

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DE EMERGENCIA SOBRE CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

ÍNDICE

NOTACIÓN

1. CONSIDERACIONES GENERALES

1.1. Alcance

1.2. Unidades

2. ACCIONES DE DISEÑO

2.1. Tipos de acciones, según su duración

2.2. Intensidades de diseño

2.3. Combinaciones de acciones

3. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1. Estados límite

3.2. Resistencias de diseño

3.2.1. Definición

3.2.2. Determinación de resistencias de diseño

3.3. Condiciones de diseño

3.4. Factores de carga

4. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

4.1. Desplazamientos

4.2. Vibraciones

4.3. Otros estados límite

5. ACCIONES PERMANENTES

5.1. Cargas muertas

5.1.1. Definición y evaluación

5.1.2. Peso muerto de losas de concreto

5.2. Empujes estáticos de tierras y líquidos

6. CARGAS VARIABLES

6.1. Cargas vivas

6.1.1. Definiciones

6.1.2. Disposiciones generales

6.1.3. Cargas vivas transitorias

6.1.4. Cambios de uso

6.2. Cambios de temperatura

6.3. Deformaciones impuestas

6.4. Vibraciones de maquinaria

JUSTIFICACIÓN

Las “Normas Técnicas Complementarias de Emergencia (NTCE)” del Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca, son el resultado de la suma del esfuerzo de colegios de profesionistas, cámaras e instituciones educativas y de investigación, así como de la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable (SINFRA), a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial. Estas NTCE, están dirigidas a todos los Ayuntamientos, constructoras, colegios, cámaras y profesionistas de la construcción y edificación, cuyo cumplimiento o incumplimiento no tendrá por ahora ninguna consecuencia de derecho y tampoco serán consideradas vinculantes para quienes puedan ser sujetos de las mismas, ya que son unilaterales e incoercibles, hasta en tanto no se estipule lo contrario.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016–2022, tiene como objetivo principal mejorar de forma significativa la calidad de vida de las familias oaxaqueñas y heredar a sus nuevas generaciones una plataforma de impulso más sólida, con los elementos necesarios para asegurar un mayor progreso y un mejor porvenir.

Las Normas Técnicas Complementarias de Emergencia surgen como parte de las actividades del Grupo de Trabajo 4 denominado: “Actualización del marco jurídico en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano” del Consejo Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Oaxaca (CEOTDU), presidido por SINFRA e integrado por 35 Consejeros de instituciones gubernamentales, educativas y de investigación, colegios y cámaras de

profesionistas relacionados con la construcción y el desarrollo urbano.

Por otra parte, para la aplicación del Programa Nacional de Reconstrucción (PNR) en el estado de Oaxaca se instaló la Coordinación Estatal para la Reconstrucción (CER) la cual solicitó a la SINFRA la integración y coordinación de una “Mesa Técnica y de Normatividad” para la Reconstrucción en el estado, misma que se integró con los expertos del Grupo de Trabajo 4 del CEOTDU.

La SINFRA es una institución clave para impulsar el desarrollo sostenible de nuestra entidad; por lo cual, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 37 de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca; 2, 7 y demás numerales respectivos del Reglamento Interno de la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable, se permite emitir las siguientes **Normas técnicas complementarias de emergencia del Reglamento de construcción y seguridad estructural para el estado de Oaxaca:**

1. Norma Técnica Complementaria de Emergencia para diseño por sismo.
2. Norma Técnica Complementaria de Emergencia para diseño por viento.
3. Norma Técnica Complementaria de Emergencia para diseño y construcción de cimentaciones.
4. Norma Técnica Complementaria de Emergencia sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.

AGRADECIMIENTOS

La SINFRA reconoce el entusiasmo de los expertos que participaron en la “Mesa Técnica y de Normatividad” para lograr en pocas semanas la revisión, discusión y aprobación de las NTCE. De manera desinteresada apoyaron esta actividad los profesionistas del: Colegio de Ingenieros Civiles de Oaxaca (CICO); Colegio Oaxaqueño de Ingenieros Civiles, Unidos para el Desarrollo del Estado (COIC UNDEO), Colegio de Arquitectos del Estado de Oaxaca (CAEO), Colegio Libre e Independiente de Arquitectos de Oaxaca (CLIAO), Colegio de Urbanistas de Oaxaca, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS), Sociedad Mexicana de Seguridad Estructural (SMSE), Sociedad Mexicana de Ingeniería (SMI), Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Asociación Mexicana de la Industria de la Construcción (AMIC), Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables (AMDROC).

Agradecemos especialmente a los profesionistas que participaron en las reuniones de trabajo para analizar y aprobar las NTCE: Arodi Carballo Bernabé, Carlos Espinoza Castellanos, Cuauhtémoc Hernández Sibaja, Darío Vasconcelos Martínez, Erika Morales García, Ernesto A. López V., Everardo García Mendoza, Humberto Mario Durán Gómez, Jaime Rojas Arellano, Javier Vázquez Ortiz, Jorge Parada Vicente, Juan Alfredo Bautista León, Luis Felguerez Guzmán, Manuel Meza Corres, Porfirio Cruz Cruz, Rafael Jiménez Toledo, Rolando Ortiz Ramos, Romeo E. Ávila García, Romeo Gutiérrez Vásquez, Sergio P. Ríos Aquino, Víctor E. Flores González.

DIRECTORIO

Alejandro I. Murat Hinojosa

Gobernador Constitucional del Estado de Oaxaca

Fabian Sebastián Herrera Villagómez

Secretario de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable y Presidente del CEOTDU.

Fabián Alejandro Vázquez Martínez

Subsecretario de Ordenamiento Territorial y Secretario Técnico del CEOTDU.

Rodolfo Díaz Jiménez

Director de Ordenamiento Territorial y Coordinador de los Grupos de Trabajo del CEOTDU.

NOTACIÓN

- A área tributaria, m^2
- c_t coeficiente de dilatación térmica
- E módulo de elasticidad, MPa (kg/cm^2)
- F_c factor de carga
- W carga viva unitaria media, kN/m^2 (kg/m^2)
- W_a carga viva unitaria instantánea, kN/m^2 (kg/m^2)
- W_m carga viva unitaria máxima, kN/m^2 (kg/m^2)
- Δ_t incremento de temperatura, grad. Kelvin ($^{\circ}C$)
- ν relación de Poisson

1. CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 Alcance

Este documento tiene los siguientes objetivos:

- Definir las acciones que pueden obrar sobre las construcciones, así como sus posibles efectos sobre ellas y la forma de tomarlos en cuenta para fines de diseño estructural.
- Establecer las condiciones de seguridad y de servicio que deberán revisarse al realizar el diseño estructural de una construcción, así como los criterios de aceptación relativos a cada una de dichas condiciones, de manera de satisfacer lo estipulado en el artículo 147 del Reglamento.

- Establecer las combinaciones de acciones que deberán suponerse aplicadas simultáneamente para revisar cada una de las condiciones de seguridad y servicio establecidas de acuerdo con lo que se menciona en el inciso anterior.

1.2 Unidades

Sólo se especifican las unidades en las ecuaciones no homogéneas, cuyos resultados dependen de las unidades en que se expresen. En cada uno de esos casos, se presenta, en primer lugar, la ecuación en términos de unidades del sistema internacional (SI), y en segundo lugar, entre paréntesis, en términos de unidades del sistema métrico decimal usual. Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

2. ACCIONES DE DISEÑO

2.1. Tipos de acciones, según su duración

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

- Las acciones permanentes son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a presfuerzo o a

movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;

b) Las acciones variables son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativa- mente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado; y

c) Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

2.2. Intensidades de diseño

Cuando deba considerarse en el diseño el efecto de acciones cuyas intensidades no estén especificadas en el Reglamento ni en las Normas Técnicas Complementarias de Emergencia, estas intensidades deberán establecerse siguiendo procedimientos aprobados por la Administración y con base en los criterios generales siguientes:

a) Para acciones permanentes se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las otras propiedades relevantes de los materiales, para determinar un valor máximo probable de la intensidad. Cuando el efecto de la acción permanente sea favorable a la estabilidad de la estructura, se determinará un valor mínimo probable de la intensidad;

b) Para acciones variables se determinarán las intensidades siguientes que correspondan a las combinaciones de acciones para las que deba revisarse la estructura:

1) La intensidad máxima se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la edificación. Se empleará para combinación con los efectos de acciones permanentes;

2) La intensidad instantánea se determinará como el valor máximo probable en el lapso en que pueda presentarse una acción accidental, como el sismo, y se empleará para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable;

3) La intensidad media se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para estimar efectos a largo plazo; y

4) La intensidad mínima se empleará cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se tomará, en general, igual a cero.

c) Para las acciones accidentales se considerará como intensidad de diseño el valor que corresponde a un periodo de retorno de cincuenta años.

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

2.3. Combinaciones de acciones

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

a) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables, se considerarán todas las acciones permanentes que actúen sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para la combinación de carga muerta más carga viva, se empleará la intensidad máxima de la carga viva de la sección 6.1, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida, deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea especificada en la mencionada sección; y

b) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables

con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados de acuerdo con la sección 3.4.

c) Los criterios de diseño para cargas de viento y sismo, así como para el de cimentaciones, se presentan en las Normas Técnicas correspondientes. Se aplicarán los factores de carga que se presentan en la sección 3.4.

3. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1 Estados límite

Para fines de aplicación de estas Normas Técnicas, se alcanza un estado límite de comportamiento en una construcción cuando se presenta una combinación de fuerzas, desplazamientos, niveles de fatiga, o varios de ellos, que determina el inicio o la ocurrencia de un modo de comportamiento inaceptable de dicha construcción. De acuerdo con los artículos 148 y 149 del Reglamento, tales estados límite se clasifican en dos grupos: estados límite de falla y estados límite de servicio. Los primeros se refieren a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el desarrollo adecuado de las funciones para las que se haya proyectado la construcción.

3.2 Resistencias de diseño

3.2.1 Definición

Se entenderá por resistencia la magnitud de una acción, o de una combinación de acciones, que provocaría la aparición de un estado límite de falla de la estructura o cuales quiera de sus componentes.

En general, la resistencia se expresará en términos de la fuerza interna, o combinación de fuerzas internas, que corresponden a la capacidad máxima de las secciones críticas de la estructura. Se entenderá por fuerzas internas las fuerzas axiales y cortantes y los momentos de flexión y torsión que actúan en una sección de la estructura.

3.2.2. Determinación de resistencias de diseño

La determinación de la resistencia podrá llevarse a cabo por medio de ensayos diseñados para simular, en modelos físicos de la estructura o de porciones de ella, el efecto de las combinaciones de acciones que deban considerarse de acuerdo con las secciones 3.3 y 3.4.

Cuando se trate de estructuras o elementos estructurales que se produzcan en forma industrializada, los ensayos se harán sobre muestras de la producción o de prototipos. En otros casos, los ensayos podrán efectuarse sobre modelos de la estructura en cuestión.

La selección de las partes de la estructura que se ensayen y del sistema de carga que se aplique deberá hacerse de manera que se obtengan las condiciones más desfavorables que puedan presentarse en la práctica,

tomando en cuenta la interacción con otros elementos estructurales.

Con base en los resultados de los ensayos, se deducirá una resistencia de diseño, tomando en cuenta las posibles diferencias entre las propiedades mecánicas y geométricas medidas en los especímenes ensayados y las que puedan esperarse en las estructuras reales.

El tipo de ensaye, el número de especímenes y el criterio para la determinación de la resistencia de diseño se fijará con base en criterios probabilísticos y deberán ser aprobados por la Administración, la cual podrá exigir una comprobación de la resistencia de la estructura mediante una prueba de carga de acuerdo con el Capítulo XII del Título Sexto del Reglamento.

3.1. Condiciones de diseño

Se revisará que para las distintas combinaciones de acciones especificadas en la sección 2.3 y para cualquier estado límite de falla posible, la resistencia de diseño sea mayor o igual al efecto de las acciones que intervengan en la combinación de cargas en estudio, multiplicado por los factores de carga correspondientes, según lo especificado en la sección 3.4.

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

3.2. Factores de carga

Para determinar el factor de carga, FC, se aplicarán las reglas siguientes:

a) Para combinaciones de acciones clasificadas en el inciso 2.3.a, se aplicará un factor de carga de 1.4.

Cuando se trate de edificaciones del Grupo A, el factor de carga para este tipo de combinación se tomará igual a 1.5;

b) Para combinaciones de acciones clasificadas en el inciso 2.3.b, se tomará un factor de carga de 1.1 aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación;

c) Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se tomará igual a 0.9; además, se tomará como intensidad de la acción el valor mínimo probable de acuerdo con la sección 2.2; y

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

4. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

4.1. Desplazamientos

En las edificaciones comunes sujetas a acciones permanentes o variables, la revisión del estado límite de desplazamientos se cumplirá si se verifica que no exceden los valores siguientes:

a) Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 5 mm; además, en miembros en los cuales sus

desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, que no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se considerará como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales, igual al claro de la trabe entre 480 más 3 mm. Para elementos en voladizo los límites anteriores se duplicarán.

b) Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entrepiso dividido entre 500, para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite será igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico o por viento se observará lo dispuesto en las Normas Técnicas correspondientes.

4.2. Vibraciones

Las amplitudes tolerables de los desplazamientos debidos a vibraciones no podrán exceder los valores establecidos en la sección 4.1. Además, deberán imponerse límites a las amplitudes máximas de las vibraciones, de acuerdo con su frecuencia, de manera de evitar condiciones que afecten seriamente la comodidad de los ocupantes o que puedan causar daños a equipo sensible a las excitaciones citadas.

4.3. Otros estados límite

Además de lo estipulado en las secciones 4.1 y 4.2, se observará lo que dispongan las Normas Técnicas Complementarias de Emergencia

relativas a los distintos tipos de estructuras y a los estados límite de servicio de la cimentación.

5. ACCIONES PERMANENTES

5.1. Cargas muertas

5.1.1. Definición y evaluación

Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se emplearán valores máximos probables.

5.1.2. Peso muerto de losas de concreto

El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se incrementará en 0.2 kN/m^2 (20 kg/m^2). Cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en

0.2 kN/m^2 (20 kg/m^2) de manera que el incremento total será de 0.4 kN/m^2 (40

kg/m^2). Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modificarán en proporción a los pesos volumétricos.

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

5.2. Empujes estáticos de tierras y líquidos

Las fuerzas debidas al empuje estático de suelos se determinarán de acuerdo con lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias de Emergencia para diseño y construcción de cimentaciones.

Para valuar el empuje de un líquido sobre la superficie de contacto con el recipiente que lo contiene se supondrá que la presión normal por unidad de área sobre un punto cualquiera de dicha superficie es igual al producto de la profundidad de dicho punto con respecto a la superficie libre del líquido por su peso volumétrico.

6. CARGAS VARIABLES

6.1. Cargas vivas

6.1.1. Definiciones

Se considerarán cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en la sección 6.1.2.

Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de mampostería o de otros materiales, ni el de muebles, equipos u objetos de peso fuera de lo común, como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes, libreros pesados o cortinajes en salas de espectáculos.

Cuando se prevean tales cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adoptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

6.1.2. Disposiciones generales

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

- a) La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;
- b) La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;
- c) La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas; y
- d) Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos

que pueda justificarse otro valor acorde con la definición de la sección 2.2.

Las cargas uniformes de la tabla 6.1 se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

6.1.3. Cargas vivas transitorias

Durante el proceso de edificación deberán considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse. Éstas incluirán el peso de los materiales que se almacenen temporalmente, el de los vehículos y equipo, el de colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza y del personal necesario, no siendo este último peso menor de 1.5 kN/m^2 (150 kg/m^2). Se considerará, además, una concentración de 1.5 kN (150 kg) en el lugar más desfavorable.

6.1.4. Cambios de uso

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

6.2. Cambios de temperatura

En los casos en que uno o más componentes o grupos de ellos en una construcción estén sujetos a variaciones de temperatura que puedan introducir esfuerzos significativos en los miembros de la estructura, estos esfuerzos deberán considerarse al revisar las condiciones

de seguridad ante los estados límite de falla y de servicio de la misma, en combinación con los debidos a los efectos de las acciones permanentes.

Los esfuerzos debidos a variaciones de temperatura se calcularán como la superposición de dos estados de esfuerzo:

a) Un estado inicial, el que se obtendrá suponiendo los esfuerzos internos que resultan de considerar impedidos los desplazamientos asociados a todos los grados de libertad del sistema. En un miembro estructural tipo barra, es decir, que tenga dos dimensiones pequeñas en comparación con su longitud, este estado inicial consistirá en un esfuerzo axial igual al producto

$$E c_t \Delta_t$$

donde E es el módulo de elasticidad del material, c_t es su coeficiente de dilatación térmica y Δ_t el valor del incremento de temperatura. Este esfuerzo será de compresión si la variación de temperatura es positiva, y de tensión en caso contrario. En un miembro estructural tipo placa, caracterizado por una dimensión pequeña en comparación con las otras dos, el estado inicial de esfuerzos corresponderá a un estado de esfuerzo plano isotrópico, caracterizado por una magnitud idéntica en cualquier dirección contenida en el plano medio del elemento considerado. Dicha magnitud es igual a

$$E \nu c_t \Delta_t / (E + \nu)$$

Donde ν es la relación de Poisson del material y las demás variables se definieron antes. Estos esfuerzos son de compresión si se trata

de un incremento de temperatura y de tensión en caso contrario.

b) Una configuración correctiva, que resulte de suponer que sobre la estructura actúa un conjunto de fuerzas iguales en magnitud a las que se requiere aplicar externamente a la misma para impedir los desplazamientos debidos a los esfuerzos internos del estado inicial, pero con signo contrario.

6.3. Deformaciones impuestas

Los efectos de las deformaciones impuestas sobre una estructura, tales como las causadas por asentamientos diferenciales de los apoyos o alguna acción similar, se obtendrán mediante un análisis estructural que permita determinar los estados de esfuerzos y deformaciones que se generan en los miembros de dicha estructura cuando se aplican sobre sus apoyos las fuerzas necesarias para mantener las deformaciones impuestas, mientras los demás grados de libertad del sistema pueden desplazarse libremente. Para fines de realizar este análisis, el módulo de elasticidad de cualquier miembro de la estructura podrá tomarse igual al que corresponde a cargas de larga duración. Los efectos de esta acción deberán combinarse con los de las acciones permanentes, variables y accidentales establecidas en otras secciones de estas Normas.

6.4. Vibraciones de maquinaria

En el diseño de toda estructura que pueda verse sujeta a efectos significativos por la acción de vibración de maquinaria, sea que

esta se encuentre directamente apoyada sobre la primera, o que pueda actuar sobre ella a través de su cimentación, se determinarán los esfuerzos y deformaciones causados por dichas vibraciones empleando los principios de la dinámica estructural. Las amplitudes tolerables de tales respuestas no podrán tomarse mayores que las establecidas en la sección 4.2.

Tabla 6.1 Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	W	W _a	W _m	Observaciones
a) Habitación (casa – habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	2
c) Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	3 y 4
e) Estadios y lugares de reunión sin	0.4	3.5	4.5	5

asientos individuales	(40)	(350)	(450)	
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)	5
g) Comercios, fábricas y bodegas	0.8W _m	0.9W _m	W _m	6
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	4 y 7
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	4, 7, 8 y 9
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	
k) Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 (40)	1.0 (100)	2.5 (250)	10

OBSERVACIONES

1. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², W_m podrá reducirse, tomando su valor en kN/m² igual a

$$1.0 + \frac{4.2}{\sqrt{A}}$$

$$\left(100 + \frac{420}{\sqrt{A}}\right); \text{ en kg/m}^2$$

donde A es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de W_m , una carga de 5 kN (500 kg) aplicada sobre un área de 500×500 mm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de mm en la posición más crítica. W_m , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 2.5 kN (250 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1 kN (100 kg) Se considerarán sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se considerarán sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 800 mm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

2. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², W_m podrá reducirse, tomando su valor en kN/m² igual a

$$1.1 + \frac{8.5}{\sqrt{A}}$$

$$\left(110 + \frac{850}{\sqrt{A}}\right); \text{ en kg/m}^2$$

Donde A es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de W_m , una carga de 10 kN (1000 kg) aplicada sobre un área de 500 x 500 mm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, definidos como en la nota 1, se considerará en lugar de W_m , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 5 kN (500 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1.5 kN (150 kg) para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.

3. En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se considerará la misma carga viva que en el inciso (a) de la tabla 6.1.

4. Para el diseño de los pretilas y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se deberá fijar una carga por metro lineal no menor de 1 kN/m (100 kg/m) actuando al nivel de pasamanos y en la dirección más desfavorable.

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

6. Atendiendo al destino del piso se determinará con los criterios de la sección 2.2 la carga unitaria, W_m , que no será inferior a 3.5 kN/m² (350 kg /m²) y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.

7. Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente, los elementos de las cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 1 kN (100 kg) en la posición más crítica.

8. Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga debida al granizo de 0.3 kN (30 kg) por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes según la sección 3.4.

9. Para tomar en cuenta el efecto de granizo, W_m se tomará igual a 1.0 kN/m² (100 kg/m²) y se tratará como una carga accidental para fines de calcular los factores de carga de acuerdo con lo establecido en la sección 3.4. Esta carga no es aditiva a la que se menciona en el inciso (i) de la tabla 6.1 y en la nota 8.

10. Más una concentración de 15 kN (1500 kg), en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

7. PRUEBAS DE CARGA

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

1. Cuando debido a una reconstrucción, rehabilitación o ampliación no exista suficiente evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión.
2. Cuando debido a un cambio de uso de la estructura existan dudas en cuanto la seguridad de la misma.
3. Cuando la Secretaría o la autoridad competente en su caso lo estime conveniente en razón de duda en la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto a los procedimientos constructivos.
4. A petición (del Director Responsable de Obra (DRO) o Corresponsable en Seguridad Estructural en su caso) a la Secretaría o a la autoridad competente en su caso y previa autorización de la citada autoridad.

7.1. Disposiciones para la aplicación de las cargas de pruebas

Para realizar una prueba de carga se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará de acuerdo a las siguientes disposiciones:

- I. Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten bastará seleccionar una fracción representativa de ellos, pero no menos de

tres, distribuidos en distintas zonas de la estructura.

- II. La intensidad de la carga de prueba deberá ser igual a 85% de la de diseño incluyendo los factores de carga que correspondan.
- III. la zona en la que se aplique será la necesaria para producir en los elementos o conjuntos seleccionados los efectos más desfavorables.
- IV. Previamente a la prueba se someterán a la aprobación de la secretaría, el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dichas prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos;
- V. Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga de prueba se dejará actuando sobre la estructura no menos de veinticuatro horas;
- VI. Se considera que la estructura ha fallado si ocurre colapso, una falla local o incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección; además, si veinticuatro horas después de quitar la sobrecarga, la estructura no muestra una recuperación mínima de setenta y cinco por ciento de sus deflexiones, se repetirá la prueba.
- VII. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de setenta y dos horas de haberse terminado la primera.
- VIII. Se considerará que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en veinticuatro horas, el setenta y cinco por ciento de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba;

- IX. Si la estructura pasa la prueba de carga, pero como consecuencia de ello se observan daños tales como agrietamientos excesivos, deberá repararse localmente y reforzarse; podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aún si la recuperación de las flechas no alcanzase el setenta y cinco por ciento siempre y cuando la flecha máxima no exceda de: $\text{dos milímetros} + L^2 / (20,000H)$, donde L, es el claro libre del miembro que se ensaye y H su peralte total en las mismas unidades que L; en voladizos se tomará L como el doble de claro libre;
- X. En caso de que la prueba no sea satisfactoria deberá presentarse a la Secretaría o a la autoridad competente en su caso, un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, y una vez realizadas estas, se llevará a cabo una nueva prueba de carga.
- XI. Durante la ejecución de la prueba de carga, deberán tomarse las precauciones necesarias para proteger la seguridad de las personas y del resto de la estructura, en caso de falla en la zona ensayada.
- XII. Cuando se requiera evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una construcción ante efectos sísmicos deberán diseñarse procedimientos de ensaye y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica, como son la imposición de efectos dinámicos y de repeticiones de carga alternadas, estos procedimientos y criterios deberán ser aprobados por la Secretaría o a la autoridad competente en su caso.

- XIII. El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes será el incluido en las Normas Técnicas Complementarias relativas a Cimentaciones.

8. CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES SEGÚN SU ALTURA

Para fines de las Normas Técnicas Complementarias de Emergencia del Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca, independientemente de las clasificaciones existentes en el Reglamento u otras Normas del mismo Reglamento, las edificaciones se clasificarán según su altura de la siguiente manera.

Tipo A1. Edificaciones de hasta 2 niveles o hasta 7 m de altura.

Tipo A2. Edificaciones de hasta 4 niveles o hasta 14 m de altura.

Tipo A3. Edificaciones de hasta 6 niveles o hasta 21 m de altura.

Tipo A4. Edificaciones de más de 6 niveles o más de 21 m de altura.