valores:

1060/√fy veces el espesor de la pieza más delgada, para piezas sujetas a compresión.

24 veces el espesor de la pieza más delgada, en piezas sujetas a tensión ó 30 cm., en cualquier caso.

- e) **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 trasladadas en placas o en barras deben soldarse por ambas caras con cordones de filete.

- f) **REMATE DE LOS CORDONES DE FILETE 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 355. 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 taponos 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 la soldadura 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.

ARTICULO 356. Construcción compuesta

La construcción compuesta consiste en vigas o traveses de acero que soportan una losa de concreto reforzado, interconectadas de modo que la viga y la losa actúan en conjunto para resistir la flexión.

ARTICULO 357. Anchos efectivos de losa

Cuando la losa se extiende a ambos lados de la viga, el ancho efectivo del patín de concreto no se tomará mayor que la cuarta parte del claro de la viga, y su porción efectiva más allá del borde de la viga no se tomará mayor que la mitad de la distancia libre a la viga adyacente, ni mayor que ocho veces el espesor de la losa. Cuando la losa existe solo a un lado de la viga, su ancho efectivo más allá del borde de la viga no se tomará mayor que un doceavo del claro de ésta, ni que seis veces el espesor de la losa, ni que la mitad de la distancia libre a la viga adyacente.

ARTICULO 358. Resistencia a flexión

Cuando se usan conectores de cortante que cumulen con los requisitos del artículo 360 y la profundidad del bloque de esfuerzos de compresión en el concreto, "a", calculada

con la ecuación 358-1, no es mayor que el espesor de la losa, el momento resistente se valúa con la ecuación 358-2.

$$358-1 \quad a = A_s f_y / 0.85 f_c * b$$

$$358-2 \quad M_R = F_R A_s f_y (0.5d + t - 0.5a)$$

donde:

- $f_c *$ = $0.7 f'c$
 A = área transversal de la viga de acero.
 b = ancho efectivo de la losa.
 d = peralte de la viga de acero.
 t = espesor de la losa.
 $f'c$ = resistencia especificada del concreto a compresión.
 F_R = factor de reducción de resistencia (tómese igual a 0.9)

Las expresiones anteriores son aplicables se haya usado o no apuntalamiento provisional.

Si "a" es mayor que t, para calcular el momento resistente debe tomarse en cuenta la compresión que actúa en la viga de acero.

Para valuar momentos resistentes cuando el patín en contacto con la losa trabaje a tensión, pueden incluirse las barras de refuerzo paralelas a la viga contenidas en el ancho efectivo de la losa, con tal que cumplan con los requisitos de anclaje y que los conectores de cortante cumplan con lo dispuesto en el artículo 360. Se admitirá que las deformaciones unitarias son proporcionales a su distancia al eje neutro y que el concreto no resiste tensiones.

ARTICULO 359. Fuerza cortante

El alma y las conexiones extremas de la viga de acero deben diseñarse para resistir la fuerza cortante vertical ocasionada por la totalidad de las cargas muerta y viva.

ARTICULO 360. Conectores de cortante

Para transmitir la fuerza cortante horizontal en la unión de la viga de acero con la losa se usarán conectores de cortante soldados al patín superior de la viga y ahogados en el concreto. Si el concreto está sujeto a compresión por flexión, la fuerza cortante horizontal total que debe ser resistida entre la sección de máximo momento positivo y una sección de momento nulo, se tomará como el valor menor que resulte de las fórmulas 360-1 y 360-2.

$$360-1 \quad V_h = 0.85 f'c A_c$$

$$360-2 \quad V_h = A_s f_y$$

A_c = área del patín efectivo de concreto.

A_s = área transversal de la viga de acero.

En vigas compuestas continuas en las que se considere que el acero de refuerzo longitudinal trabaja en conjunto con el patín en tensión de la sección de acero, la fuerza cortante horizontal total que debe ser resistida entre un apoyo interior y cada punto de inflexión adyacente, será:

$$360-3 \quad V_h = A_{sr} * f_{yb}$$

A_{sr} = área del refuerzo paralelo a la viga, contenido en el ancho efectivo de la losa.

F_{yb} = esfuerzo de fluencia del refuerzo anterior.

A fin de lograr una acción compuesta completa, el número de conectores que se suministren para resistir la fuerza cortante horizontal, V_b , a cada lado de una sección de máximo momento en los tramos definidos en los párrafos anteriores, no será menor que V_h / q , donde q es la resistencia de un conector dado en la tabla 360-1.

Los valores de la tabla solo son aplicables cuando el concreto de la losa sea de peso normal (mayor de 2000 kg/m³) y para conectores de barra con esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm² o canales de acero A36.

Los conectores necesarios a cada lado de una sección de momento positivo máximo, pueden ir distribuidos uniformemente entre esa sección y las secciones adyacentes de momento nulo, con la salvedad de que el número de conectores requeridos entre toda carga concentrada que actúe en esa zona y la sección de momento nulo más próxima, no será menor que el calculado con la expresión siguiente:

$$360-4 \quad (M / N_{max}) * N$$

M = momento flexionante menor que el máximo en la sección donde actúa la carga concentrada.

N = número de conectores necesarios entre la sección de momento máximo y una sección de momento nulo.

Los conectores necesarios en la zona de momentos negativos en una viga continua, pueden distribuirse uniformemente entre la sección de máximo momento y cada sección de momento nulo.

El recubrimiento de concreto de los conectores en ninguna dirección será menor de 2.5 cm. El diámetro de los conectores de barra no será mayor que 2.5 veces el grueso del patín de la viga al cual se soldan.

TABLA 360-1

RESISTENCIAS DE CONECTORES DE CORTANTE

CONECTOR		RESISTENCIA, q, en kg.	
BARRAS DOBLADAS O CON CABEZA			
Diámetro (cm)	Altura (cm)	f'c = 200 kg/cm ²	f'c = 250 kg/cm ²
1.27	5.0	4270	4750
1.59	6.5	6650	7500
1.91	7.5	9650	10800
2.22	9.0	13000	14500
CANALES			
Peralte (cm)	Peso (kg/m)		
7.62	6.10	1410 w	1610 w
10.16	8.04	1520 w	1710 w

W es el largo del canal, en cm.

ARTICULO 361. Ejecución de las obras. Enderezado

Todo el material que se vaya a utilizar en estructuras deben 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 zeldas calentadas, medida por procedimientos adecuados, no debe sobrepasar de 36650°C.

ARTICULO 362. 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 que 15 cm.

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 363. Tolerancias

Las piezas terminadas en taller deben estar libres de torceduras y dobleces locales, los 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 juntos que estén soportados lateralmente en la estructura, una vez terminada, con respecto a la línea recta que une 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 364. Identificación

Todas las piezas deben salir de la planta debidamente identificadas, con marcas que correspondan a las indicadas en los planos de montaje.

ARTICULO 365. 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 ahogadas en concreto no necesitan pinturas. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicada cuidadosamente 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 periodo de tiempo corto, aún cuando sirve como base para la pintura final 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 está expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

ARTICULO 366. Estructuras remachadas o atornilladas

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 367. 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.

ARTICULO 368. Coloración

Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de compresión u operadas manualmente, neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Después de colocados, deben llenar totalmente el agujero y quedar apretados, con sus cabezas en contacto completo con la superficie.

Los remaches tienen que tener una forma aproximadamente semiesférica, enteros, bien acabados y concéntricos 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 su fabricante.

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 rondanas, si se ha especificado su uso. La rosca del tornillo debe sobresalir de la tuerca no menos de 3 mm.

ARTICULO 369. Estructuras soldadas

Preparación del material.- Las superficies que vayan a soldarse estarán libres de costras, escorias, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, pero no 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 soplete guiado mecánicamente.

ARTICULO 370.- Armado

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, si la separación no deberá exceder de 5 mm.

Las partes que se vayan a soldar 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 horizontal.

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 cirre 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 sus partes que las componen antes de unir las entre sí.

ARTICULO 371. 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 normal dejando entre las dos una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada, y sin preparar sus bordes.

En todos los demás casos debe 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, hasta 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 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 la siguiente.

ARTICULO 372. Precauentamiento

Antes de depositar la soldadura, el metal base debe sobrecalentarse a la temperatura indicada en la tabla siguiente:

TEMPERATURA MINIMA DE PRECALENTAMIENTO °C

Grueso máximo del metal base en el punto de colocación de la soldadura (mm)	Proceso de soldadura	
	Arco eléctrico con electrodo recubierto que no sea bajo en contenido de hidrógeno, Aceros. DGNB-254-1968, DGNB-38-1968 y DGNB-99-1972.	Arco eléctrico con electrodo recubierto de bajo contenido de hidrógeno o arco sumergido o arco eléctrico protegido con gases inertes. Aceros DGNB-254 1968, DGNB-99 1972 y DGNB-38 1968.
Hasta 19 de 19 a 38 de 35 a 64 Más de 64	Ninguna 70 110 150	Ninguna 25 70 110

Se exceptúan los puntos de soldadura colocados durante el armado de la estructura que, se volverá a fundir y quedarán incorporados en soldaduras continuas, 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 373. 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 separan 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.

ARTICULO 374. Montaje

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 375. 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 discrepancia con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o componerlas.

ARTICULO 376. Conexiones provisionales

Durante el montaje, los diversos elementos que constituyan 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, así mismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por el peso de materiales, equipo de montaje, etc. Cuando sea necesario, se colocará en la estructura el contraventeo provisional requerido para resistir los efectos mencionados.

ARTICULO 377. Tolerancias, alineado y plomeado

Se considera que las piezas que componen una estructura están plomeadas, niveladas y alineadas; si el error no excede en ningún caso de 1/SOO y además se cumplen las siguientes condiciones:

1. El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medido 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 cm., 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 afuera del edificio, ni 50 mm., hacia adentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel los límites anteriores pueden aumentarse en 1 cm. por cada

piso adicional, pero no deben exceder, en total de 50 mm., hacia afuera; ni 75 mm., hacia adentro del edificio. No se colocarán remaches ni soldaduras permanentes, hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos, esté alineada y plomeada.

ARTICULO 378. Especificaciones estandar de la viga de alma abierta series J y H.

378.1. Enfoque

Estas especificaciones cubren el diseño, fabricación y uso de las vigas de alma abierta series J y H.

378.2. Definición.

El término "Vigas de acero de alma abierta series J y H lo utilizaremos refiriéndonos a miembros estructurales de cuerdas paralelas y de alma abierta apropiados para el soporte director de pisos y techos en construcciones, utilizando acero rolado en caliente o rolado en frío, incluyendo acero formado en frío cuyo esfuerzo de cedencia ha sido alcanzado por medio de trabajo en frío. Estas vigas deberán ser diseñadas de acuerdo con estas especificaciones para desarrollar los momentos de resistencia y las máximas reacciones en los extremos.

El diseño de las vigas serie J estará basado en un esfuerzo de cedencia de 2530 kg/cm² y el acero utilizado tendrá un esfuerzo de cedencia mínimo de 2530 kg/cm² en la condición de rolado en caliente previo al formado o fabricación.

El diseño de las cuerdas para las vigas serie H, está basado en un esfuerzo de cedencia de 3S1S kg/cm². El diseño del alma para las vigas serie H estará basado en un esfuerzo de cedencia de 2530 kg/m² o 3515 kg/cm². El acero utilizado para el alma y las cuerdas de la serie H deberá tener un esfuerzo de cedencia mínimo, determinado de acuerdo con uno de los procedimientos especificados en la sección 3.2, el cual será igual al esfuerzo de cedencia que se propone en el diseño.

El término "esfuerzo de cedencia" que utilizaremos aquí corresponde al nivel de cedencia de un material que sea determinado por el método descrito en el párrafo 13. "esfuerzo de cedencia", o el párrafo 12 "punto de cedencia" del estandar ASTM A570 "Pruebas Mecánicas de Productos de Acero" o como se especifica en la sección 378.3.2.

378.3. Materiales.

378.3.1 Acero

El acero utilizado en la fabricación de las cuerdas y el alma

deberá concordar con una de las siguientes especificaciones ASTM de última edición:

- a) Acero estructural ASTM A 36.
- b) Acero estructural de baja aleación y alta resistencia ASTM A 242.
- c) Acero de Manganesio Vanadium estructural de baja aleación y alta resistencia ASTM A 441.
- d) Láminas de acero al carbón rolado en caliente calidad estructural ASTM A S70.
- e) Acero de Colombia Vanadium de baja aleación con alta resistencia de calidad estructural ASTM A S72, grados 42, 45 y 50.
- f) Acero estructural de baja aleación y alta resistencia con un punto de cedencia mínimo de 3S1S kg/cm², a 10 cms. de espesor ASTM A S88.
- g) Lámina rolada en frío o en caliente, de baja aleación y alta resistencia, con mayor resistencia a la corrección ASTM A 606.
- h) Acero al carbón estructural, lámina rolada en frío, ASTM A 611, tipo 2 o deberá ser de una calidad apropiada, ordenada o producida para otra de las especificaciones enlistadas, previniendo que el estado de tal material en el ensamblaje final y la fabricación se pueda soldar, que al pasar las pruebas hechas por el productor o el fabricante cumplan con las propiedades especificadas en la sección 378.3.2.

378.3.2. *Propiedades mecánicas.*

El esfuerzo de cedencia usado como base en el diseño de esfuerzos prescrito en la sección 4 deberá ser de 2550 o 2515 kg/cm². Para tener evidencia de que el acero suministrado concuerda o excede el esfuerzo de cedencia del diseño, deberá comprobarse en la forma de reportes de pruebas testimoniadas o certificadas.

Para el material utilizado, sin la consideración de incremento en el esfuerzo de cedencia resultante del rolado en frío las muestras deberán ser tomadas del mismo material rolado.

En el caso del material cuyas propiedades mecánicas concuerden con los requerimientos de una de las especificaciones enlistadas, las muestras de prueba y el procedimiento deberán ser de acuerdo a tales especificaciones y al ASTM A 370.

En el caso de que las propiedades mecánicas de un material no concuerden con los requerimientos de una de las especificaciones enlistadas, las muestras de prueba y el procedimiento deberán ser conforme a los requerimientos aplicables al ASTM A 370 y las pruebas deberán de mostrar un esfuerzo de cedencia igual o excedente al esfuerzo de cedencia y una elongación no menor que:

- 20 por ciento en 5 cms. para las hojas de laminado,
- 18 por ciento en 20 cms. para placas, perfiles y barras sujetas a ajustes en la variación del espesor de las placas, perfiles y barras según se prescribe en el ASTM A 36, A 242 y A 441 para placas, perfiles y barras y ASTM A S70, A 606 y A 611 para hojas de lámina y flejes. Si el esfuerzo del semifinado es utilizado, los reportes deberán de mostrar los resultados de las pruebas realizadas con muestras de la sección completa de acuerdo con las disposiciones de las secciones 3.1.1. y 6.3 de las especificaciones para el diseño de miembros de acero estructural rolado en frío del AISI y deberán indicar conformidad con estas disposiciones y los siguientes requerimientos adicionales:

- a) El esfuerzo de cedencia medido en las pruebas deberá igualar o exceder la fuerza de cedencia del diseño.
- b) Cuando se realicen pruebas de tensión con el propósito de aceptación y control, la fuerza de tensión deberá ser al menos en un 6 por ciento mayor que el esfuerzo de cedencia de la sección.
- c) Cuando se realicen pruebas de compresión, con el propósito de aceptación y control las muestras deberán soportar un acortamiento bruto del 2 por ciento de su longitud original sin roturas. La longitud de la muestra deberá ser no mayor de 20 veces del tamaño de su radio de giro menor.
- d) Si cualquier muestra falla, y no pasa los requerimientos de los subpárrafos anteriores a), b), o c), como aplicable, se deberán realizar 2 pruebas más con muestras del mismo lote.

La falla de una de las muestras que se han vuelto a probar para cumplir con tales requerimientos será causa de rechazo del lote total que ha sido representado por tales muestras.

La pintura estandar deberá cubrir uno de los siguientes requerimientos:

- a) Especificaciones del Consejo de Estructuras de Acero pintadas (Steel Structure Painting Council) 15-68t. Tipo I (rojo óxido).
- b) Especificaciones del Consejo de Estructuras de Acero pintadas (Steel Sctructure Painting Council) 15-68t. Tipo II (cubierta asfáltica).
- c) Especificación Federal II-P-636 (rojo óxido).
- d) o, deberá ser una pintura que cumpla con la función mínima de una de las especificaciones enlistadas.

378.4. Diseño y fabricación

378.4.1. Método

Las vigas deberán ser diseñadas de acuerdo con estas especificaciones como estructuras uniformemente cargadas dando soporte a la cubierta del piso o techo, de tal manera que la construcción quede asegurada a las cuerdas superiores de la viga previniendo un pandeo lateral.

Cuando cualquier rasgo de un diseño específico no se cubre específicamente en este manual, el diseño deberá ser de acuerdo a la última edición de las especificaciones:

- a) Instituto Americano de Especificaciones de Construcciones de Acero para el Diseño (American Institute of Steel Construction Specification for the Design), fabricación e instalación de Acero Estructural para Edificios (Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings) en donde el material utilizado consista en placas, perfiles o barras.
- b) Especificaciones del Instituto Americano del Hierro y el Acero para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero rolado en frío (American Iron and Steel Construction Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members). Para partes que sean formadas con láminas o tiras.

378.4.2. Esfuerzos unitarios

Los componentes, de las vigas deberán estar proporcionados de tal forma que los esfuerzos unitarios en kilogramos por centímetro cuadrado no excedan lo siguiente, en donde F es el esfuerzo de cedencia definido en 378.3.2:

- a) Tensión. Las partes de las cuerdas y el alma con un esfuerzo de cedencia mínimo de 3,515 kg/cm².---- 2,100 kg/cm².

Las partes de las cuerdas y el alma con un esfuerzo de cedencia mínimo de 2,530 kg/cm².....1,520 kg/cm².

- b) Compresión. Para miembros con 1/r < Cc

$$\frac{12}{23} \left[1 - \frac{(1/r)^2}{(2Cc)^2} \right] F_y Q; \quad \text{donde} \quad C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{Q F_y}}$$

En donde Q es un factor de forma igual a la unidad, excepto cuando la relación anchura a espesor de uno o más elementos del perfil exceda los límites especificados en el AISC, sección 1.3 para secciones roladas en caliente y la especificación AISC, sección 1.9 para secciones roladas en frío.

Para miembros con 1/r mayor que C:

$$\frac{12\pi^2 E}{23(1/r)^2}$$

En la fórmula anterior, 1 es tomada como la distancia entre los puntos del panel para los miembros de las cuerdas y la longitud libre del alma, y r es el mínimo radio de giro correspondiente al miembro de cualquier componente. E es igual a 2'039,000 kg/cm².

Para las cuerdas y los miembros del alma, excepto barras redondas y que tengan un esfuerzo de cedencia de:

3,515 kg/cm². ----- 2,100 kg/cm².
 2,530 kg/cm². ----- 1,520 kg/cm².

Para miembros del alma de sección transversal sólida circular que tengan un esfuerzo de cedencia de:

3,515 kg/cm². ----- 3,165 kg/cm².
 2,530 kg/cm². ----- 2,285 kg/cm².

Para placas de soporte que tengan un esfuerzo de cedencia de:

3,515 kg/cm². ----- 2,635 kg/cm².
 2,530 kg/cm². ----- 1,900 kg/cm².

378.4.3. Máxima relación de esbeltez

La relación de esbeltez, 1/r, donde 1 es utilizada igual que en 378.4.2. (b) y r es el mínimo radio de giro, no deberá exceder lo siguiente:

- Paneles interiores de la cuerda superior 90
- Extremos de los paneles de las cuerdas superiores..... 120

Miembros de compresión que no sean los de la cuerda superior..... 200

Miembros de tensión 240

378.4.4. Miembros:

a) Cuerdas. Las cuerdas inferiores deberán estar diseñadas como un miembro en tensión axialmente cargada.

La cuerda superior deberá estar diseñada como un miembro en compresión axialmente cargado cuando la longitud no exceda de 61 cms; si excede, la cuerda superior deberá estar diseñada como un miembro continuo sujeto a flexocompresión cumpliendo con las demandas de las fórmulas siguientes :

$$\frac{fa}{0.6 fy} + \frac{fb}{Fb}$$

No exceda la unidad en el nudo y la cantidad:

No exceda la unidad a la mitad del panel; en la cual:

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{Cmfb}{\left(1 - \frac{fa}{F'e}\right) * Fb}$$

Gm = 1 - 0.3 fa / F'e para los paneles de los extremos.

C = 1 - 0.4 fa / F'e para los paneles interiores.

fa = Esfuerzo unitario de compresión calculado.

fb = Esfuerzo unitario de compresión debido a la flexión, calculado en el punto considerado.

Fa = Esfuerzo unitario admisible de compresión basado según 1/r.

Fb = Esfuerzo unitario admisible en flexión.

Fy = Esfuerzo mínimo de cedencia.

Fe = $12 \pi^2 E$ / $23(1/rx)^2$ donde l es la longitud del panel según se define en 378.4.2. b); y r es el radio de giro del eje de flexión.

Las cuerdas superiores deberán considerarse sujetas lateralmente mediante la placa de lámina del piso o mediante la cubierta del techo cuando las uniones van de acuerdo a los requerimientos de 378.5.8 (e) de estas especificaciones.

La estabilidad lateral durante la erección deberá mantenerse por medio de puentes y las propiedades de las cuerdas deberán ser tales que Fa >= 700 kg/cm2, donde:

$$Fa = \frac{0.995 \times 10^6 C_1 C_2}{hs^2 At} \sqrt{(Ia + Ib)(Jt + Jb)S^2 + 25.6 ItIb h^2}$$

S = Espacio de puenteo (cms)

h = Profundidad efectiva de la viga (cms.)

At = Area de la cuerda superior (cms²)

It = Momento de inercia de la cuerda superior al eje vertical cms. 4)

Ib = Momento de inercia de la cuerda inferior al eje vertical cms.4).

Jt,Jb = Constante de Torsión de la cuerda superior e inferior respectivamente (cms.4)

La constante de Torsión para los ángulos o secciones en forma de sombrero es determinada por la fórmula

$$J = A t^2 / 3$$

donde A es el área de la sección transversal de los miembros en consideración y t es su espesor.

* Debe ser considerado que esta ecuación se aplica solamente para cuerdas de sección abierta (ángulos secciones en forma de sombrero).

El coeficiente C1 = 0.85 para vigas con cuerdas de dos piezas y C1 = 1.0 para vigas con cuerdas de una pieza. El coeficiente C2, está dado en la siguiente tabla:

Número de Hileras de Puentes	C2
1	4.00
2	3.00
3	4.00
4	3.33
5	4.00

b) Alma. Los esfuerzos de corte verticales que se usarán en el diseño de los miembros del alma, deberán ser determinados con una carga total uniforme, pero estos esfuerzos a corte no deberán ser menores que un 50% de la máxima reacción del extremo. Es conveniente considerar el precio de excentricidad. El efecto de combinar la compresión axial y la flexión pueden ser investigados usando las provisiones de 378.4.4 a) siendo Cm = 0.4 cuando la

flexión debida a la excentricidad produce una curvatura inversa.

- c) Soportes. El área de soporte deberá tener una proporción de tal manera que la presión en kg/cm² no exceda los siguientes valores:

En mampostería sobre mezcla de cemento.....17.5 kg / cm²
 En concreto estructural 52.5 kg / cm²

- d) Ataduras o rellenos. Se requieren ataduras o rellenos en las cuerdas superiores del interior de los paneles que excedan de 61 cms. y en miembros del alma de las vigas en compresión con una profundidad mayor que 71 cms.

Las ataduras o rellenos no son requeridos en las cuerdas superiores de los paneles en los extremos, tampoco son necesarios en paneles interiores de 61 cms. o menos.

- e) Extensión de los extremos. La extensión de los extremos deberá ser diseñada como viga en voladizo con sus reacciones transportadas hacia atrás, cuando menos hasta el punto del primer panel interior de la viga de alma abierta.

378.4.5. *Conexiones*

- a) Método:

Las juntas de conexiones y empalmes deberán ser hechas fijando los miembros unos a otros por medio de soldadura de arco o soldadura por resistencia o por medio de algún otro método aprobado.

- b) Resistencia.

Las juntas ,de las conexiones deberán de tener la capacidad de soportar las fuerzas debidas a una carga de rotura igual o al menos dos veces la carga de diseño.

- c) Empalmes.

Los empalmes pueden ocurrir en cualquier punto en los miembros del alma o de las cuerdas.

Las conexiones con soldadura a tope deberán tener un área neta de soldadura igual al área de la sección transversal del miembro empalmado y deberán desarrollar una fuerza mínima de tensión de 4,007 kg/cm². en la totalidad del área de la sección transversal del miembro conectado.

- d) Excentricidad.

Los miembros conectados en una junta deberán tener sus ejes centroidales concurrendo en un punto, si es práctico.

De otra manera, se debe cuidar el efecto de excentricidad. En ningún caso la excentricidad de cualquier miembro de viga en las juntas deberá exceder 3/4 de la dimensión total, medida en el plano de la viga del miembro más grande conectado.

Tal excentricidad deberá ser la distancia perpendicular de un punto al centroide de la junta localizada en el eje centroidal de la cuerda al eje centroidal del miembro de la viga.

Los extremos de vigas deberán ser proporcionados para resistir la flexión producida por la excentricidad en el soporte.

578.4.6. *Diseño de pruebas de verificación*

- a) Cuerda y miembro de viga.

Cada fabricante deberá, cuando el diseño se revise por el Steel Joist Instituto o The American Instituto oí Steel Construction, verificar mediante pruebas que su diseño, de acuerdo con 378.4.1 a 378.4.5. de estas especificaciones, proveerá un factor mínimo de seguridad de 1.65 en su capacidad teórica de diseño de miembros críticos.

Tales pruebas deberán ser evaluadas considerando el esfuerzo de cedencia actual de los miembros de la viga de prueba.

Las pruebas de material para determinar las propiedades mecánicas de los miembros componentes pueden ser hechas en secciones enteras.

- b) Juntas y conexiones.

Cada fabricante deberá verificar mediante pruebas de corte en juntas representativas de vigas típicas, que las conexiones cumplen las provisiones de 378.4.5 b). Cuerdas y miembros de alma pueden ser reforzados para tales pruebas.

378.4.7. *Camber (contraflecha)*

El camber es opcional con -el fabricante pero cuando es dado; el camber aproximado que se recomienda es el siguiente:

Longitud de cuerda superior	Camber aproximado
6.1 (Mts.)	0.6 (Cms.)
9.1 "	1.0
12.1 "	1.6
15.2 "	2.5
18.3 "	3.8

En ningún caso las vigas se fabricarán con camber negativo.

378.4.8. *Pintura de fábrica*

Las vigas y accesorios recibirán una capa de pintura de fábrica como está especificado en 378.3.3.

378.5. Aplicaciones.

378.5.1. *Uso*

Estas especificaciones deberán aplicarse a cualquier tipo de estructura donde pisos y techos serán soportados directamente por las vigas de acero como aquí se ha especificado.

Cuando las vigas son usadas de otra manera que en simples tramos bajo carga uniformemente distribuida como se describe en 378.4.1., deberán ser investigadas y si es necesario modificadas para limitar el esfuerzo unitario de aquellos que han sido descritos en 378.4.2.

378.5.2. *Tramos*

Tamaño de la cuerda (cms)	Profundidad de viga (cms)
3 al 8	20 a 61
8	66 a 76
9	46 a 76
10 y 11	46 a 76

378.5.4.- *Puenteo*

El puenteo es necesario y deberá consistir en uno de los siguientes tipos:

- a) Horizontal. El Puenteo horizontal deberá consistir en dos miembros de acero continuos en forma horizontal, uno unido a las cuerdas superiores y otro a las cuerdas inferiores.

La unión a las vigas deberá hacerse por soldadura o medios mecánicos y deberá tener una capacidad de resistencia a una fuerza horizontal de no menos de 320 kgs.

La relación del largo sin apoyo al mínimo radio de giro (1/r) del miembro de puenteo no deberá exceder 300, donde 1 es la distancia en pulgadas y r es el mínimo radio de giro del miembro de puenteo. Si el miembro de puenteo es una barra redonda, el diámetro deberá ser al menos de 1.27 cms. (1/2").

La abertura libre de una viga no deberá exceder 24 veces su profundidad.

378.5.3.- *Soportes de los Extremos.*

- a) Acero.

Se debe tomar en consideración las reacciones de los extremos del diseño en el acero de soporte.

Los extremos de las vigas deberán prolongarse a una distancia no menor de 6.5 cms., sobre los soportes de acero. En donde se considere necesario colocar extremo sobre extremo de vigas opuestas sobre un soporte de acero angosto con menos apoyo del señalado en el párrafo anterior, se deberán especificar extremos especiales, y estos deberán tener una fijación positiva al soporta, ya sea atornillado o soldando.

- b) Mampostería y Concreto.

Las siguientes longitudes mínimas de soporte paralelas a la longitud de las vigas, deberán proveerse para soporte en mampostería de roca y concreto.

Longitud mínima de soporte en mampostería en concreto (cms)	
10	10
13	10
13	10
15	10

- b) Diagonal. El Puenteo diagonal consistirá en refuerzos transversales con una relación de no más de 200, donde 1 es la distancia en pulgadas entre conexiones y r es el mínimo radio de giro del miembro del puenteo.

En donde los miembros de refuerzo transversal estén conectados en su punto de intersección entre conexiones en el punto, la distancia 1 deberá ser tomada como la distancia en centímetros de intersección de los miembros de refuerzo y las conexiones a las cuerdas de las vigas. Las conexiones a las cuerdas de las vigas deberán hacerse por medios mecánicos positivos o soldadura.

378.5.5. *Instalación del puenteo*

Todo el puenteo y los sujetadores del puenteo deberán estar completamente instalados antes de que las cargas de construcción sean colocadas sobre las vigas.

El puenteo deberá soportar las cuerdas superiores contra

movimiento lateral durante el período de construcción y deberá sostener las vigas de acero en su posición.

Los extremos de todas las líneas de puenteo que terminen en paredes o vigas deberán sujetarse a las cuerdas superiores e inferiores.

378.5.6. *Sujetador de extremos*

- a) Soportes en mampostería de roca. Las vigas que tengan apoyo, sobre soportes en mampostería de roca deberán estar asentados en mezcla y sujetas con un sujetador equivalente a una barra de acero redonda de 1 cm., (3/8") y con una longitud no menor de 20 cms.

Cada tercer viga en el piso y cada una de las vigas en el techo, deberán estar sujetas, en techos donde no se encuentren paredes de pretil, se deberán utilizar dos pernos sujetadores de 1.27 cms., (1/2") o algún otro medio equivalente substituyendo la barra de acero.

- b) Soportes de acero. Los extremos de las vigas que tengan apoyo en soportes de acero deberán ser conectados con el equivalente de dos cordones de soldadura de 3 mm., y con una longitud de 2.5 cms., o un perno de 1.27 cms. (1/2")

En el ensamblaje donde las columnas no están armadas en al menos dos direcciones con miembros de acero estructural, las vigas en las líneas de las columnas deberán estar unidas con pernos a las columnas para reforzar la estabilidad lateral.

- c) Levantamiento. Donde las fuerzas de levantamiento sean consideradas en el diseño, las vigas del piso deben ser sujetadas para resistir tales esfuerzos.

378.5.7. *Tramo libre entre las vigas*

Las vigas deben ser espaciadas de tal manera que la carga en cada viga no sobrepase la carga permisible de diseño de esta viga en particular.

378.5.8. *Cubiertas de pisos y techos*

- a) Material.

Las cubiertas de los pisos y techos pueden ser de concreto moldeado en el lugar, concreto prefabricado o yeso, acero rolado, madera o algún otro material apropiado con la capacidad de soportar la carga de acuerdo con el espaciamiento de viga especificado.

- b) Espesor.

Las placas moldeadas en el lugar deberán tener un espesor no menor de 5 cms.

- c) Cimbrado.

El cimbrado para las placas moldeadas en el lugar pueden ser una tira metálica estriada, hojas de acero corrugadas, malla de alambre soldado, cimbrado removible o algún otro material apropiado con la capacidad de soportar la placa en el espaciado de la viga designado. El cimbrado no deberá causar un desplazamiento lateral o daño a las cuerdas superiores, durante la instalación, o en la colocación del concreto o en el descimbrado.

- d) Soporte.

Las placas o cubiertas deberán estar soportadas uniformemente a lo largo de las cuerdas superiores de las vigas.

- e) Uniones.

Cada unión para placa o cubierta a las cuerdas superiores de las vigas deberán de ser capaz de resistir una fuerza lateral no menor que 136 kgs. El espaciado no deberá exceder 91 cms. a lo largo de la cuerda superior.

- f) Sujetadores de madera

Donde los sujetadores de madera sean usados, tales sujetadores en conjunto con la cubierta o placa, deberán estar unidos a la cuerda superior de las vigas de acuerdo con 378.5.8.)

378.5.9. *Flecha (deflexión)*

La flecha debida a la carga viva de diseño no deberá exceder lo siguiente:

Pisos: 1 / 360 de luz.

Techos: 1 / 360 de luz donde un techo de yeso es unido o suspendido.
1 / 240 de luz para todos los demás casos.

378.5.10. *Inundación*

A menos que una superficie de techo sea provista con suficiente pendiente hacia puntos de drenaje libre o drenajes individuales adecuados para prevenir la acumulación de agua de lluvia, el sistema de techo deberá ser investigado para asegurar estabilidad bajo condiciones de inundación.

378.5.11. *Inspección*

Las vigas deberán ser inspeccionadas por el fabricante antes de su envío para asegurar el cumplimiento de materiales y mano de obra con los requerimientos de éstas especificaciones.

378.6. Manejo y levantamiento.

Se deberá tener cuidado en todo momento para evitar daños por descuido en el manejo durante su descarga, almacenaje y montaje.

Tan pronto como las vigas son levantadas, todos los puentes deberán ser completamente instalados y las vigas sujetadas permanentemente en su lugar antes de aplicar cualquier carga excepto el peso de los montadores.

Muchas vigas exhiben cierto grado de inestabilidad lateral bajo el peso de un montador hasta que el puenteo es instalado.

Por lo tanto, donde tres o mas hileras de puentes son requeridos por la tabla de la página 8, deberá tenerse cuidado con los montadores hasta que todo el puenteo esté completo y apropiadamente instalado.

Donde cinco hileras de puente son requeridas en claros mayores de 40 pies, cada viga deberá ser muy bien asegurada lateralmente antes que la siguiente viga sea montada y antes de que cualquier carga sea aplicada. Los cables de izamiento no deberán ser soltados hasta que un soporte sea provisto por la hilera central del puente diagonal y la línea del puente haya sido anclada para prevenir un movimiento lateral y donde las vigas sean soportes inferiores, sus extremos hayan sido reforzados lateralmente.

Durante el período de construcción el contratista deberá proporcionar los medios para una distribución adecuada de las cargas concentradas para que la capacidad de carga de cualquier viga no se exceda.

La soldadura de campo no deberá perjudicar las vigas. La longitud total de soldadura en cualquier punto de los miembros rolados en frío cuyo esfuerzo de cedencia se ha obtenido por trabajo en frío y cuyo esfuerzo de formado es utilizado en el diseño no deberá exceder el 50% del ancho total desarrollado en la sección de rolado en frío.

CAPITULO XXIX ESTRUCTURAS DE MADERA

ARTICULO 379. Generalidades

Estas disposiciones son aplicables a elementos estructurales de madera sólida, de cualquier especie.

ARTICULO 380. Definiciones y notación

Esfuerzos permisibles = Esfuerzos de trabajo correspondiente a madera con defectos.

Esfuerzos de diseño = Esfuerzos de trabajo correspondiente al elemento estructural en consideración.

Elementos de unión = clavos, tornillos o pernos.

C.H. = Contenido de humedad = peso original menos peso anhidro dividido entre peso anhidro y expresado en %.

f = Densidad relativa de la muestra con base en su peso anhidro y su volumen a un C.H. mayor del 30%.

C.V. = Cuando el contenido de humedad es superior al 18%.

fbp = esfuerzo permisible a flexión.

ftp = esfuerzo permisible a tensión.

fcp = esfuerzo permisible a compresión paralela a las fibras.

f θ p = esfuerzo permisible a compresión inclinada un ángulo θ con respecto a las fibras.

fnp = esfuerzo permisible a compresión normal a las fibras.

vp = esfuerzo permisible o cortante.

E = módulo de elasticidad.

δ op = deflexión permisible.

fdb = esfuerzo de diseño a flexión.

ftd = esfuerzo de diseño a tensión.

fcd = esfuerzo de diseño a compresión paralela a las fibras.

fnd = esfuerzo de diseño a compresión normal a las fibras.

Vd = esfuerzo de diseño a cortante.

A = área de la sección transversal del elemento.

- An = área neta de la sección transversal del elemento. de 2 elementos.
- b = dimensión menor de la sección transversal del elemento. P4 = carga de extracción permisible de un tornillo.
- Cf = factor del peralte. P5 = carga lateral permisible de un perno en una unión de 3 elementos, de madera cuyos ejes longitudinales están en la misma dirección.
- D (mm) = diámetro de un elemento de unión.
- d = dimensión mayor de la sección transversal del elemento. P6 = 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.
- d1 = dimensión mayor efectiva de la sección transversal del elemento.
- E = excentricidad de la carga axial. S = módulo de sección del elemento.
- k = valor que depende de las condiciones de apoyo del elemento a compresión. T = fuerza de tensión.
- L = Longitud del elemento entre apoyos. t(mm) = espesor del elemento principal (elemento central en una unión de 3 elementos).
- L1 = longitud total del elemento espaciado. V = fuerza cortante en la sección considerada.
- Le = longitud efectiva de la zona de compresión del elemento. β = factor de amplificación.
- M = Momento flexionante máximo producido por cargas normales al eje longitudinal del elemento. Θ = ángulo entre 2 elementos.
- N = número de elemento de unión.
- P = fuerza axial de compresión.
- P1 = carga lateral permisible de un clavo en una unión de 2 elementos.
- P2 = carga de extracción permisible de un clavo.
- P3 = carga lateral permisible de un tornillo en una unión

ARTICULO 381. 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 382. 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 la tabla 382-1.

TABLA 382-1

ESFUERZOS PERMISIBLES Y MODULOS DE ELASTICIDAD (kg/cm2) Condición verde

Solicitación	SEGUN LA NORMA C 18-46 DE LA DGN			
	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	50	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	25
Compresión perpendicular a la fibra	4	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra	14	14	7	3
Módulos de elasticidad: medio	70 000	70 000	70 000	70 000
mínimo	40 000	40 000	40 000	40 000

Quando se use madera estructural en forma permanente, no se empleará con calidad inferior a la de segunda.

ARTICULO 383. Condiciones de servicio

CONTENIDO DE HUMEDAD

De tratarse de elementos estructurales con contenido de humedad (C.H.) 18%, los esfuerzos permisibles se obtendrán incrementando los dados anteriormente para elementos en condición verde en los siguientes porcentajes; 10% para flexión y tensión, 20% para compresión paralela a la fibra y SOS para compresión normal a la fibra. El módulo de elasticidad se incrementará 10%.

Quando el elemento estructural se instala en condición verde cambiando en servicio a un (C. H.) < 18t ó viceversa se diseñará basándose en esfuerzos y dimensiones finales 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 netas para la madera en condición verde.

ARTICULO 384. Duración de carga

Para duraciones de carga correspondientes a carga viva, nieve o granizo, viento o sismo e impacto, se podrán incrementar los esfuerzos permisibles en condición verde en un: 15%, 25%, 50% y 100% respectivamente.

No se incrementarán los módulos de elasticidad debido a estas condiciones de servicio. Cuando actúan simultáneamente cargas con diferentes duraciones, el incremento a los esfuerzos permisibles en condición verde será el que corresponda a la duración menor.

De analizarse cargas provenientes de nieve o granizo y viento simultáneamente se podrá usar, debido a nieve, sólo el 50% de la carga total.

ARTICULO 385. Redistribución de carga

En sistemas constructivos en los cuales el espaciamiento máximo de elementos de soporte sea hasta de 60 cm., se permitirá incrementar los esfuerzos permisibles en condición verde 20% y el módulo de elasticidad a su valor medio.

La carga viva no especificada en el artículo 203, se podrá reducir en el caso de contarse con sistemas estructurales (tales como pisos y techos) en los que exista redistribución de carga. Esta reducción estará en función del valor del log. a.

$$a = \left(\frac{S}{L} \right)^3 \frac{EvIv}{EcIc}$$

en que:

- a = relación de la rigidez de los elementos de soporte a la de la cubierta.
- S = espaciamiento entre elementos de soporte (centro a centro)
- L = Longitud de los elementos de soporte libremente apoyados.
- E = producto del módulo de elasticidad del material de soporte y del momento de inercia de la sección transversal de una unidad de soporte.
- EvIv = Producto del módulo de elasticidad del material de la cubierta y del momento de inercia de la misma en dirección normal a la de los elementos de soporte.

La reducción a Wm en función de a, se da a continuación:

A	REDUCCION
-4.0	70%
-1.0	50%
1.0	0%

Para otros valores de a, interpólese.

ARTICULO 386. Tratamiento a presión

Los esfuerzos permisibles en condición verde, quedarán reducidos en un 10% cuando la madera sea sometida a tratamiento por presión.

ARTICULO 387. Diseño de elementos estructurales

- 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 constituidos de una sola pieza.
 - b) Elementos compuestos, son aquellos constituidos 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 en dos 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 388. Flexión y compresión paralela a la fibra

- a) Se revisará que en la sección crítica de una pieza sólida se cumpla:

$$\frac{P}{An} + \frac{M}{S} + \frac{P}{An} \frac{6e\beta}{de} \leq 1$$

en donde:

$$fcd \frac{0.3E}{\left(\frac{KL}{b}\right)^2} \leq fcp$$

= 1, cuando $KL/b \leq \sqrt{00.30 \frac{E}{fc}}$

= 1.25, cuando $KL/b > \sqrt{00.30 \frac{E}{fc}}$

K = Valor que depende de las condiciones de apoyo en los extremos del elemento. Dado en la tabla 388-1.

e = Excentricidad de la carga P, $e_{min} = 0.1 (b \text{ o } d)$.

de = Dimensión de la sección transversal en dirección de la excentricidad "a".

Cf = $0.81 \frac{d^2 + 922}{d^2 + 568}$; d en cm, Cf = 1, para d <= 30 cm.

fbf = fbp cuando Cs > 10; $Cs = \sqrt{dLe} / b^2$

Le = 1.92L.

$$fbd = fbp \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{Cs}{Ck} \right)^4 \right] \text{ cuando } 10 \leq Cs \leq Ck, \quad Ck = \sqrt{\frac{3}{5} \frac{E}{fbp}}$$

$$fbd = \frac{0.4E}{Cs^2}, \text{ cuando } Ck < Cs \leq 50$$

TABLA 388-1
Valores de K

CONDICIONES DE APOYO EN LOS EXTREMOS DEL ELEMENTO **K**

ELEMENTO

Los dos apoyos fijos, sin desplazamiento 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 solo a flexión o a compresión, se diseñarán de acuerdo a la fórmula general anterior considerando los términos que correspondan en cada caso.

Las piezas salidas 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 (C [^])
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
36	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 compresión axial será la menor de:

1. La suma de las capacidades de las piezas sólidas componentes considerando el siguiente esfuerzo de diseño:

$$fcd \leq 0.75 E (KL1 / b)^2$$

además:

$$fcd \leq fcp$$

2. La capacidad de una pieza salida 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) a los elementos de unión empleados.

a/b	0	1	2	3
Elementos de unión:				
Clavos	1.8	2.6	3.1	3.5
Tornillos o pernos	1.7	2.4	2.8	3.1

La longitud de los separadores está en función del número de elementos de unión y espaciamiento mínimo entre estos (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:

$$N = \frac{1.5 \times \text{fuerza total de compresión}}{\text{número de piezas molidas componentes (sin separadores)}}$$

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 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 389. 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:

$$\frac{T}{f_{tp}} + \frac{M}{f_{bp} * C_f} \leq 1$$

Las piezas salidas o espaciadas sujetas solo a flexión o a tensión, se diseñarán de acuerdo a la fórmula general anterior considerando los términos que correspondan en cada caso.

ARTICULO 390. Cortante paralelo a las fibras

Se revisará que en la sección a un peralte del apoyo del elemento estructural sometido a flexión se cumpla:

$$\frac{3}{2} * \left(\frac{V}{A} \right) \leq V_p$$

En elementos a flexión con rebajas 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:

$$\frac{3}{2bd} * \left[\frac{d}{d1} \right] \leq V_p$$

ARTICULO 391. 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 392. 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:

$$f_{\theta p} = \frac{f_{cp}}{1 + \left[\frac{f_{cp}}{f_{np}} - 1 \right] \text{sen}^2 \theta}$$

ARTICULO 393. 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 el Capítulo 383.

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 acabados menos rígidos.

ARTICULO 394.- Uniones

- 1) Elementos de unión.
Los elementos de unión a considerar en el diseño de uniones serán clavos, tornillos (incluyendo pijas), pernos hechos de acero cuyo límite de fluencia sea aproximadamente 3,500 kg/cm² y conectores.
- 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 conectores adyacentes, al extremo o al borde de los miembros por unir, sean como mínimo las dadas en el inciso correspondiente. Las cargas permisibles 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	nieve	viento o sismo	impacto
clavos, tornillos y pernos con t.D > 6	8	13	25	50
Pernos con t/D < 6	15	25	50	100

5) Contenido de humedad.
Las cargas permisibles dadas a los conectores son aplicables a maderas con un contenido de humedad superior al 15% 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 15% 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 múltiple) hechos con madera en C.V., que en servicio quedará con un C.H., menor del

18%, y cuyos elementos componentes formen un ángulo (45° <= θ <= 90°) 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 al secado en servicio se aplicará el mismo factor.

ARTICULO 395. Uniones clavadas

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 396. Carga lateral permisible

La capacidad de carga en kg., de una unión de dos miembros de madera (en cortante simple) hecho con un clavo hincado perpendicularmente a las fibras, está dado por la siguiente expresión:

$$P_1 = 10\zeta D^{1.5}$$

De no poderse determinar el valor de ζ úsese $\zeta = 0.4$

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 actúa 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 actúa 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 dos 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 estas.

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 0.9 n, 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 por el miembro que recibe la punta del clavo en una unión sencilla.

ARTICULO 397. Carga permisible a la extracción

Los clavos sujetos a cargas de extracción tendrán una capacidad en kg. por centímetro de penetración en la pieza que contenga la punta de:

$$P_2 = 11(\zeta^{5/2})D$$

De no poder determinarse el valor de ζ úsese $\zeta = 0.4$.

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 sujetas a carga de extracción.

En caso de usarse clavos cuya caña no sea lisa, la 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.

ARTICULO 398. Uniones con tornillos para madera

ASPECTOS GENERALES

- 1) Las cargas permisibles dadas a continuación, se aplicarán a tornillos de acero para madera. Con 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 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 399. 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:

$$P_3 = 3.75 \zeta D^2$$

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 espaciamentos mínimos de los tornillos sean los siguientes:

- 1) Cuando la fuerza actúa 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 de la fibra.
 - 10 D de los extremos.
- 2) Cuando la fuerza actúa normalmente a la dirección de las fibras:
 - 5 D entre hileras de tornillos.
 - 5 D del borde no cargado.
 - 10 D del borde cargado.
 - 10 D entre tornillos adyacentes en la dirección de la fibra.

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 400. 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:

$$P_4 = 15 \zeta^2 D$$

Esta expresión será válida cuando los espaciamentos mínimos para los tornillos sean los correspondientes al caso de carga lateral, cuando la fuerza actúa 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 a la fibra será el 75% de la correspondiente al ser insertado perpendicularmente a la fibra, cuando la distancia entre tornillos no sea menor de 10 D.

ARTICULO 401. Uniones con pernos

- 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 en 1.6 mm., a los de los pernos.

ARTICULO 402. Uniones en que los ejes longitudinales de las piezas por unir son colineales

Se presentan los siguientes casos:

- I) 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:

$$P_5 = 1.12 \zeta K_1 * D * t$$

En caso de no determinarse ζ úsese =0.4.

K_1 se da en la siguiente tabla en función de t / D .

t / D	K ₁
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 403. Uniones en que los ejes longitudinales de las piezas por unir están en dos direcciones normales entre sí

Caso base: es una unión de 3 piezas , con los exteriores de madera, cuyos espesores son por lo menos la mitad. pieza principal o de acero. Su capacidad de carga en kg., está dada por:

$$P_6 = 0.36 \zeta K_2 K_3 * D * t$$

En caso de determinarse ζ úsese = 0.4.

t/D	K ₂	D(mm)	K ₃
1	1.00	6.4	2.50
2	1.00	9.5	1.95
3	1.00	12.7	1.68
4	1.00	15.01	1.52
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 y mayores	1.00

Para otros casos, se calcularán las cargas permisibles de acuerdo al artículo 402. Considerando el caso base de este artículo.

ARTICULO 404. 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 formula de Hankinson, dada en el Artículo 392 en función de las capacidades de carga de dicha unión para $\Theta = 0^\circ$ y $\Theta = 90^\circ$, así como del ángulo Θ .

Los espaciamentos 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 de las fibras.
 - 1.5 D entre hileras de pernos.
 - 7 D del extremo cargado.
 - 4 D del extremo no cargado.
 - 1.5 D de los bordes.

- II. Cuando las fuerzas actúen normalmente a la dirección de las fibras:
 - 4 D entre pernos adyacentes en la dirección de la fibra.
 - 4 D de los extremos.
 - 4 D del borde cargado.
 - 1.5 D del borde no cargado.
 - 5 D entre hileras de pernos para $t/D > 6$
 - 2.5D entre hileras de pernos $t/D = 2$

Se interpolará entre los dos últimos valores para $2 < t/D \leq 6$.

ARTICULO 405. Conectores

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 completa 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.

La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos y de acuerdo con las condiciones de diseño previamente aprobadas por la Oficina Urbanística Municipal.

En los comentarios se dan referencias para obtener mayor información sobre este tipo de elementos de unión.

ARTICULO 406. Protección a la madera

Se cuidará que la madera esté debidamente protegida contra cambios de humedad, insectos, fuego, etc. Podrá protegérsele 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 excede de 2 meses.

CAPITULO XXX
ANÁLISIS POR VIENTO

ARTICULO 407. Generalidades

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 más desfavorables para la estructura.

No se considerará la acción simultánea de sismo y viento. Los esfuerzos permisibles bajo la acción de cargas permanentes más viento, podrán incrementarse en un 33%.

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 408. Clasificación de las construcciones

Según su destino, las construcciones se clasifican en los grupos A, B y C, según se consideraron en el análisis sísmico, Artículo 420.

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 siete 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 encuentre entre 0.7 y 2 seg. En general quedan en este tipo edificios entre ocho y veinte pisos.

Tipo 3. Construcciones también con período 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 veinte pisos.

Para el cálculo del período fundamental de una

estructura, puede seguirse el método que aparece en el Artículo 427 de Análisis Sísmico.

ARTICULO 409. 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 :

$$V = k_1 k_2 V_o$$

donde:

k₁ Factor de topografía. Se tomará igual a 1 en terreno plano, a 1.15 en promontorios y a 0.6 en zonas del centro de ciudades y zonas residenciales o industriales.

k₂ Factor de recurrencia. Se tomará igual a 1 en construcciones del grupo B, a 1.15 en construcciones del grupo A. Las construcciones del grupo C no requerirán análisis por viento.

V_o = Velocidad regional en km/h. Se tomará del mapa adjunto de acuerdo con la localización de la obra.

ARTICULO 410. Variación de la Velocidad de Diseño con la Altura

Para analizar construcciones altas se aceptará que la velocidad de diseño a una altura z sobre el terreno, queda definida por :

$$V_z = (0.1 z)^x V$$

donde:

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 :

Topografía	Velocidad del Viento menor a 100 km/h.	Velocidad del Viento mayor a 100 km/h.
Terreno plano	0.15	0.085
Promontorios.	0.10	0.100
Zonas accidentadas	0.35	0.175

(Centro de Ciudades, zonas arboladas)

ARTICULO 411. Empujes Estáticos de Viento en Estructuras Tipo I

La magnitud de las presiones estáticas se estimará mediante:

$$P = N C V^2$$

donde :

P= Presión en kg/m².

C= Coeficiente de empuje.

N= Coeficiente de densidad del aire, igual a :
0.005 (8 + a) (8 + 2a).

V= Velocidad de diseño en km/h.

a= Altura sobre el nivel del mar, en km. (Tabla 411-1)



El coeficiente C será positivo cuando el viento empuje contra la superficie y negativo cuando provoque succión.

En el Artículo 413 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.

TABLA 411-1
ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR PARA EL EDO. DE MICHOACÁN

ACUITZIO	2100 m.	ARIO DE ROSALES	1950 m.
CHARO	1950 m.	CHURUMUCO	550 m.
HUIRAMBA	2100 m.	ERONGARICUARO	600 m.
LAGUNILLAS	2083 m.	LA HUACANA	550 m.
MORELIA	1941 m.	NUEVO URECHO	600 m.
TARIMBARO	1875 m.	PATZCUARO	2100 m.
VILLA MADERO	2155 m.	QUIROGA	2074 m.
ALVARO OBREGON	1800 m.	AGUILILLA	950 m.
APORO	2230 m.	APATZINGAN	330 m.
CIUDAD HIDALGO	1950 m.	AQUILA	100 m.
CONTEPEC	2481 m.	ARTEAGA	1000 m.
CUITZEO	1850 m.	BUENAVISTA	328 m.
EPITACIO HUERTA	1200 m.	COAHUAYANA	20 m.
INDAPARAPEO	1925 m.	COALCOMAN	700 m.
IRIMBO	2164 m.	NUEVA ITALIA	400 m.
MARAVATIO	2080 m.	PARACUARO	586 m.
QUERENDARO	1830 m.	TEPALCATEPEC	320 m.
STA. ANA MAYA	1830 m.	TUMBASCATIO	820 m.
SENGUIO	2030 m.	VILLA VICTORIA	550 m.
TLALPUJAHUA	2500 m.	CHARAPAN	2470 m.
ZINAPECUARO	1830 m.	CHERAN	2428 m.
ANGANGUEO	2350 m.	CHILCHOTA	1780 m.
BENITO JUÁREZ	1050 m.	GABRIEL ZAMORA	640 m.
JUNGAPEO	1325 m.	NAHUATZEN	2450 m.
NVO. SAN JUAN PARANGARIC.	1750 m.	OCAMPO	2230 m.
SUSUPUATO	1250 m.	PARACHO	2180 m.
TUXPAN	1750 m.	TANCITARO	1950 m.
TUZANTLA	650 m.	TARETAN	1150 m.
ZITACUARO	1950 m.	URUAPAN	1600 m.
CARACUARO	650 m.	ZIRACUARETIRO	1350 m.
HUETAMO	300 m.	BRISEÑAS	1550 m.
SAN LUCAS	650 m.	COJUMATLAN	1520 m.
TIQUICHEO	450 m.	COTIJA	1751 m.
TZITZIO	1575 m.	CHAVINDA	1570 m.
ECUANDUREO	1540 m.	IXTLAN	1535 m.
JACONA	1580 m.	JIQUILPAN	1549 m.
LOS REYES	1305 m.	MARCOS CASTELL.	1980 m.
PAJACUARAN	1526 m.	PERIBAN	1500 m.
SAHUAYO	1525 m.	TANGAMANDAPIO	1700 m.
TANGANCICUARO	1710 m.	TANHUATO	1530 m.
TINGUINDIN	1600 m.	TOCUMBO	1550 m.
V. CARRANZA	1524 m.	V. HERMOSA	1545 m.
VILLAMAR	1540 m.	YURECUARO	1540 m.
ZAMORA	1570 m.	ANGAMACUTIRO	1740 m.
COENEO	2000 m.	COPANDARO	1850 m.
CHUCANDIRO	1850 m.	CHURINTZIO	1800 m.
HUANIQUEO	2065 m.	HUANDACAREO	1843 m.
LA PIEDAD	1675 m.	NUMARAN	1680 m.
PANINDICUARO	1900 m.	PENJAMILLO	1706 m.
PUREPERO	1900 m.	PURUANDIRO	1994 m.
SIXTOS VERDUZCO	1700 m.	TLAZAZALCA	1730 m.
VILLA JIMÉNEZ	1950 m.	VILLA MORELOS	2200 m.
ZACAPU	1980 m.	ZINAPARO	1824 m.
LÁZARO CÁRDENAS	100 m.		

- 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% del área limitada por las aristas exteriores.
- e) En construcciones tipo torres 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 $\pm (0.3L^2 / 8H + 0.05 L)$ 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 expresiones 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.

ARTICULO 412. Volteo

Para verificar la seguridad de las construcciones contra volteo, se analizará este efecto considerando simultáneamente la acción de cargas vivas que tiendan a incrementarlo; se revisará que todas las construcciones tengan como mínimo un factor de seguridad de 1.5 por este concepto.

ARTICULO 413. Coeficiente de Empuje

Para valorar los efectos de la presión exterior, se usarán los coeficientes que se mencionan a continuación:

- 1) Paredes rectangulares verticales.
 Cuando el viento actúa perpendicularmente a la superficie ex-puesta 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.
- 2) Edificios prismáticos rectangulares.
 En paredes de barlovento y sotavento se usarán los coeficientes de empuje señalados en el Artículo 413-1. En las paredes paralelas a la dirección del viento,

asi como en el techo, si éste es horizontal, se distinguirán tres zonas : La primera que se extiende desde la arista de barlovento hasta una distancia $H/3$, $C = -1.75$; 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.

3) Cubiertas de arco circular.

Cuando el viento actúa 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, $C = 4.35 (D/B) - 1.57$; donde B es el claro de la cubierta, paralelo a la acción del viento 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, $C = 0.55$.

4) Cubierta en dos aguas.

Cuando el viento actúa perpendicularmente a las aristas se considerará en la superficie de barlovento la existencia de las tres zonas mencionadas' en el Artículo 413-2. 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 $15^\circ < \theta < 65^\circ$ deberá tomarse de entre las siguientes expresiones el coeficiente :
 $C = -2.1 + 0.023 \theta$, $C = 0.012 \theta$, en la zona de barlovento.
 $C = -1.2 + 0.013 \theta$, $C = -0.007 \theta$, en la zona central.
 $C = -0.40$ en la zona de sotavento.
 $C = -0.68$ en la superficie de sotavento.

c) Para $\theta \geq 65^\circ$, se usarán en la superficie de barlovento:

$C = 0.75$, en las tres zonas.

$C = -0.68$, para la superficie de sotavento.

En las expresiones mencionadas en los incisos anteriores, se entenderá θ que es la inclinación de la cubierta respecto a la horizontal, expresada en grados.

5) Cubiertas con una sola agua.

Cuando el viento actúa perpendicularmente a las generatrices horizontales, y la cubierta esta en barlovento, se usarán los mismos coeficientes de empuje señalados en el Artículo 413-4.

Si la cubierta es una superficie en sotavento y su inclinación excede $1,5^\circ$, se usará $C = -0.68$. Si la inclinación es menor, se tratará como cubierta horizontal, empleándose los coeficientes mencionados en el Artículo 413-2.

6) Cubiertas en forma de diente de sierra.

Cuando el viento actúa perpendicularmente a las generatrices, la superficie del primer diente estará sometida a presiones iguales a las definidas en el Artículo 413-5.

En los demás dientes, se considerará $C = -0.68$.

7) 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 al 1, 7 y 25.

a) Cuando la superficie exterior esté lisa, siendo de metal, madera o concreto:

$C1 = 0.45, C7 = 0.5$ y $C25 = 0.55$

b) Cuando la superficie presente rugosidad o barras cilíndricas contra vértices:

$C1 = 0.7, C7 = 0.8$ y $C25 = 0.9$

c) Cuando la superficie sea muy rugosa o con barras contra vórtices formadas con placas:

$C1 = 0.8, C7 = 1.0$ y $C25 = 1.2$

d) Cuando la sección transversal del cilindro sea poligonal:

$C1 = 1.0, C7 = 1.2$ y $C25 = 1.4$

En los incisos anteriores, el subíndice del C indica el valor de la relación H/d para la cual fueron establecidos.

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:

Ángulo 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

En el ángulo central se mide a partir del diámetro paralelo a la dirección del viento y desde el extremo correspondiente.

8) 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 r , 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 las trabes.

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.

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_L y C_T definidos en la tabla 413-1. Las fuerzas se estimarán mediante las expresiones :

$$FL = C_L \cdot V^2 \cdot A$$

$$FT = C_T \cdot V^2 \cdot A$$

Siendo A el área expuesta por el perfil que se analice.

9) Presiones interiores.

Cuando el porcentaje de aberturas n , de algunas de las paredes de la construcción en el nivel que se analiza, sea mayor del 50% de la parte del área expuesta que corresponde a dicha planta, en adición a las presiones o succiones exteriores deberán considerarse, para el diseño local de todos los elementos que limitan en cualquier dirección al nivel en cuestión, presiones o succiones interiores, calculadas según la ec.

$$P = NCV^2$$

Del Artículo 411, con valores de C iguales, respectivamente a 0.8 , cuando la abertura se encuentre del lado de barlovento? y a -0.6 , cuando se encuentre del lado de sotavento, o en un costado.

Para valores de n menores de 304 , se supondrán para el cálculo de las presiones interiores, los valores de " C " más desfavorables entre los especificados a continuación :

TABLA 413-1 COEFICIENTES DE ARRASTRE Y DE EMPUJE TRANSVERSAL PARA DIVERSOS PERFILES

NUMERO	FORMA Y DIRECCION DEL VIENTO	C_L	C_T
1		2.03	0
2		2.00	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

Si la abertura se encuentra del lado de barlovento.

$$C = 0.8 n/30 + -0.3 (1 - n/30)$$

Si la abertura se encuentra del lado de sotavento

$$C = -0.6 n/30 + -0.3 (1 - n/30)$$

Siendo:

C = Coeficiente de empuje (sin dimensiones)

n = Relación de aberturas (en porcentaje)

El empleo de los coeficientes propuestos no puede generalizarse para resolver por superposición, entre otros, el caso en que las paredes de sotavento y de barlovento tengan porcentajes de abertura próximos a 100 por ciento. En tal caso puede ocurrir flujo importante de aire a través de la estructura y esta condición da lugar a empujes exteriores e interiores diferentes de los que ocurren con paredes cerradas. En tales condiciones deben adoptarse valores de

C congruentes con los resultados de mediciones en prototipos o en modelos en túnel de viento.

ARTICULO 414. 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 Artículo 411 la velocidad de diseño se toma igual a la especificada en el Artículo 409, multiplicada por el factor de ráfaga igual a 1.3.

ARTICULO 415. 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 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.

$$(a) F1 = pCk / C d \left(\text{Sen} \frac{2\pi}{T} t \right)$$

donde:

C = Coeficiente de empuje

Ck = Coeficiente:

Para secciones circulares 0.20, si $d > 1.00$ m
1.00, si $d < 1.00$ m

Para secciones rectangulares 0.5, si $d > 1.00$ m
1.5, si $d < 1.00$ m

d = Diámetro de la sección transversal, en m, o ancho de la sección perpendicular al flujo, en secciones rectangulares.

F1 = Fuerza resultante 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 $18d / V$ para secciones circulares, y $0.25 d / V$ para rectangulares.

$$(b) F2 = 1.6 p Ck / C (T/To)^2 d \left(\text{Sen} 2\pi / To. t \right)$$

donde:

F2 = Fuerza alternante por unidad de longitud, en sentido perpendicular a la dirección del viento, en kg/m.

To = Período fundamental de la estructura.

ARTICULO 416. Uso de barras contra vértices

En zonas donde se presenten altas velocidades de viento, se recomienda el empleo de barras contra vórtices para evitar la generación de estos en estructuras cilíndricas. Estas barras podrán ser tubos o placas adheridas a la superficie exterior de un cilindro, a lo largo de espirales que rodean a esta superficie.

Los tubos tendrán un diámetro igual a la vigésimamente del diámetro de la estructura; y distará 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 vértices en una construcción cilíndrica, se debe considerar la modificación del coeficiente de empuje que se menciona en el Artículo 413-7.

ARTICULO 417. Inestabilidad Aeroelastica en Estructuras Tipo 4

Este problema puede presentarse cuando el valor $d / (ToV)$ quede comprendido entre 0.15 y 0.30.

donde :

d = Dimensión de la estructura en dirección normal al flujo en m.

To = Período fundamental de la estructura.

V = Cualquier velocidad del viento comprendida entre cero y la velocidad de diseño en m/seg.

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 Oficina de Urbanística Municipal, estudios especiales que justifiquen la estabilidad de las construcciones de este tipo.

Una solución práctica es evitar que el valor d/ToV quede entre 0.15 y 0.30.

ARTICULO 418. Análisis estructural

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.

Método simplificado de análisis.

En las estructuras del tipo de muros cargadores que satisfacen los requisitos establecidos en el Artículo 218 para las estructuras del tipo V, se seguirá el método simplificado de análisis que se propone en el Artículo 426 de este Reglamento, sustituyendo las fuerzas sísmicas por las fuerzas de viento.

CAPITULO XXXI ANALISIS SISMICO

ARTICULO 419. Clasificación de terrenos de cimentación

Atendiendo a su rigidez se considerarán los siguientes tipos de terreno de cimentación:

Tipo I. Terreno firme, tal como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla preconsolidadas muy compacta o suelos de características similares.

Tipo II. Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementadas, limos de mediana o alta compacidad, arcillas preconsolidadas de compacidad media o suelos de características semejantes.

Tipo III. Arenas y limos de baja capacidad o arcillas blanda muy compresibles.

Para clasificar un terreno, se procederá de la siguiente manera:

- 1o) Se localizará la base firme del terreno; debajo de este nivel todos los suelos tendrán módulos de rigidez a cortante mayores que 50,000 Ton./m². o requerirán más de 50 golpes por cada 30 €'. de avance en la prueba de penetración estándar.
- 2o) Para los estratos de suelo comprendidos desde la base firme hasta el nivel en que las aceleraciones horizontales del terreno se transmiten a la

construcción (la profundidad de desplante, en el caso de cimentaciones someras) se calculará el coeficiente ψ como :

$$\psi = \sum H_i \sqrt{r_i / G_i}$$

donde :

H_i = Espesor del i-esimo estrato, en metros.

r_i =Peso volumétrico del estrato i-esimo, en ton./m³.

G_i = Modulo de rigidez a cortante, en ton./m².

3o) Si el coeficiente ψ es menor que 0.20, el terreno de cimentación se considerará del Tipo I.

Si el coeficiente ψ es igual o mayor que 0.20 y menor que 0.45, el terreno de cimentación se clasificará del Tipo II.

Si el coeficiente ψ es igual o mayor que 0.45, el terreno no se clasificará como del Tipo III.

4o) Cuando en el terreno analizado aparezca un estrato arcilloso blando muy compresible, con espesor igual o mayor de 10 m., el terreno de cimentación se clasificará como del Tipo III, cualquiera que sea el valor de coeficiente ψ del perfil estratigráfico.

5o) A falta de información más precisa, al calcular el coeficiente ψ puede tomarse r_i igual a 1.5 T/m³. y los valores del modulo de rigidez G_i pueden estimarse como $G_i = 0.35 E_i$, siendo la pendiente inicial de la curva esfuerzo deformación de pruebas triaxiales consolidadas rápidas o de compresión simple.

6o) Si se desconocen las propiedades mecánicas del terreno de cimentación, se clasificará como del Tipo III.

ARTICULO 420. Clasificación de las Construcciones Según su destino

De acuerdo con su destino, las construcciones pueden clasificarse dentro de los tres grupos siguientes :

Grupo A. Construcciones cuyo funcionamiento sea especialmente importante después de un sismo; que puedan albergar grandes concentraciones de personas o aquellas que en caso de rallar causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad. Tal es el caso de

plantas y subestaciones eléctricas, centrales telefónicas y de comunicaciones, estaciones de bomberos, clínicas y hospitales, archivos y registros públicos, escuelas, estadios, plazas de toros, templos, salas de espectáculos, estaciones terminales de transporte público, monumentos, museos, estaciones de radio y televisión, cuarteles, locales que alojen equipos especialmente costosos en relación con la estructura, plantas potabilizadoras de agua, así como instalaciones industriales cuya falla pueda ocasionar la difusión en la atmósfera, en el agua corriente o en el suelo, de gases o sustancias tóxicas o inflamables, o que puedan causar daños materiales importantes a bienes y servicios.

Grupo B. Construcciones cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como plantas industriales que no pertenezcan al Grupo A, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, bancos, restaurantes, casas y edificios para habitación privada, hoteles, edificios de oficinas, bardas cuya altura exceda de 2.5 m. y todas aquellas construcciones cuya falla por temblor puedan poner en peligro a otras construcciones de este grupo o del grupo A.

Grupo C. Construcciones cuya falla por temblor aplicaría un daño pequeño y no causaría daños a construcciones de los dos primeros grupos. Se incluyen en este grupo bardas con altura menor de 2.5 m., y bodegas provisionales para la construcción de obras pequeñas. Las construcciones del grupo C no requieren diseño sísmico.

ARTICULO 421. Clasificación de las construcciones según su estructuración

De acuerdo a su estructuración, las construcciones pueden clasificarse dentro de los siguientes cuatro tipos :

Tipo I. Dentro de este tipo se incluyen los edificios y naves industriales, salas de espectáculos y construcciones semejantes, que resisten las fuerzas laterales de cada nivel por marcos continuos, contraventeados o no; por diafragmas o muros; o por una combinación de los partidos estructurales mencionados. Se incluyen también las chimeneas, torres y bardas, así como las estructuras semejantes a péndulo invertido, o estructuras con más de la mitad de su masa concentrada en el extremo superior, y que tengan

un solo elemento resistente en la dirección analizada.

Tipo 2. Tanques para el almacenamiento de líquidos.

Tipo 3. Muros de retención, ademes y ataguías.

Tipo 4. Otras construcciones.

ARTICULO 422. Coeficiente sísmico

Se entiende por coeficiente sísmico C al cociente de la fuerza cortante horizontal en la base de la construcción, sin reducir por ductilidad, y el peso W de la misma sobre dicho nivel. Para el cálculo del peso W se emplearán las cargas muertas y vivas que se especifican en el Capítulo XXIII.



Para el análisis estático de las construcciones clasificadas en el Grupo B del artículo 420, se emplearán los coeficientes sísmicos que se indican en la tabla 422, de acuerdo con la Regionalización Sísmica del Estado de Michoacán y del tipo de terreno de cimentación, según el artículo 419.

Para el análisis estático de las construcciones del grupo A, los valores de la tabla 423 se multiplicarán por 1.5.

TABLA 422-1

COEFICIENTE SISMICO C PARA CONSTRUCCIONES DEL GRUPO B EN DISTINTAS ZONAS SISMICAS DE MICHOACAN

ZONA SISMICA	TERRENO DE CIMENTACION	C
B	I	0.160.200.24
	II	
	III	
C	I	0.240.300.36
	II	
	III	
D	I	0.480.560.64
	II	
	III	

ARTICULO 423. Reducción por ductilidad

Con fines de diseño por resistencia, las fuerzas sísmicas del análisis estático y las ordenadas de los espectros del análisis dinámico modal, se obtendrán dividiendo los coeficientes sísmicos del artículo 422 entre el factor Q' , calculado como se define en los artículos 424 y 425.

El divisor Q' depende del factor de ductilidad Q' que se especifica más adelante en este mismo artículo. Las deformaciones de la estructura se calcularán multiplicando por Q las causadas por las fuerzas sísmicas reducidas.

El factor de ductilidad Q de una construcción podrá diferir en las dos direcciones principales de rigidez de la estructura, si el partido estructural es distinto para cada una de dichas direcciones.

Para aplicar el factor de ductilidad, las estructuras deben satisfacer los requisitos señalados a continuación:

Primer caso. Factor de ductilidad $Q = 6$

Corresponde a las estructuras del Tipo I cuya resistencia es suministrada en todos los niveles exclusivamente por marcos no contraventeados de concreto reforzado o de acero con zona de fluencia definida, satisfaciéndose los siguientes requisitos:

- a) Las vigas y columnas de acero cumplen con las condiciones correspondientes a secciones compactas requeridas en el Capítulo XXVIII, y sus conexiones pueden admitir giros importantes antes de fallar.
- b) Las columnas de concreto son zunchadas o poseen estribos que proporcionan al núcleo un confinamiento equivalente al del zuncho.
- c) Para el diseño por fuerza cortante, torsión, pandeo por compresión axial y otras formas de falla frágil, se usa un factor de carga de 1.4 en lugar de 1.1 especificado en el artículo 258 para cuando obran cargas accidentales.
- d) Se satisfacen las limitaciones que se fijan para articulaciones plásticas en el Apéndice A del Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Dichas limitaciones deben satisfacerse en todos los extremos de trabes y columnas, o bien, en los lugares donde se formarían las articulaciones plásticas requeridas para que cada marco alcance un mecanismo de colapso en cada piso o entrepiso,

si la fuerza lateral fuera suficientemente grande.

- e) El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso (resistencia de diseño calculada, tomando en cuenta todos los elementos estructurales que pueden contribuir a la resistencia) entre la acción de diseño, no diferirá en más de un 20% del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos.
- f) El cociente de altura entre base de los marcos no excederá de 5.0 y R_n es mayor que 0.10, siendo R_n el promedio para todos los entrepisos, en la dirección analizada, de la suma de las rigideces angulares de las trabes de cada nivel entre la suma de rigideces angulares de las columnas del entrepiso inmediato inferior. La rigidez lineal de entrepiso está distribuida de manera sensiblemente uniforme.
- g) En estructuras de acero, los tableros de piso irán arriostrados con diagonales a los nudos o serán losas de concreto unidas con conectores a las vigas.
- h) Los muros divisorios deben estar ligados a la estructura en tal forma que no impidan su deformación lateral.

Segundo caso. Factor de ductilidad $Q = 4$

Corresponde a las estructuras del Tipo I cuya resistencia es suministrada en todos los niveles exclusivamente por marcos no contraventeados de concreto, acero o madera, con o sin zona de fluencia bien definida; así como por marcos contraventeados o acoplados con muros de concreto, en los que la resistencia de los marcos, sin contar los muros o contravientos, sea cuando menos el 50% del total. El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso (resistencia de diseño calculada tomando en cuenta todos los elementos que pueden contribuir a la resistencia) entre la acción de diseño, no diferirá en más del 30% del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Los muros divisorios deben estar ligados a la estructura en tal forma que no impidan su desplazamiento lateral.

Las columnas de concreto con estribos deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Su dimensión mínima es de 30 cm.
- b) La separación mínima del acero de refuerzo longitudinales de 30 cm.
- c) Hay estribos cerrados alrededor de una de cada dos varillas longitudinales y de todas las barras de esquina; y ninguna barra que no esté sujeta a un

estribo dista más de 15 cm. de la que sí lo esté.

- d) Los estribos cerrados son de cuando menos 0.95 cm. de diámetro a separaciones que no excedan 20 cm. ni 700 veces el diámetro de la barra longitudinal dividido entre la raíz cuadrada del esfuerzo de fluencia especificado, en kg/cm². Estos límites se reducirán a la mitad en los dos extremos de la columna en una longitud igual a su mayor dimensión, pero no menor de 60 cm.
- e) La suma de las áreas de los estribos, A_v , en cada dirección principal de la sección de las columnas no será inferior a $A_v = 0.40 p'$ de Sh , en donde p' es la dimensión del núcleo confinado por los estribos en la dirección considerada, Sh es la separación entre estribos y

$$p' = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} \geq 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

- f) En los extremos de vigas y en otras secciones donde puedan formarse articulaciones plásticas de concreto, se cumplirán los requisitos que para tal efecto fija el Apéndice A del Reglamento de Construcciones del Concreto Reforzado del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- g) En muros de concreto, el refuerzo necesario para resistir flexocompresión se colocará en los extremos. Si la cuantía excede de 0.0075 con respecto al área del muro, se cumplirá con lo estipulado para columnas en los incisos (b) y (e) de este mismo inciso.

Los marcos rígidos de acero, tienen las siguientes características:

- h) Las vigas y las columnas de acero cumplen con los requisitos de secciones compactas requeridas en el Capítulo XXVIII y sus conexiones pueden admitir giros importantes antes de fallar.

Tercer caso. Factor de Ductilidad $Q = 3$

Corresponde a las estructuras del Tipo 1 cuya resistencia en todos los niveles es suministrada por columnas de concreto con losas planas, con o sin aligeramiento; por marcos rígidos de acero con vigas y/o columnas de alma abierta (armaduras); por muros de concreto o por combinaciones de marcos y muros en los que los muros contribuyan con más del 50% de la resistencia total a cargas laterales.

Las columnas de concreto reforzado de cualquiera de estos partidos estructurales, cumplen con los requisitos (a), (b), (c), (d) y (e) mencionados en el segundo caso.

Las losas aligeradas tendrán una zona maciza alrededor de cada columna (capitel), de cuando menos dos veces el peralte total de la losa, medido desde el paño de la columna.

Para el análisis sísmico se considerarán en las losas vigas equivalentes con un ancho igual a $c + 3h$, siendo (c) la dimensión de la columna perpendicular al eje analizado y (h) el peralte total de la losa. La rigidez se calculará tomando en cuenta la variación en el momento de inercia de la viga equivalente causado por los capiteles.

Si se emplea el método del marco equivalente para el análisis por carga permanente de losas planas, se asignará a las columnas la mitad de sus rigideces angulares nominales.

Al menos el 75% del refuerzo longitudinal necesario para resistir los efectos sísmicos en cada viga equivalente de una losa plana, cruzará la columna correspondiente, y el resto de dicho refuerzo debe distribuirse en una distancia no mayor de 1.5 veces el peralte de la losa, medido desde el paño de la columna.

El acero de refuerzo de la viga equivalente se confinará en la zona maciza o capitel, mediante estribos colocados a una distancia centro a centro no mayor que un tercio el peralte efectivo de la losa plana.

Además, el capitel debe reforzarse cuando sea necesario, para soportar los momentos torsionantes producidos en las esquinas de la losa plana.

Cuando los marcos tienen vigas o columnas de acero de alma abierta (armaduras), sus elementos (cuerdas, diagonales, y montantes) que trabajen a compresión se diseñarán con un factor de resistencia, FR igual a 0.7, o su equivalente si se emplea diseño elástico. Al determinar cuáles elementos trabajan en como presión, han de tenerse en cuenta los dos sentidos en que puede actuar el sismo, así como su componente vertical si la construcción se ubica en las zonas C y D de la regionalización sísmica de Michoacán.

Cuarto caso. Factor de Ductilidad $Q = 2$

Corresponde a las estructuras del Tipo 1 cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada por marcos o columnas de concreto reforzado, madera o acero, contraventados o no, con o sin muros de concreto, que no cumplen en algún entrepiso lo estipulado para el primero, segundo y tercer caso.

Se incluyen en este caso las construcciones soportadas

por muros de mampostería de piezas macizas confinados por dadas, castillos, trabes o columnas de concreto reforzado o de acero, que satisfacen los requisitos del Capítulo XXVI.

También se incluyen aquellas estructuras en que la resistencia está dada por un solo elemento y su masa está concentrada en la parte superior.

Quinto caso. Factor de ductilidad $Q = 1.5$

Corresponde a las estructuras del Tipo 1 cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada en todos los niveles por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos correspondientes del Capítulo XXVI, o por combinaciones de dichos muros con elementos estructurales como los descritos para los casos primero a tercero.

Sexto caso. Factor de ductilidad $Q = 1.0$

Corresponde a las estructuraciones Tipo 1 a 4, cuya resistencia a fuerzas laterales sea suministrada al menos parcialmente por elementos o materiales diferentes de los arriba especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre, a satisfacción de la Oficina de Urbanística Municipal que se justifica emplear un valor más alto que el que aquí se especifica.

Séptimo caso.

Cuando se consideran aceleraciones verticales para el análisis de la estructura, no se reducirán; sus efectos por la ductilidad de la misma, aún cuando la aceleración vertical resulte mayor que la horizontal reducida. Sin embargo, en el diseño de elementos estructurales horizontales, tales como vigas y losas, podrá adoptarse un factor de ductilidad Q igual a 3.

Octavo caso.

Para construcciones desplantadas en terrenos de cimentación del Tipo III, en que las deformaciones verticales del suelo debidas al momento de volteo sísmico contribuyan significativamente a los desplazamientos laterales de los entrepisos, los valores del factor de ductilidad Q que se especifican para los casos primero, segundo y tercero, se sustituirán por la expresión:

$(QY + Y_s) / (Y + Y_s)$, en donde Y es el desplazamiento horizontal del centro de gravedad de la construcción, calculado sin tener en cuenta las deformaciones locales del terreno, y Y_s es el desplazamiento horizontal del centro de gravedad de la construcción producido por las deformaciones locales del terreno. La rigidez angular del terreno puede calcularse con la fórmula:

$$K\phi = \frac{G}{1-\nu} \beta b d^2$$

donde:

G Es el módulo de rigidez del terreno de cimentación obtenido como se indica en el artículo 419.

ν Es la relación de Poisson del suelo, aproximadamente igual a 0.45.

b Es la dimensión de la base del edificio paralela al eje de rotación.

d Es la dimensión de la base del edificio perpendicular al eje de rotación.

β Parámetro igual a $0.4 + 0.1 d/b$.

Detalles constructivos.- Los detalles de colocación, traslape y anclaje del acero de refuerzo de los diversos miembros estructurales de concreto reforzado, y sus conexiones, se describirán en los planos constructivos mediante dibujos acotados y a escala.

En los planos estructurales de acero se mostrarán todas las conexiones entre miembros, así como la manera como deberán unirse entre sí los elementos que integran perfiles computos o de alma abierta. Cuando se utilicen remaches o tornillos, se indicará su diámetro, número y colocación. Cuando las conexiones sean soldadas, se mostrarán las características completas de la soldadura; estas soldaduras se indicarán utilizando una simbología apropiada, y cuando sea necesario, se complementará la descripción con dibujos acotados y a escala.

En los planos de fabricación de la estructura metálica (también llamados planos de taller) y en los de montaje, se proporcionará la información necesaria para que la estructura se fabrique y monte de manera que se cumplan todos los requisitos indicados en los planos estructurales. Los planos de taller y montaje deben ser aprobados por escrito por el proyectista de la estructura en todos los aspectos relativos a la seguridad de ésta, antes de iniciar la fabricación.

ARTICULO 424. Espectro de pseudoaceleraciones para diseño sísmico

El análisis dinámico modal se hará de acuerdo con las siguientes hipótesis:

1. La estructura se comporta elásticamente.

2. La ordenada del espectro de pseudoaceleraciones para diseño sísmico, a, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, está dada por las siguientes expresiones, donde c es el coeficiente sísmico mostrado en la tabla 422-1.

$$a = a_0 + (c - a_0) T / T_1, \text{ si } T \text{ es menor que } T_1$$

$$a = c; \text{ si } T \text{ está comprendido en el intervalo } T_1 \text{ y } T_2$$

$$a = c (T_2 / T)^r \text{ si } T \text{ es mayor que } T_2$$

donde:

T Es el período natural de vibrar que interesa de la estructura; T, T₁ y T₂ están expresados en segundos, los valores de a₀, T₁ y T₂ y r se muestran en la tabla 424-1.

TABLA 424-1

VALORES DE LOS PARAMETROS a₀, T₁, T₂, y r DE LOS ESPECTROS DE SEUDOACELERACIONES

Zona sísmica	Terreno de cimentación	a ₀	T ₁	T ₂	r
B	I	0.080	0.30	0.80	1/2
	II	0.080	0.50	2.00	/
	III	0.080	0.80	3.30	3
C	I	0.120	0.25	0.67	1
	II	0.120	0.45	1.80	1/2
	III	0.120	0.60	2.90	2
D	I	0.240	0.15	0.55	/
	II	0.240	0.30	1.40	3
	III	0.240	0.45	2.70	1

Para evaluar las fuerzas sísmicas, éstas ordenadas se dividirán entre el factor Q' que será igual al factor de ductilidad Q especificado en el artículo 425, si T es mayor que T₁, e igual a 1 + (Q-1) T/ T₁ en caso contrario.

- En las zonas sísmicas C y D del Estado de Michoacán, se deben considerar para el diseño de la estructura aceleraciones verticales, iguales a 0.50 y 0.75 veces, respectivamente, las aceleraciones horizontales y espectrales.
- Las ordenadas espectrales especificadas ya tienen en cuenta los efectos del amortiguamiento, por lo que, excepto la reducción por ductilidad, no deben sufrir reducciones adicionales a menos que éstas se deriven de estudios específicos aprobados por la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 425. Criterios generales de análisis

Toda construcción que deba diseñarse por sismo, se analizará bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno según las direcciones principales de rigidez de la estructura.

Adicionalmente, en construcciones localizadas en las zonas sísmicas C y D del Estado de Michoacán, se considerará la acción de una componente vertical cuya pseudoaceleración sea igual a 0.5 en la zona C y 0.75 en la zona D, de la mayor pseudoaceleración horizontal de la construcción.

Los efectos sísmicos correspondientes (desplazamiento y elementos mecánicos, se combinarán con los de las fuerzas gravitacionales que se especifican en el Capítulo XXIII.

En edificios, la combinación en cada sección crítica se efectuará sumando vectorialmente los efectos gravitacionales, los de una componente horizontal del movimiento del suelo, los de la componente vertical y, cuando sea significativo, 0.3 de los efectos de la otra componente horizontal.

En el caso de tanques elevados, chimeneas, torres, péndulos invertidos y estructuras semejantes, la combinación en cada sección crítica se obtendrá sumando vectorialmente los efectos gravitacionales, los de una componente horizontal, los de la componente vertical y 0.5 de los efectos de la otra componente horizontal. En la zona B, deberá tomarse en cuenta, la componente vertical del movimiento del suelo,

cuando se analicen estructuras colgantes, techos de grandes claros, volados extensos o muy pesados y estructuras semejantes. Se supondrá que la componente vertical es igual a 0.25 de la mayor comúnmente horizontal del movimiento del suelo.

En todos los casos se diseñará de acuerdo con la combinación más desfavorable, asignando a los efectos sísmicos en el sentido más desfavorable.

El análisis de los efectos debidos a cada componente horizontal o vertical del movimiento del terreno, deberá satisfacer los siguientes requisitos, con las salvedades que corresponden al método simplificado de análisis:

- I. La influencia de las fuerzas sísmicas se analizará tomando en cuenta los desplazamientos horizontales y verticales que sean significativos, los giros de todos los elementos integrantes de la estructura, así como la continuidad y rigidez de los mismos. En particular se considerarán los efectos de inercia rotacional de las estructuras semejantes a péndulos invertidos.
- II. Deberán tomarse en cuenta efectos de segundo orden cuando la deformación lateral total de un entrepiso dividida entre su altura medida piso a piso, sea mayor que 0.08 veces la relación entre la fuerza cortante del entrepiso y las fuerzas verticales debidas a acciones permanentes y variables que obren encima del piso considerado. Se entenderá por análisis de segundo orden, aquél que suministra elementos mecánicos y deformaciones, teniendo en cuenta la contribución de la acción de las fuerzas actuantes sobre la estructura deformada.
- III. En las estructuras metálicas revestidas de concreto reforzado, se podrá considerar la acción combinada de estos materiales en el cálculo de resistencias y rigideces, cuando se asegure el trabajo combinado de las secciones compuestas.
- IV. Se revisará la estabilidad de la cimentación. Se supondrá que no obran tensiones entre las subestructuras y el terreno. Se podrán admitir tensiones entre la subestructura y elementos tales como pilotes y pilas, siempre que estos elementos estén específicamente diseñados para resistir dichas tensiones. Se pondrá especial cuidado en analizar la posibilidad de licuación de terrenos de cimentación, constituidos por arenas uniformes, finas y saturadas, así como la posibilidad de colapso de los depósitos eólicos que poseen peso volumétrico bajo y límite líquido reducido.

V. Se verificará que las deformaciones de los sistemas estructurales, incluyendo los 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.

VI. 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; así mismo, se revisará que las esquinas del marco sean capaces de resistir los esfuerzos causados por los empujes que sobre ellos ejercen los tableros de mampostería.

En este tipo de marcos se vigilará que el esfuerzo cortante en la mampostería, no exceda el valor permisible especificado en el Capítulo XXVI. De excederse éste, será necesario añadir diagonales de concreto reforzado o de acero estructural.

VII. 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.

VIII. El sistema de apoyo de las escaleras debe diseñarse de manera que no interfieran con el desplazamiento lateral relativo de dos pisos consecutivos.

IX. Para el diseño de todo elemento estructural que contribuya en más del 20% a la capacidad total en fuerza cortante, momento torsionante o momento de volteo de un entrepiso dado, se adoptará un factor de carga 20% superior al que le correspondería, de acuerdo con el artículo 258.

X. En las estructuras cuyas capacidades o relaciones fuerza deformación sean diferentes para cada sentido analizado, se aplicará algún procedimiento de diseño que tome en cuenta la forma en que tal diferencia afecte los requisitos de ductilidad del conjunto.

XI. En el caso de estructuras especiales, tales como cascarones, silos, etc., que deben analizarse por métodos más refinados por quedar fuera de las limitaciones que fija este Reglamento, se aplicarán métodos de análisis y diseño sísmico aprobados por la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 426. Elección del tipo de análisis

Las construcciones con altura menor de 15 m. podrán analizarse de acuerdo con el método estático a que se refiere el inciso B de este artículo o con los métodos dinámicos mencionados en el inciso C. En las construcciones con altura superior a 15 m. deberá emplearse invariablemente el análisis dinámico del inciso C.

El método simplificado a que se refiere el inciso A de este artículo, será aplicable al análisis de estructuras del Tipo 1, cuando se cumplan simultáneamente los siguientes requisitos:

- I. En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas de concreto reforzado. Dichos muros deberán ser de concreto, de mampostería de piezas macizas o de mampostería de piezas huecas que satisfagan las condiciones del Capítulo XXVI.
- II. En cada nivel y según cada dirección principal de rigidez, existirán al menos dos muros perimetrales de carga paralelos o que formen entre sí un ángulo no mayor de 20°, estando cada muro ligado por las losas antes citadas en una longitud de por lo menos el 50% de la dimensión del edificio, medida en la dirección de los muros.
- III. La relación entre longitud y anchura de la planta del edificio no excederá de 2.0, a menos que, para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dividida dicha planta en porciones independientes cuya relación entre longitud y anchura satisfaga esta restricción y cada porción resista según el criterio que marca el inciso (T) de este artículo.
- IV. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5, y la altura del edificio no excederá de 13 m.

A.- Método simplificado de análisis

Para aplicar este método, se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Se verificará que en cada piso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectadas en la dirección en que se considera la aceleración del terreno, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho piso. La fuerza cortante se calculará según se especifica en el párrafo 1 del inciso B de este artículo, pero empleando los coeficientes sísmicos reducidos que se muestran en la tabla 426-1, debiéndose verificar por lo menos dos direcciones ortogonales.

En este cálculo, la capacidad a fuerza cortante de los muros debe calcularse tomando en cuenta la presencia simultánea de las cargas gravitacionales y de la componente vertical del movimiento del terreno en su caso. Tratándose de muros cuya relación entre altura de pisos consecutivos, h , y la longitud, L , exceda de 1.33, la resistencia se reducirá con el coeficiente $(1.33 L/h)^2$

B.- Método estático de análisis

El análisis estático de los efectos inducidos por la componente horizontal del movimiento del terreno se hará, de la siguiente manera:

1. Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles del edificio, se supondrá un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas de cada piso. Cada una de estas fuerzas se tomará igual al peso del nivel que corresponde multiplicado por un coeficiente proporcional a la altura del piso sobre el desplante (o nivel a partir del cual los desplazamientos laterales pueden ser significativos), sin incluir tanques, apéndices u otros elementos cuya estructuración difiera radicalmente del resto de la misma. El factor de proporcionalidad se tomará de tal manera que la relación fuerza cortante a peso del edificio V/w en la base sea igual a C/Q pero no menor que a , siendo Q el factor de ductilidad que se define en el artículo 423 de este Reglamento y C es el coeficiente sísmico de la tabla 422.
2. Al calcular el cociente V/w se tendrán en cuenta los pesos de tanques, apéndices y otros elementos cuya estructuración difiera radicalmente del resto de la estructura y las fuerzas laterales asociadas a ellos, calculadas según se especifica en el inciso 5 de este artículo.
3. Podrán adoptarse fuerzas cortantes menores que las calculadas según el inciso anterior, siempre y cuando se tome en cuenta el valor aproximado del período fundamental de la estructura, de acuerdo con lo siguiente:

- a) El período fundamental de vibración T se tomará igual a:

$$T = 6.3 \left(\frac{\sum w_i x_i^2}{g \sum P_i x_i} \right)^{1/2}$$

donde:

w_i . Es el peso del nivel i -ésimo.

Pi Es la fuerza horizontal que actúa en cada nivel de acuerdo con el inciso 1.

X Es el desplazamiento horizontal en la dirección de la fuerza Pi

g Es la aceleración de la gravedad.

b) Si el período T está comprendido en el intervalo [T1, T2] no se hará reducción por concepto de influencia del período de vibrar.

c) Si T es mayor que T-^ se procederá como en el inciso 1, pero de tal manera que cada una de las fuerzas laterales se tome igual al peso del nivel que corresponde multiplicado por un coeficiente igual a:

$$(k_1 * h_i + k_2 h_i^2) C / Q$$

Siendo:

$$k_1 = q [1 - r(1-q)] \frac{\sum w_i}{\sum w_i} h_i$$

$$k_2 = 1.5 r q (1-q) \frac{\sum w_i}{\sum w_i} h_i^2$$

$$q = (T_2 / T)^f$$

hi = Altura del piso i-esimo sobre el desplante.

d) Si T es menor que T1 se procederá como en el inciso 1, pero de tal manera que el cociente V / w en la base sea igual a:

$$\frac{a_0 + (c - a_0) \frac{T}{T_1}}{Q'}$$

4. En el análisis de estructuras semejantes a péndulos invertidos (estructuras con más del 50% de su masa situada en su extremo superior y tengan un solo elemento resistente en la dirección del análisis), además de la fuerza lateral estipulada se tendrán en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior asociadas al giro de dicha masa con respecto a un eje horizontal normal a la dirección del análisis y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente. El efecto de dichas aceleraciones verticales es equivalente a un par aplicado en el extremo superior del elemento resistente cuyo valor es:

$$1.5 V r o^2 A / x$$

Siendo:

V Es la fuerza lateral actuante sobre la masa.

ro Es el radio de giro de dicha masa respecto del eje horizontal en cuestión.

A Es el giro del extremo superior del elemento resistente bajo la acción de la fuerza lateral.

x Es el desplazamiento lateral de dicho extremo.

Quando el análisis estático se lleve de acuerdo con el inciso 2, el divisor Q' definido en el artículo 423 del Reglamento, se calculará de acuerdo con lo especificado en el artículo 424.

5. Para valuar las fuerzas sísmicas laterales que obran en tanques, apéndices y demás elementos cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto de la construcción, se supondrá actuando sobre el elemento en cuestión la misma distribución de aceleraciones que le correspondería si se apoya directamente sobre el terreno, multiplicada por (C' + a o) / a o, donde C ' es el factor por el que se multiplican los pesos a la altura de apoyo del elemento cuando se valúan las fuerzas laterales de la construcción. Se incluyen en este requisito los parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos, escaleras, tanques, tinacos y otros apéndices semejantes.

Se incluyen, asimismo, los elementos sujetos a esfuerzos que dependen principalmente de su propia aceleración (no de la fuerza cortante ni del momento de volteo), como las losas que transmiten fuerzas de inercia de las masas que soportan.

6. El momento de volteo para cada marco o grupo de elementos resistentes en un nivel dado, podrá reducirse con el factor 0.8 + 0.2 hi / h. Sin embargo, el momento de volteo no podrá ser menor que el producto de la fuerza cortante en el nivel considerado, multiplicada por su distancia al centro de gravedad de la parte de la construcción que se encuentre por arriba de dicho nivel.

En péndulos invertidos no se permite reducción de momento de volteo.

7. La excentricidad torsional calculada en cada nivel, se tendrá como la distancia desde el centro de torsión

del nivel estudiado a la fuerza cortante correspondiente.

Para fines de diseño, el momento torsionante se tomará igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicada por la excentricidad que para cada marco resulte más desfavorable de las siguientes :

$$(1.5 e_s + 0.10 b) \leq 0.2 b$$

$$e_s - 0.10 b$$

donde:

- es Es la excentricidad torsional calculada como se describía más arriba.
- b Es la máxima dimensión en planta de dicho entrepiso medida perpendicularmente a la dirección del movimiento del terreno.

No se permitirán estructuraciones cuya excentricidad de diseño exceda de la quinta parte de la máxima dimensión en planta, del entrepiso considerado.

C.- Métodos dinámicos de análisis

Se aceptan como métodos de análisis dinámicos, al análisis modal y al cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos.

Si se usa el análisis modal, deberá incluirse el efecto de todos los modos naturales de vibración con período mayor o igual que 0.4 segundos, pero en ningún caso podrán considerarse menos de tres modos. Puede desprejarse el efecto dinámico torsional de excentricidades estáticas. El efecto de dichas excentricidades estáticas y de la excentricidad accidental se calculará como lo especifica el párrafo 7 del inciso B correspondiente al análisis estático.

Para calcular la participación de cada modo natural en las fuerzas laterales actuando sobre la estructura, se utilizarán las aceleraciones espectrales de diseño especificadas en el artículo 424 de este Reglamento, incluyendo la reducción por ductilidad que ahí mismo se señala. Esta reducción no será aplicable para el cálculo de desplazamientos laterales.

Las respuestas modales R (donde R. puede ser la fuerza cortante lateral, el momento de volteo, etc.), se combinarán con la fórmula:

$$R = \sqrt{R_i^2}$$

Salvo en los casos en que el cálculo de los modos de vibración se haya tomado en cuenta los grados de libertad

torsionales o los debidos a la deformación de apéndices. En estos casos, las respuestas modales se combinarán con un procedimiento aprobado por la Oficina de Urbanística Municipal.

Si se emplea el método de cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos, podrá acudirse a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados, o a combinaciones de éstos, siempre que se usen no menos de cuatro movimientos representativos, independientes entre sí, cuyas magnitudes sean compatibles con el riesgo sísmico del sitio. Para construcciones del grupo B se tomará como intensidad de diseño a la aceleración y velocidad máxima del terreno que tengan, un período de retorno de setenta años. Para construcciones del grupo A, la intensidad del diseño tendrá un período de retorno de doscientos años. Además, los acelerogramas empleados deben haberse registrado en terrenos similares al terreno de cimentación de la construcción propuesta. El análisis debe tomar en cuenta el amortiguamiento y comportamiento no lineal de la estructura y la incertidumbre que haya en cuanto a sus parámetros mecánicos.

ARTICULO 427. Desplazamientos laterales

El desplazamiento horizontal de un entrepiso respecto del inmediato inferior, debido a la fuerza cortante sísmica, no excederá de 0.006 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, el límite en cuestión podrá tomarse igual a 0.010.

ARTICULO 428. Precauciones contra rotura de vidrios

En fachadas interiores y exteriores, los vidrios desentonas se colocarán en sus marcos dejando en rededor de cada panel una holgura de cuando menos la mitad del desplazamiento horizontal relativo entre sus extremos, calculado a partir de la deformación por fuerza cortante del entrepiso y dividido entre $(1 + H/B)$ donde B es la base y H es la altura del tablero de vidrio de que se trate.

Esta precaución podrá omitirse cuando los marcos de las ventanas estén ligados a la estructura de tal manera que sus desplazamientos horizontales no les afecten.

ARTICULO 429. Prevención contra choques con estructuras vecinas

Toda nueva construcción debe separarse de sus linderos un mínimo de 5 cm., pero no menos de 0.006, 0.007 y 0.008 de su altura, en terrenos de cimentación Tipo I, II y III,

respectivamente, ni menos que el desplazamiento horizontal máximo en cada nivel calculado con la fórmula:

$$D = D_t + \alpha h$$

donde:

D_t Es el desplazamiento horizontal calculado.

h Es la altura del nivel sobre el terreno.

α 0.0010, 0.0015 o 0.0020 para terreno de cimentación Tipo I, II o III, respectivamente.

Para las juntas de dilatación de una misma construcción registrará el mismo criterio que para los linderos de colindancia, a menos que se tomen precauciones especiales para evitar daños por choques.

ARTICULO 430. Tanques de almacenamiento de fluidos

En el diseño de tanques de almacenamiento de líquidos, deberán tomarse en cuenta las presiones hidrodinámicas y las oscilaciones del fluido almacenado, así como los momentos que obran en el fondo del recipiente.

De acuerdo con la estructura que los soporte, se adoptarán los valores de Q que se fijan en el artículo 423 de este Reglamento, para construcciones del Tipo 1 y los criterios de Análisis Estático del artículo 426.

ARTICULO 432. Otras estructuras

El análisis y diseño de las estructuras que no puedan clasificarse en algunos de los tipos descritos en este Capítulo, se hará de manera congruente con lo que marca el presente Reglamento para los tipos aquí tratados, previa aprobación de la Oficina de Urbanística Municipal.

ARTICULO 433. Estructuras dañadas

Cuando un sismo dañe una construcción, se procederá de la siguiente manera:

1. Si los daños que afectan a la construcción, son menores y no afectan a la estructura, deberá procederse a reparar y reforzar los elementos dañados, de modo de restituir por lo menos su resistencia original.
2. Si los daños sí afectan a la estructura, deberá hacerse un estudio de reparación y refuerzo, indicando los procedimientos o sistemas constructivos que

permitan integrar dichos refuerzos en el comportamiento general de la estructura. La estructura reparada debe satisfacer los requisitos del presente Reglamento.

3. Las reparaciones indicadas en los incisos 1 y 2 de este artículo, deben ser aprobadas por la Oficina de Urbanística Municipal.
4. Si se repara la construcción contraviniendo este artículo, la Oficina de Urbanística Municipal podrá ordenar la demolición de la obra de reparación.

ARTICULO 434. Supervisión permanente, cambio de destino e instrumentación

- a) Supervisión permanente.

En las construcciones del grupo B con más de 13 metros de altura total, más de 1,000 metros cuadrados de área cubierta total o claros iguales o superiores a 5.00 m., así como en todas las construcciones del grupo A, la supervisión estará a cargo de un Ingeniero Civil o un Arquitecto titulado, autorizados por la Oficina de Urbanística Municipal como director responsable de obra.

El responsable de la supervisión dará fe por escrito, en la bitácora autorizada de la construcción, del cumplimiento de los requisitos del proyecto estructural. Cualquier desviación de las características de la construcción con respecto a lo estipulado en los planos arquitectónicos, estructurales o de instalaciones del proyecto, debe contar con la aprobación previa, por escrito, del responsable del proyecto estructural.

- b) Cambio de destino.

Solamente se permitirá cambiar el uso a que se destina una construcción, previo el dictamen de un director responsable de obra ante la Oficina de Urbanística Municipal, cuando se demuestre que la construcción no queda en condiciones menos favorables que las correspondientes al uso original a que estaba destinada.

- c) Instrumentación.

En todo edificio de más de 10 pisos, o más de 5,000 m² cubiertos, será obligatorio para el propietario adquirir dos acelerógrafos de movimiento fuerte de tres componentes cada uno, para ser instalados en el nivel basal y en el inmediatamente inferior al techo.

Las normas de calidad, instalación, operación y mantenimiento de los acelerógrafos, será hecha por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La instalación de estos aparatos es requisito previo para la autorización de uso del inmueble por parte de la Oficina de Urbanística Municipal.

CAPITULO XXXII

FACHADAS Y RECUBRIMIENTOS

ARTICULO 435. Generalidades

Todo elemento que forme parte de una fachada y todo recubrimiento empleado para su terminación o acabado deberá colocarse fijándolo a la estructura del edificio, en tal forma que se eviten desprendimientos. Los recubrimientos en pisos, muros y plafones deberán colocarse en forma adecuada y sin alterar importantemente las cargas de proyecto.

ARTICULO 436. Materiales Pétreos

La fachada de sillares deberá construirse en forma que cada hilera asiente firmemente sobre la inmediata inferior. Deberá preverse un corte que asegure la liga de los diversos sillares entre sí.

En fachadas recubiertas con placas de materiales pétreos naturales o artificiales, se cuidará la sujeción de éstas a la estructura del edificio. En alturas mayores de diez metros o en todos aquellos casos en que sea necesario por las dimensiones, peso o falta de rugosidad de las placas, éstas se fijarán mediante grapas de metales inoxidable que proporcionen el anclaje necesario.

En todo caso se dejarán anclajes y juntas de construcción adecuadas, tanto verticales como horizontales, para evitar desprendimientos del recubrimiento debidos a movimientos de la estructura por asentamiento, viento o sismo. Tales juntas deberán ser capaces de neutralizar expansiones o contracciones que sufra el material por cambios de temperatura.

Se tomarán las medidas que eviten la penetración de agua a través de revestimiento.

ARTICULO 437. Aplanados

Todo aplanado de mezcla o pasta se ejecutará en forma que se eviten desprendimientos del mismo, así como la formación de huecos y grietas importantes. Los aplanados se aplicarán sobre superficies rugosas previamente humedecidas o bien usando los dispositivos de anclaje para lograr una correcta

adherencia. Ningún aplanado tendrá un espesor mayor que tres centímetros.

ARTICULO 438. Herrería

La herrería se fijará sin perjudicar la estructura del edificio en forma que se eviten desprendimientos totales o parciales de la misma.

La herrería se proyectará y colocará en forma que los posibles movimientos de la construcción no la dañen.

Los vidrios o cristales deberán colocarse tomando en cuenta las dilataciones y contracciones ocasionadas por cambio de temperatura. Los asientos y selladores empleados en la colocación de piezas mayores de uno y medio metros cuadrados deberán neutralizar tales deformaciones o las ocasionadas por viento o sismo y deberán conservar su elasticidad a través del tiempo.

CAPITULO XXXIII

PRUEBAS DE CARGA

ARTICULO 439. Generalidades

Se requiere efectuar pruebas de carga de estructuras en los siguientes casos:

- a) En edificios clasificados como pertenecientes al grupo "A" referente a diseño sísmico.
- b) Cuando lo exija la Oficina de Urbanística Municipal.

Las pruebas de carga en estructuras de concreto reforzado no necesitarán llevarse a cabo antes de los cincuenta y seis días siguientes a la fecha de colado.

ARTICULO 440. Procedimientos

Salvo que la Oficina de Urbanística Municipal solicite específicamente otro tipo de prueba, se adoptará el siguiente procedimiento: La estructura se someterá a una sobrecarga que sumada a las cargas existentes, como peso propio, dé una carga total igual a vez y media la carga total de diseño. La sobrecarga se dejará sobre la estructura no menos de veinticuatro horas y se medirán deflexiones en puntos adecuados.

Si veinticuatro horas después de quitar la sobrecarga la estructura no muestra una recuperación mínima del setenta y cinco por ciento de sus deflexiones, se repetirá la prueba. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de setenta y dos horas de haberse terminado la primera.

Se considerará que la estructura ha fallado, si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza en veinticuatro horas el setenta y cinco por ciento de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba. Si la estructura pasa la prueba de carga y como consecuencia de ella se observan signos de debilidad, tales como agrietamientos excesivos deberá repararse localmente y reforzarse.

Podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aún si la recuperación de las flechas no alcanza el setenta y cinco por ciento, siempre y cuando la flecha máxima no exceda dos milímetros o $L/20,000$ h, donde L es el claro libre del miembro que se ensaye y h su peralte total en las mismas unidades; en voladizos se tomará L como el doble del claro libre.

En caso de no pasar la prueba deberá presentarse a la Oficina de Urbanística Municipal un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes y una vez realizadas estas modificaciones, se verificará nuevamente la prueba de carga.

En todo caso se colocarán elementos capaces de soportar toda la estructura dejando un espacio apropiado entre ellos y ésta.

TITULO QUINTO

USO Y CONSERVACIÓN DE PREDIOS Y EDIFICIOS

CAPITULO XXXIV GENERALIDADES

ARTICULO 441.- Predios

Los propietarios de los predios tienen obligación de mantenerlos en buenas condiciones de aspecto e higiene, así como evitar que se conviertan en un lugar de molestia o peligro para los vecinos o transeúntes.

Los terrenos deberán estar drenados adecuadamente se permitirá el depósito de escombros o basura. Deberán estar cercados.

ARTICULO 442. Edificios

Los propietarios de edificaciones tienen obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad e higiene.

Las fachadas deberán conservarse aseadas y pintadas en su caso. Otros elementos, como marquesinas, cortinas de toldos y similares se conservarán siempre aseados y en buen estado.

ARTICULO 443. Instalaciones

Las instalaciones mecánicas, eléctricas, hidráulicas y de gas, deberán conservarse en buenas condiciones de servicio y seguridad.

CAPITULO XXXV

EDIFICACIONES PELIGROSAS O RUINOSAS

ARTICULO 444. Licencia

Para efectuar obras de reparación, aseguramiento o demolición de edificaciones peligrosas o ruinosas, se requiere de licencia de la Oficina de Urbanística Municipal. A la solicitud relativa se acompañará una memoria en que se especifique el procedimiento que se vaya a emplear. Si se trata de obras urgentes, la licencia se concederá con preferencia a las que no lo sean.

ARTICULO 445. Ordenes de reparación o demolición

Cuando la Oficina de Urbanística Municipal tenga conocimiento de que una edificación, estructura o instalación presente algún peligro para las personas o los bienes, ordenará con la urgencia que el caso requiera al propietario de aquéllas, que haga las reparaciones, obras o demoliciones que sean necesarias conforme al dictamen técnico, precisando el peligro de que se trate.

ARTICULO 446. Inconformidad del Propietario

En caso de que el propietario no esté conforme con la orden a que se refiere el artículo anterior, será oído en defensa, a cuyo efecto podrá promover la reconsideración de la orden ante la Oficina de Urbanística Municipal, dentro de los tres días siguientes a la fecha de su notificación, mediante escrito al que deberá acompañar dictamen de algún ingeniero o arquitecto registrado como director responsable de la Oficina de Urbanística Municipal resolverá en forma definitiva si ratifica, modifica o revoca la orden, sin perjuicio de tomar las medidas de carácter urgente que sean indispensables en caso de peligro grave o inminente.

ARTICULO 447. Aviso de terminación

Al concluir las obras de trabajo que se hayan autorizado u ordenado, el propietario o el director responsable de la obra, dará aviso a la Oficina de Urbanística Municipal, la que verificará si son suficientes y determinará en su caso lo que sea necesario corregir o completar.

ARTICULO 448. Ejecución de trabajo por la oficina de urbanística municipal

En caso de que el propietario no cumpla las órdenes que se le den conforme a los artículos 445 y 446 dentro del plazo

que se señala, la Oficina de Urbanística Municipal estará facultada para ejecutar a costa del propietario las reparaciones, obras o demoliciones que hayan ordenado y para tomar las demás medidas que sean necesarias para hacer desaparecer todo peligro.

ARTICULO 449. Pago de reparaciones

Si el propietario no efectúa voluntariamente el pago del costo de las obras o trabajos ejecutados conforme al artículo precedente por la Oficina de Urbanística Municipal, dicho pago podrá hacerse efectivo por la Tesorería Municipal mediante el procedimiento fiscal, o por la Tesorería General del Estado.

ARTICULO 450. Desocupación

Cuando sea necesario, conforme a un dictamen técnico, la desocupación total o parcial de un edificio o de una localidad para llevar a cabo con la licencia o por orden de la Oficina de Urbanística Municipal, alguna de las obras o trabajos de que trata el presente Capítulo, por ser peligrosa para los ocupantes su permanencia en dicho lugar, la Oficina de Urbanística Municipal podrá ordenar la desocupación temporalmente, mientras se realiza la obra o trabajo de que se trate, o definitivamente si se tiene que demoler por completo la construcción peligrosa.

ARTICULO 451. Inconformidad del ocupante y desalojo administrativo

En caso de inconformidad del ocupante contra la orden de desocupación a que se refiere el artículo anterior, se le oír en defensa mediante el recurso de reconsideración que podrá interponer por escrito ante la Oficina de Urbanística Municipal, dentro del término de tres días siguientes a la fecha en que se le notifique la orden. A su escrito deberá acompañar dictamen de ingeniero o arquitecto registrado como director responsable de obra. Si se confirma la orden de desocupación, la Oficina de Urbanística Municipal podrá ejecutarla administrativamente, en caso de renuencia del ocupante a cumplirla.

CAPITULO XXXVI **USOS PELIGROSOS O MALSANOS**

ARTICULO 452. Permisos

La Oficina de Urbanística Municipal, no autorizará el uso de edificios, estructuras y terrenos peligrosos, insalubres o molestos, dentro de las zonas habitacionales, comerciales u otras, en las que se considere inconveniente dicho uso.

Sólo podrá permitir su uso, en los lugares reservados para

ellos, conforme a la zonificación aprobada, o en otros lugares en que no haya impedimento y siempre que se tomen las medidas de protección adecuadas.

Si el uso implica peligro de incendio, al autorizar dicho uso, la Oficina de Urbanística Municipal determinará las adaptaciones, instalaciones o medidas preventivas de incendio que sean necesarias y se observarán las indicaciones que haga el Cuerpo de Bomberos.

ARTICULO 453. Uso indebido

Cuando en una zona de las mencionadas en el artículo anterior, una edificación o un predio se utilice total o parcialmente para algún uso que origine peligro, insalubridad o molestias, la Oficina de Urbanística Municipal ordenará con base en un dictamen técnico, la desocupación del inmueble o la ejecución de las obras, adaptaciones, instalaciones u otros trabajos que sean necesarios para hacer cesar dichos inconvenientes, dentro del plazo que para ello señale. Lo mismo se observará respecto a usos insalubres o peligrosos en zonas industriales.

Si vencido el plazo no se cumpliere la orden, la Oficina de Urbanística Municipal podrá llevar a cabo administrativamente y a costa del interesado la desocupación de las obras o trabajos ordenados, o clausurar la localidad hasta que se cumpla su orden.

ARTICULO 454. Inconformidad del interesado

Dentro de los cinco días siguientes a la fecha en que se reciba la orden a que se refiere el artículo anterior, el interesado podrá solicitar por escrito su reconsideración, presentando dictamen de un técnico en la materia de que se trate, que tenga título registrado en la Dirección General de Profesiones.

En caso de suma urgencia, la Oficina de Urbanística Municipal tomará las medidas que sean indispensables para evitar peligros graves mientras se tramita la solicitud de reconsideración.

La Oficina de Urbanística Municipal, después de haber oído en defensa al interesado en la forma ya indicada, dictará la resolución que estime procedente y en caso de incumplimiento de la misma, podrá ejecutarla administrativamente como se dispone en el último párrafo del artículo 452.

ARTICULO 455. Reembolso

Si no fueren reembolsados por el interesado en el plazo que se le fije, los gastos efectuados por la Oficina de Urbanística

Municipal para ejecutar su orden o resolución en los casos previstos en los artículos 453 y 454, podrán hacerse efectivos por la Tesorería Municipal o en su caso por la Tesorería General del Estado.

ARTICULO 456. Usos peligrosos, insalubres o molestos

Para los efectos previstos en el presente Capítulo serán considerados como usos que originan peligro, insalubridad o molestias entre otros, los siguientes:

- I. Producción, almacenamiento, depósito, venta o manejo de sustancias o de objetos tóxicos, explosivos, inflamables o de fácil combustión.
- II. Excavación de terrenos, depósitos de escombros o basuras, exceso o mala aplicación de cargas a las construcciones.
- III. Los que produzcan humedad, salinidad, corrosión, gases, humo, polvo, emanaciones, ruidos, trepidaciones, cambios sensibles de temperatura, malos olores u otros efectos perjudiciales o molestos para las personas o que puedan causar daño a las propiedades.
- IV. Los demás que establece el Código Sanitario y los Reglamentos respectivos.

TITULO SEXTO
DISPOSICIONES DIVERSAS

CAPITULO XXXVII
DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA

ARTICULO 457. Definición

Directores responsables de obras, son los ingenieros o arquitectos responsables ante la Oficina de urbanística Municipal, de la observancia de este Reglamento, en las obras para las cuales se les concede licencia.

ARTICULO 458. Requisitos

Para ser director responsable de obra, se necesitarán los siguientes requisitos:

- I. Ser ciudadano mexicano, o si es extranjero que acredite su residencia oficial en el país.
- II. Tener título de Ingeniero o Arquitecto y Cédula Profesional de Registro del mismo en la Dirección General de Profesiones.

- III. Existirá el cargo de auxiliar de director responsable de obra, ocupado por los técnicos profesionales en construcción titulados.

Al obtener un título profesional de arquitecto, ingeniero, médico, abogado o de cualquier otra actividad, quiere decir que se tiene la capacidad para desarrollarla, por lo tanto no es lógico que se les exija esa practica profesional.

ARTICULO 459. Clasificación

Se clasificará a los directores responsables de obras en dos grupos:

- I. El primer grupo se integrará con ingenieros civiles o arquitectos. Podrán solicitar licencia para toda clase de obras.
- II. El segundo grupo se integrará con los ingenieros civiles y arquitectos que no tengan la práctica fijada en el artículo 458; podrán ser admitidos provisionalmente en este grupo, desde la fecha de expedición de su Cédula Profesional. Los directores de este grupo podrán suscribir solicitudes para obras título y para aquéllas, que aún cuando no sean de esa especialidad, tengan las siguientes características:
 - a) La suma de superficies construidas no excederá de doscientos metros cuadrados en total, en un mismo predio.
 - b) La estructura será a base de muros de carga.
 - c) Los claros de estructuras no excederán de cuatro metros.
 - d) Los voladizos no serán mayores de un metro.
 - e) La altura de la construcción incluyendo los servicios, no excederá de los diez metros sobre el nivel de la banqueta.
 - f) La construcción no tendrá más de tres niveles.
 - g) La estructura no contará con elementos laminares curvos de concreto armado.

ARTICULO 460. Comisión de Admisión de Directores Responsables

La comisión de admisión de directores de obra estará integrado por tres representantes de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de la ciudad, un regidor de

la Comisión de Urbanística y Obras Públicas, el Jefe de la Oficina de Urbanística Municipal y el Presidente Municipal.

Las agrupaciones de profesionales presentarán anualmente durante el mes de octubre, sus representantes propietarios y suplentes a la Comisión; dichos representantes podrán ser reelectos si así se estima conveniente, por una sola vez.

La Comisión llevará un registro de directores responsables de obra.

En el mes de diciembre de cada año, los nuevos directores responsables registrarán personalmente en la Oficina de la Comisión, su firma y su domicilio para recibir notificaciones.

Los ingenieros y arquitectos deberán registrarse en el Padrón Municipal de Profesionistas capacitados para ser responsables de obras y los requisitos serán los siguientes:

- a) Contar con título profesional que avale los conocimientos para esta materia.
- b) Contar con cédula profesional del Registro Nacional de Profesiones.
- c) Señalar domicilio para notificaciones con Registro Federal de Causantes.
- e) Registrar su firma en el Padrón Municipal de Profesiones del Ayuntamiento.

ARTICULO 461. Vigilancia de obras

El director responsable de obra estará, obligado a vigilar aquellas obras para las que obtuviere licencia y responderá de cualquier violación, de las disposiciones de este Reglamento.

El director será responsable de que en la obra con superficie construida mayor de la especificada para los directores del segundo grupo, exista un libro encuadernado, de las anotaciones que se hagan en el mismo y de que esté a disposición de los inspectores de la Oficina de Urbanística Municipal. El libro deberá contener cuando menos los siguientes datos: Fechas de sus visitas; comienzo de cada etapa; materiales usados en cada elemento de la construcción; procedimientos de la construcción; resultado de los ensayos que especifica este Ordenamiento, señalando la localización en la obra a que corresponde cada espécimen ensayado; cambios ordenados en la ejecución respecto al proyecto y sus causas; incidentes y accidentes; observaciones, órdenes y aprobaciones del director y observaciones de los inspectores de la Oficina de

Urbanística Municipal. Se requerirán ensayos de resistencia de materiales a las obras que, a criterio de la Oficina de Urbanística, sean necesarios.

Estará obligado a visitar las obras en todas las etapas importantes del proceso de construcción, o por lo menos una vez a la semana y firmará en el libro de obra cada vez que la visite, anotando sus observaciones.

Los directores responsables de ferias y aparatos mecánicos, deberán visitarlos diariamente, debiendo tener en la propia feria y a disposición de los inspectores de la Oficina de Urbanística Municipal, un libro encuadernado en que anotarán sus observaciones y órdenes.

La falta de asistencia del Director responsable a las obras, durante cuatro semanas consecutivas, dará lugar a que se sancione y se suspenda la obra hasta que tenga un nuevo director.

ARTICULO 462. Irregularidades

Si la ejecución de la obra no corresponde al proyecto aprobado, salvo cuando las variaciones entre el proyecto aprobado y la obra no cambien sustancialmente las condiciones de estabilidad, destino, aspecto o higiene, se sancionará al director responsable y se suspenderá la obra, debiendo presentarse nuevos planos de lo construido.

ARTICULO 463. Suspensión de nuevas licencias

No se concederán nuevas licencias para obras a los Directores responsables de obra mientras no subsanen la omisión de que se trata en los siguientes casos:

Por no registrar su firma como lo dispone el artículo 460; por no cumplir las órdenes de la Oficina de Urbanística Municipal o por no pagar las multas que les hubieren sido impuestas.

ARTICULO 464. Cancelación de registro

La Oficina de Urbanística Municipal solicitará a la autoridad correspondiente, se retire la autorización a directores de obra, y ésta ordenará la cancelación de su inscripción en el registro, en los siguientes casos:

- I. Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos falsos.
- II. Cuando a juicio de la Oficina de Urbanística Municipal haya cometido varias violaciones graves a este Reglamento.

ARTICULO 465. Letreros

Los directores responsables de obra están obligados a colocar en lugar visible de éstas, un letrero con su nombre, número de registro y número de licencia de la obra.

ARTICULO 466. Director responsable de obra sustituto

Cuando un director tuviere necesidad de abandonar temporal o definitivamente la vigilancia de una obra, deberá comunicarlo a la Oficina de Urbanística Municipal, designando al director que ha de sustituirlo, con consentimiento expreso del propietario y del sustituto.

ARTICULO 467. Cambio de director responsable de obra

Cuando el director responsable de obra no desee seguir dirigiendo una obra o el propietario no desee que continúe dirigiéndola, darán aviso con expresión de motivos a la Oficina de Urbanística Municipal, la que ordenará la inmediata suspensión de aquélla, hasta que se designe nuevo director.

La Oficina de Urbanística Municipal, levantará constancia del estado de avance de la obra hasta la fecha del cambio de director responsable, para determinar las responsabilidades de los directores.

ARTICULO 468. Término de la responsabilidad

El Director responsable de obra responderá por adiciones o modificaciones a las obras, mientras el propietario no haga la manifestación de terminación o el propio director responsable no comunique por escrito a la Oficina de urbanística Municipal, que ha terminado su gestión. Dicha Oficina, ordenará la inspección correspondiente.

CAPITULO XXXVIII
LICENCIAS

ARTICULO 469. Necesidad de licencia

Para ejecutar obras o instalaciones públicas o privadas en la vía pública o en predios de propiedad pública o privada, es necesario obtener licencia de la Oficina de Urbanística Municipal.

Las licencias sólo podrán concederse a directores responsables de obra, salvo los casos previstos en el artículo en que podrán expedirse a propietarios.

ARTICULO 470. Obras sin director

Podrán ejecutarse con licencia expedida al propietario sin responsiva de director, las siguientes obras:

- I. Edificación de una sola pieza con dimensiones máximas de cuatro metros, siempre que en el mismo predio no haya ninguna construcción.
- II. Amarre de cuarteaduras, arreglo o cambio de techos de azotea o entrepisos sobre vigas de madera, cuando en la reparación se emplee el mismo tipo de construcción y siempre que el claro no sea mayor de cuatro metros ni afecten miembros estructurales importantes.
- III. Construcción de bardas interiores o exteriores con altura máxima de dos metros cincuenta centímetros.
- IV. Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros como máximo, en construcciones hasta de dos pisos, si no se afectan elementos estructurales.
- V. Construcción de fosas sépticas o albañales.
- VI. Limpieza, aplanados, pinturas, pisos y rodapiés de fachadas.

ARTICULO 471. Documentos

A la solicitud de licencia se deberán acompañar los siguientes documentos:

- I. Constancia de número oficial.
- II. Constancia de alineamiento vigente.
- III. Dos tantos del plano o croquis de lo que se desea construir.
- IV. Las autorizaciones necesarias de otras dependencias del gobierno, en los términos de las leyes relativas.
- V. Cuando se considere necesario, a juicio de la Oficina Urbanística Municipal, se solicitará la memoria de cálculo.

Además, la Oficina Urbanística Municipal podrá exigir cuando lo juzgue conveniente, la presentación de los cálculos completos para su revisión, y si estos fueren objetados, se suspenderá la obra hasta que se corrijan las deficiencias.

ARTICULO 472. Pagos

Toda licencia causará derechos que serán fijados de acuerdo con las tarifas que estén en vigor.

Si en un plazo de treinta días, la licencia no se expidiere por

falta de pago de los derechos, se considerará desistida la solicitud, no existiendo responsabilidad por parte de la Oficina de Urbanística Municipal, de conservar o devolver la documentación que se hubiese entregado.

ARTICULO 473. Modificaciones del alineamiento

Si entre la expedición de un alineamiento y la presentación de la solicitud de licencia de construcción, se hubiere modificado aquél, el proyecto de construcción deberá ajustarse al nuevo alineamiento.

ARTICULO 474. Vigencia

Las licencias de construcción no tendrán caducidad, mientras no se concluya la construcción que haya sido autorizada.

ARTICULO 475. Modificaciones al proyecto

Para hacer modificaciones al proyecto original, se solicitará licencia presentando el proyecto de reformas por cuadruplicado y copia del proyecto autorizado. Las alteraciones permitidas, no requerirán licencia, excepto que la superficie de construcción exceda a la original, en cuyo caso, se cobrará por la superficie excedente.

ARTICULO 476. División de predios

La Oficina de Urbanística Municipal no expedirá licencia para construir en fracciones o lotes provenientes de división de predios no aprobados por ella. Para que los notarios puedan autorizar escrituras relativas a dichas fracciones o lotes, requerirán que se les exhiba el comprobante de haber sido aprobada la división por la expresada dependencia, y hará mención de él en la escritura, agregándolo al apéndice respectivo.

Las expresadas Oficinas no permitirán la división si cada una de las fracciones o lotes que resulten no tiene por lo menos, la superficie y frente que señala la Ley de Desarrollo Urbano del Estado.

Se exceptúan los casos de remanentes de predios afectados para obras públicas, en que se podrá expedir licencia de construcción para fracciones o lotes cuya superficie sea como mínimo de sesenta metros cuadrados en los de forma rectangular o trapezoidal y de ochenta metros cuadrados en los de forma triangular y siempre que el frente a la vía pública no sea menor de cinco metros.

ARTICULO 477. Tapiales

Siempre que se ejecuten obras de cualquier índole, en la vía pública, o cerca de ésta, se colocarán dispositivos para proteger a las personas de los peligros, y no causar perjuicios a terceros.

Cuando al construir un tapial se invada la acera deberá solicitarse licencia. Corresponde a la Oficina de Urbanística Municipal, determinar cuándo son necesarios, así como las características de los mismos.

ARTICULO 478. Excavaciones

Se requerirá licencia de la Oficina de Urbanística Municipal para todo trabajo de excavación. Si ésta constituye una de las etapas de la construcción, quedará comprendida en la licencia general.

Podrá otorgarse licencia de excavación previa a la licencia general, para profundidades hasta de un metro y con vigencia máxima de cuarenta y cinco días. En cualquier caso se exigirá que los trabajos de excavación se realicen tomando las precauciones y haciendo uso de los dispositivos y recursos que garanticen la seguridad de las personas, así como de las propiedades aledañas.

ARTICULO 479. Instalaciones

Para ocupar la vía pública con instalaciones de servicio público o construcciones provisionales, se necesita licencia de la Oficina de Urbanística Municipal.

Cuando haya necesidad de mover dichas instalaciones o construcciones a causa de la ejecución de obras del Municipio, éste no estará obligado a pagar cantidad alguna.

ARTICULO 480. Planos en la obra

En la obra deberán estar los planos autorizados y copias de las licencias correspondientes.

ARTICULO 481. Excepciones

Las obras que a continuación se enumeran, se exceptúan de la obligación señalada en el artículo 469:

- I. Resanes y aplanados interiores.
- II. Reposición y reparación de pisos sin afectar elementos estructurales.
- III. Pintura interior.

- IV. Reparación de albañales.
- V. Reparación de tuberías de agua o instalaciones sanitarias sin afectar elementos estructurales.
- VI. Colocación de madrinan en techos de madera.
- VII. Obras urgentes para prevención de accidentes, a reserva de dar aviso a la Oficina de Urbanística Municipal dentro de un lapso máximo de setenta y dos horas.
- VIII. Construcción de la primera pieza de carácter provisional hasta de cuatro por cuatro metros, siempre y cuando se respeten los alineamientos y las restricciones del predio.
- IX. Demoliciones sin importancia, hasta de un cuarto aislado de dieciseis metros cuadrados, sin afectar la estabilidad del resto de las construcciones, siempre y cuando no sea dentro de la zona típica.
- X. Divisiones interiores en pisos de despachos o comercios cuyos pesos se han considerado en el diseño estructural.
- XI. Obras sencillas semejantes a las anteriores que no afectan elementos estructurales.

ARTICULO 482. Manifestaciones de terminación de obra

Los propietarios están obligados a dar aviso a la Oficina de Urbanística Municipal de la terminación de las obras, para poder obtener la autorización de uso.

ARTICULO 483. Autorización de uso

No se deberá usar una edificación o parte de ella, sin la respectiva autorización de uso. En todos los fraccionamientos o colonias sin importar su tipo, donde soliciten usos diferentes al habitacional para el que fueron previstos, deberán clasificarse para su aprobación como complementarios a los servicios requeridos, tomándose como incompatibles los que deterioren, contaminen, congestionen o perturben la tranquilidad de los vecinos y los que se consideran en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado.

ARTICULO 484. Registro de obras realizadas sin licencia

Se podrá autorizar el uso de las obras ejecutadas total o parcialmente sin licencia, siempre que el propietario cumpla con lo siguiente:

- I. Presentar constancia del alineamiento y número oficial de la instalación de toma de agua y de la conexión del albañal y el proyecto completo, por cuadruplicado, de la construcción realizada.
- II. Pagar en la Caja de la Tesorería Municipal, el importe de dos tantos de los derechos de las licencias que debió haber obtenido.

Si a juicio de la Oficina de urbanística Municipal la obra amerita modificaciones, las exigirá al propietario, fijándole un plazo para su ejecución de manera que se cumpla con las disposiciones de este Reglamento. El propietario podrá oponerse en inconformidad, fundada su oposición, a la que recaerá el acuerdo correspondiente, de la propia Oficina.

ARTICULO 485. Transportadores mecánicos

Para instalar, modificar o reparar ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte en los edificios, se requiere licencia previa. Quedan excluidas de este requisito las reparaciones menores que no alteren las especificaciones de la instalación, manejo, sistemas eléctricos o de seguridad.

La solicitud de licencia de instalación se acompañará de los datos referentes a la ubicación del edificio en que se haga la instalación y el tipo de servicios en que se utiliza, así como de tres juegos completos de planos y especificaciones proporcionadas por la empresa que fabrique el aparato y de una memoria donde se detalle la reparación o modificación, incluyendo copia de los cálculos que hayan sido necesarios.

Las solicitudes serán suscritas por un ingeniero mecánico electricista registrado como director responsable de obra.

De acuerdo al dimensionamiento de las construcciones, será obligatorio el uso de ascensores.

ARTICULO 486. Autorización de uso de transportadores mecánicos

Terminada la instalación, modificación o reparación de algún mecanismo de transporte y antes de ser puesto en servicio, el director responsable solicitará de la Oficina de urbanística Municipal la autorización de uso, la que se otorgará previa inspección, sin que esto releve de ninguna responsabilidad al director responsable de obra.

La autorización de uso tendrá validez hasta el fin del año en que sea expedida. La solicitud de revalidación para el año siguiente se presentará en el mes de noviembre anterior y

estará suscrita por el director responsable.

ARTICULO 487. Ferias

Para la instalación de ferias con aparatos mecánicos, carpas, puestos de tiro al blanco, etc., se requerirá licencia previa de la Oficina de Urbanística Municipal. La solicitud deberá suscribirla un ingeniero mecánico electricista o ingeniero mecánico registrado como director responsable de obra. Estas licencias podrán cancelarse por causas justificadas.

CAPITULO XXXIX INSPECCION

ARTICULO 488. Vigilancia

La Oficina de Urbanística Municipal podrá inspeccionar las obras con el personal y en las condiciones que juzgue pertinentes.

ARTICULO 489. Atribuciones de los inspectores

Los inspectores, previa identificación, podrán entrar en edificios desocupados o en construcción, en edificios peligrosos y en predios en donde se estén ejecutando obras, para inspeccionarlas.

Los inspectores mediante orden escrita y fundada de la Oficina de Urbanística Municipal podrán entrar en los edificios habitados exclusivamente. Darán el cumplimiento de la orden mencionada.

Los propietarios, representantes directores responsables de obra y los ocupantes de predios, edificios, estructuras y obras en construcción, obras de demolición y cualesquiera otras relacionadas con la construcción, deberán permitir la inspección de las mismas.

ARTICULO 490. Firma

Los inspectores deberán firmar el libro de obra en que se registre el proceso de la misma, anotando fecha de su visita y las observaciones que haga.

ARTICULO 491. Suspensión o demolición de obra

La Oficina de Urbanística Municipal podrá ordenar la inmediata suspensión de trabajos efectuados sin la licencia correspondiente, o sin ajustarse a los planos y especificaciones aprobados por la Oficina de Urbanística Municipal, o de manera defectuosa o con materiales diferentes a los aprobados. La Oficina de Urbanística

Municipal a solicitud del constructor, puede conceder un plazo para corregir las deficiencias que motiven la suspensión. Vencido el plazo sin haberse ejecutado, se ordenará la demolición de lo irregular por cuenta del propietario o del Director responsable de la obra.

ARTICULO 492. Autorización de uso y ocupación

Recibida la manifestación de la terminación de una construcción, la Oficina de Urbanística Municipal, previa inspección, autorizará el uso y ocupación de la misma y relevará al director de la obra, de responsabilidad por modificaciones o adiciones que se le hagan posteriormente sin su intervención.

CAPITULO XL

MEDIOS Y SANCIONES PARA HACER CUMPLIR EL REGLAMENTO

ARTICULO 493.- Se podrá ordenar la suspensión o clausura de las obras, por las siguientes causas:

- I. Por incurrirse en falsedad en los datos consignados en las solicitudes de licencias.
- II. Por omitirse en las solicitudes de licencias la declaración de que el inmueble está sujeto a las disposiciones sobre protección y conservación de Monumentos Arqueológicos e Históricos y lugares de belleza natural.
- III. Por carecerse en la obra del libro que previene el artículo 461 o por emitirse en el mismo los datos necesarios.
- IV. Por ejecutarse sin licencia una obra para la que sea necesaria aquélla.
- V. Por ejecutarse una obra modificando el proyecto, las especificaciones o los procedimientos aprobados.
- VI. Por ejecutarse una obra sin director responsable de la misma, si este requisito es necesario.
- VII. Por ejecutarse sin las debidas precauciones, obras que pongan en peligro la vida o las propiedades de las personas.
- VIII. Por no enviarse oportunamente a la Oficina de Urbanística Municipal los informes y datos que prescribe este Reglamento.

IX. Por impedirse o por obstaculizarse al personal de la Oficina de Urbanística Municipal el cumplimiento de sus funciones.

ARTICULO 494.- La Oficina de Urbanística Municipal podrá imponer multas de 5 a 250 veces el salario mínimo vigente, a los infractores en los siguientes casos:

- I. A los propietarios de las obras en los casos previstos en el artículo 493.
- II. A los directores responsables de obra en los casos mencionados en las fracciones I, III, V, VII, VIII y IX del artículo 493.
- III. A los propietarios de las obras y a los directores responsables de las mismas, cuando cometan las siguientes infracciones:
 - a) No dar aviso a la Oficina de Urbanística Municipal de la suspensión o terminación de las obras.
 - b) Usar indebidamente o sin permiso la vía pública.
 - c) Usar indebidamente o sin permiso los servicios públicos.
- IV. A los propietarios de obras cuando no cumplan las disposiciones sobre conservación de construcciones o predios.
- V. A cualquier infractor, en caso de renuencia, a obedecer una orden fundada o de reincidencia en cualquier infracción.
- VI. En caso de reincidencia se aplicará una multa de 20 a 250 veces el salario mínimo vigente.

ARTICULO 495. Nuevas licencias

No se concederán nuevas licencias para obras a los directores responsables que incurran en omisiones o en infracciones, en tanto no den cumplimiento a las órdenes de la Oficina de Urbanística Municipal y no hayan pagado las multas que se les hubieren impuesto.

En caso de falsedad en los datos consignados en una solicitud de licencia, se suspenderá por seis meses la expedición de nuevas licencias para obras a los directores responsables que hayan incurrido en falsedad. Si reincidieran en esa falta, se les cancelará su registro y no se

les expedirán más licencias.

ARTICULO 496. Recurso

Contra las medidas previstas en este Reglamento y contra las sanciones que imponga la Oficina de Urbanística Municipal en aplicación del mismo, los interesados podrán interponer el recurso de revocación, salvo que en el propio Reglamento esté previsto otro recurso para casos determinados.

El término para la interposición del recurso que se establece en este artículo, será de seis días hábiles que se contarán a partir de la fecha en que se notifique la sanción.

Al escrito en que se interponga el recurso deberán acompañarse todas las pruebas documentales que se tengan y si se promueve alguna otra prueba, como inspección testimonial, pericial o alguna otra, se señalará fecha y hora para su recepción.

Concluidos estos trámites, la Oficina de Urbanística Municipal resolverá lo que proceda.

TRANSITORIOS

ARTICULO I. El presente Reglamento Municipal de Construcción entrará en vigor al siguiente día de su publicación en el Periódico Oficial del Estado, la publicación deberá realizarse dentro de los 10 días siguientes a su aprobación.

ARTICULO II. Serán nulas las disposiciones que contravengan el presente Reglamento .

ARTICULO III. Publíquese y cúmplase.

Aprobado por el H. Ayuntamiento de Sahuayo, Michoacán en el acta N° 34 de sesión ordinaria de Cabildo en el punto número cuatro del orden del día de fecha 30 de Enero del 2003.

El Ejecutivo Municipal dispondrá se publique y observe de conformidad con lo establecido en los artículos 32 inciso C fracción VIII, 49 fracción V, 145 párrafo 2° y 149 de la Ley Orgánica Municipal.

Sahuayo de Morelos, Michoacán de Ocampo 2003.

"SAHUAYO HACIENDO LO MEJOR"

EL C. PRESIDENTE MUNICIPAL.- C. JOSE EDUARDO ANAYA GOMEZ. (Firmado).

PERIODICO OFICIAL DEL ESTADO

**Pino Suárez # 154, Centro Histórico
Tels: 3-12-32-28, 3-17-06-84**

Se informa al público en general que el pago de los servicios de este Organó Oficial, puede realizarse de 9:00 a 13:30 Hs. en cualquiera de las siguientes oficinas.

**BENITO JUAREZ # 179
CENTRO HISTORICO.**

**ORTEGA Y MONTAÑEZ # 290
CENTRO HISTORICO**

**AV. LAZARO CARDENAS # 1016
COL. VENTURA PUENTE.**

**CALZADA VENTURA PUENTE # 112
COL. CHAPULTEPEC NORTE.**

**Para consulta en Internet:
www.michoacan.gob.mx/noticias/p-oficial/index.htm.**