

ALCANCE DIGITAL N° 94



Año CXXXIV

San José, Costa Rica, viernes 13 de julio del 2012

N° 136

PODER EJECUTIVO

DECRETOS

N° 37070-MIVAH-MICIT-MOPT

“CÓDIGO SÍSMICO DE COSTA RICA 2010”
(CONSTA DE VEINTE TOMOS)

TOMO XV

2012
Imprenta Nacional
La Uruca, San José, C. R.

CONSTRUIMOS UN PAÍS SEGURO



Gobierno de Costa Rica

razón de longitud de empotramiento/diámetro menor que 8. Cuando los anclajes sean fabricados a partir de materiales no dúctiles o instalados mediante el uso de adhesivos, R_p debe ser igual a 1.0.

- b. Las *fuerzas de diseño* laterales, calculadas mediante las ecuaciones [14-1] o [14-2], deben ser distribuidas en los elementos o *componentes* en proporción a la distribución de sus respectivas masas. Estas fuerzas deben ser utilizadas para diseñar los miembros y las conexiones responsables de transferir fuerzas a los *sistemas sismorresistentes*, pero para este cálculo no se debe utilizar un valor de R_p mayor que 6. En el diseño de miembros y conexiones se deben usar las combinaciones de carga y los factores especificados en el artículo 6.2.
- c. Las fuerzas deben ser aplicadas en la dirección horizontal que resulte en la sollicitación más crítica para el diseño.

14.3 Especificaciones de las fuerzas laterales para equipos

Las especificaciones de diseño para equipos deben incluir las fuerzas laterales de diseño aquí prescritas o, en su defecto, deben citar esta norma como referencia.

14.4 Movimiento relativo de anclajes de equipos

El diseño de todos los equipos instalados en edificaciones pertenecientes a los grupos A y B, según la tabla 4.1, debe considerar los efectos del movimiento relativo de los puntos de anclaje a la estructura y usar los desplazamientos relativos máximos de la tabla 7.2.

14.5 Diseños alternativos

En aquellas situaciones en que una normativa nacional vigente o datos de pruebas experimentales aprobados provean una base para el diseño *sismorresistente* de un tipo particular de equipo u otro componente no estructural, se puede aceptar esa normativa o esos datos experimentales como base del diseño de esos dispositivos bajo las siguientes limitaciones:

- a. La normativa aquí presentada debe ser interpretada como los valores mínimos para el diseño del anclaje y de los miembros y conectores que transfieran las fuerzas al *sistema sismorresistente*.
- b. La fuerza, F_p , y el momento de volcamiento utilizado en el diseño del componente no estructural no puede ser menor que el 80% de los valores que serían obtenidos con el uso de esta normativa.

Tabla 14.1. Factores para fuerzas horizontales, X_p y R_p .

Elementos de estructuras, componentes no estructurales y equipo	X_p	R_p	Número de nota
<i>Componentes arquitectónicos y estructuras secundarias</i>			
Paredes internas no estructurales y divisiones	1.0	2.5	(2)
Elementos en voladizo (soportados por debajo de su centro de masa)			
Parapetos y paredes interiores	2.5	2.5	(2)
Chimeneas	2.5	2.5	
Estibas	2.5	2.5	
Tapias (longitud menor que 15 m y altura menor que 3 m)	2.5	2.5	
Elementos en voladizo (soportados por encima de su centro de gravedad)			
Parapetos y paredes interiores	1.0	2.5	(2)
Chimeneas	1.0	2.5	
Enchapes			
Elementos y accesorios con deformabilidad limitada	1.0	2.5	
Elementos y accesorios con deformabilidad baja	1.0	1.5	
Áticos (excepto cuando sean una extensión de los <i>sistemas sismorresistentes</i>)	2.5	3.5	
Cielos suspendidos y luminarias	1.0	2.5	(3, 4, 5)
Armarios, estanterías y equipo de laboratorio	1.0	2.5	(6, 7)
Sistemas de pisos elevados registrables	1.0	1.5	(7, 8)
Apéndices y ornamentos	2.5	2.5	
Rótulos y vallas comerciales	2.5	2.5	
Otros componentes rígidos			
Elementos y accesorios dúctiles	1.0	3.5	(1)
Elementos y accesorios con ductilidad limitada	1.0	2.5	
Elementos y accesorios no dúctiles	1.0	1.5	
Otros componentes flexibles			
Elementos y accesorios dúctiles	2.5	3.5	
Elementos y accesorios con ductilidad limitada	2.5	2.5	
Elementos y accesorios no dúctiles	2.5	1.5	
<i>Componentes electromecánicos</i>			
Componentes mecánicos o eléctricos contruidos con láminas delgadas de acero: ventiladores, unidades de aire acondicionado, manejadoras de aire, paneles de control, paneles de transferencia, etc.	2.5	6.0	(7, 9)
Componentes mecánicos contruidos con materiales dúctiles: tanques y recipientes, enfriadores, calentadores de agua, intercambiadores de calor, evaporadores, separadores de aire, equipo de manufactura, etc.	1.0	2.5	(7, 9, 15)

Motores, turbinas, bombas, compresores, recipientes presurizados no soportados en bastidores Componentes de elevadores o escaleras	1.0	2.5	(7, 9, 15)
Componentes eléctricos contruidos con materiales dúctiles: generadores, baterías, transformadores, motores, inversores, etc. Equipos de comunicación, computadoras, instrumentos y controles	1.0	2.5	(7, 9, 13, 14)
Chimeneas, torres eléctricas y de enfriamiento montadas en techos, arriostradas lateralmente bajo su centro de masa	2.5	3.0	
Chimeneas, torres eléctricas y de enfriamiento montadas en techos, arriostradas lateralmente sobre su centro de masa	1.0	2.5	
Luminarias y otros componentes electromecánicos	1.0	1.5	
<i>Sistemas y componentes con aislamiento de vibración</i>			(10)
Componentes y sistemas aislados mediante elementos o pisos aislados con neopreno	2.5	2.5	
Componentes y sistemas aislados mediante resortes y pisos aislados de vibraciones	2.5	2.0	
Componentes y sistemas aislados internamente	2.5	2.0	
Equipos aislados mediante suspensión, incluidos los dispositivos de ductos en línea y componentes internos aislados mediante suspensión	2.5	2.5	
<i>Sistemas de distribución</i>			(11, 12)
Tuberías que cumplen la ASME B31, incluidos los elementos en línea, con juntas soldadas	2.5	12.0	
Tuberías que cumplen la ASME B31, incluidos los elementos en línea, contruidas con materiales de alta o limitada ductilidad, con pegamento, empalmes, acoples a presión o acanalados	2.5	6.0	
Tuberías que no cumplen con la ASME B31, contruidas con materiales dúctiles y con juntas soldadas	2.5	9.0	
Tuberías que no cumplen con la ASME B31, contruidas con materiales de ductilidad alta o limitada y con juntas hechas con pegamento, empalmes, acoples a presión o acanalados	2.5	4.5	
Tuberías contruidas con materiales frágiles como hierro fundido, vidrio o plásticos no dúctiles	2.5	3.0	
Ductos, incluidos los componentes en línea, contruidos con materiales de alta ductilidad con juntas soldadas	2.5	9.0	
Ductos, incluidos los componentes en línea, contruidos con materiales de alta o limitada ductilidad con juntas no soldadas	2.5	6.0	

Ductos, incluidos los componentes en línea, contruidos con materiales frágiles como el hierro fundido, vidrio o plásticos no dúctiles	2.5	3.0	
Tuberías y bandejas para cables	2.5	6.0	
Ductos metálicos y fontanería	1.0	2.5	
Bandas transportadoras para manufactura o procesos (sin personal)	2.5	3.0	

Notas

1. Ver el glosario (anexo C) para las definiciones de *componentes rígidos y flexibles*.
2. Ver capítulos 8 y 9 para paredes de concreto y mampostería.
3. El peso del cielo raso debe incluir todas las luminarias, otros equipos y particiones integrados a este. Para determinar la *fuerza sísmica* se debe usar un peso total del cielo raso no menor que 20 kg/m². No son aceptables las áreas mayores que 230 m² sin juntas de expansión.
4. Los cielos rasos contruidos con entablillado, láminas de yeso o argamasa, clavados o atornillados a elementos colgantes que soportan el cielo raso en un solo *nivel* y se extienden de pared a pared no necesitan ser analizados si las paredes están a una distancia menor que 15 m.
5. Las luminarias y los servicios mecánicos instalados en sistemas metálicos de suspensión de cielos rasos deben estar anclados independientemente a la estructura superior.
6. Las estanterías metálicas apoyadas a nivel del suelo pueden ser diseñadas de acuerdo con el capítulo 10.
7. Solamente es necesario diseñar los anclajes, ataduras o restricciones.
8. W_p para sistemas de pisos elevados registrables debe ser la *carga permanente* del sistema más 25% de la *carga temporal* más una carga de 50 kg/m² debida a posibles particiones.
9. No se deben utilizar anclajes expansivos cuando estén presentes cargas vibratorias operacionales.
10. Los aisladores de vibraciones utilizados como apoyo de equipo deben ser diseñados para cargas laterales o bien restringidos en su desplazamiento lateral por otros medios. Se debe limitar el desplazamiento con amortiguadores y topes en cada dirección horizontal. La fuerza de diseño se debe tomar como $2 F_p$ si la distancia entre el marco de soporte del equipo y el tope es mayor que 6 mm en consideración a los efectos de impacto. Si la distancia especificada es menor que 6 mm se toma la fuerza de diseño como F_p .
11. Los fijadores o restricciones sísmicas pueden ser omitidas de los apoyos de tuberías, ductos y conductos eléctricos tales como bandejas para cables, si se satisfacen totalmente las siguientes condiciones:
 - 11.1 El movimiento lateral del componente no causa impacto dañino a ningún otro sistema.
 - 11.2 El componente está hecho de material dúctil con conexiones dúctiles.
 - 11.3 El movimiento lateral del componente no causa impacto en dispositivos frágiles (p. ej., aparato de rociadura automática) con ningún otro equipo, tubería o elemento estructural.
 - 11.4 El movimiento lateral del componente no causa pérdida del apoyo vertical del sistema.
 - 11.5 Los soportes colgantes de varilla de menos de 0.30 m de longitud tienen conexiones en el extremo superior que no pueden desarrollar momentos de empujamiento.
 - 11.6 Los elementos de soporte en voladizo que se levantan a partir del nivel de piso son revisados por estabilidad.

12. Las tuberías, ductos y conductos eléctricos que se prolongan entre edificios o sistemas estructurales independientes, y que deban mantenerse funcionales después de un terremoto, deben ser suficientemente flexibles para ajustarse a los desplazamientos relativos entre apoyos aun con movimientos fuera de fase.
13. El movimiento de *componentes* dentro de gabinetes eléctricos, de equipo montado sobre cremalleras o patines y porciones de equipo electromecánico montado sobre patines que pueda causar daño por desplazamiento a otros *componentes*, debe ser restringido mediante fijadores a un equipo anclado o a marcos de apoyo.
14. Las baterías montadas en estanterías deben ser restringidas al movimiento en todas direcciones debido a fuerzas sísmicas.
15. Los fijadores sísmicos pueden incluir poleas, cadenas, pernos, barreras u otros mecanismos que prevengan deslizamiento, caída o ruptura de contención de materiales inflamables o tóxicos. No se permite utilizar fuerzas de fricción para resistir cargas laterales en estos fijadores a menos que se provean restricciones efectivas al levantamiento de manera que las fuerzas de fricción actúen en forma continua.

Diagnóstico y adecuación sísmica

15.1 Generalidades

- a. Las edificaciones existentes tienen características estructurales que, en muchos casos, no se ajustan a los requisitos que establece este código para las edificaciones nuevas.
- b. El diagnóstico de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente y su posterior adecuación sísmica requieren, de parte del profesional responsable del diseño, un conocimiento amplio de los parámetros que determinan el desempeño de la estructura ante la acción de los sismos.
- c. Se pretende que, al realizar una adecuación sísmica de la edificación existente, se alcancen los *objetivos de desempeño* indicados en el inciso 4.1.2.
- d. Los *sistemas estructurales* frágiles no son aceptados en este código, ni en estructuras nuevas ni en existentes, de acuerdo con el inciso 1.1(f). Además, según se indica en el inciso 4.4.2, toda edificación debe poseer una *ductilidad global intrínseca* mínima de 1.5. Esta consideración se aplica en estructuras existentes a las que se les realice una adecuación sísmica, según el artículo 15.3, incluidas las edificaciones históricas y los monumentos mencionados en el artículo 15.6. Cuando se realice un diagnóstico de vulnerabilidad sísmica según el artículo 15.2 y se determine el incumplimiento de este requisito, se debe recomendar la adecuación sísmica conforme al artículo 15.3.

15.2 Diagnóstico de vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes

- a. El objetivo de realizar un diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de una edificación existente es determinar técnicamente la posibilidad de que sufra daños durante un evento sísmico. Los daños pueden ser estructurales o no estructurales y pueden originarse en condiciones propias de la edificación o del sitio donde se ubica.
- b. El modelo de la estructura existente es definido tomando en cuenta sus características reales: dimensiones, propiedades de los materiales, detalles constructivos e influencia de los elementos y componentes no estructurales.
- c. Se debe realizar un análisis cualitativo de la estructura que considere las características reales, las irregularidades, problemas de estructuración y los daños, si los hubiere.
- d. Se deben considerar las *cargas permanentes* reales y las *cargas temporales* probables según la utilización de las áreas de la edificación. Estas *cargas temporales* no pueden ser menores que las indicadas en la tabla 6.1.
- e. Las *fuerzas sísmicas* para la revisión estructural de la edificación pueden ser reducidas hasta dos tercios de las calculadas a partir de las recomendaciones de la sección 2, cuando el profesional responsable del diseño justifique esa reducción con base en la vida útil remanente considerada.
- f. La resistencia de los *elementos estructurales* se calcula con un factor de reducción de resistencia, ϕ , igual o menor que el utilizado para el diseño de estructuras nuevas, de acuerdo con las propiedades de los materiales, las características constructivas y los daños que tengan los elementos.
- g. La resistencia de los *elementos estructurales* se compara con las fuerzas internas de revisión obtenidas a partir del análisis elástico según las indicaciones del capítulo 7 y de la combinación de las *cargas permanentes*, *temporales* y *sísmicas* de revisión, según lo establecido en el artículo 6.2.
- h. En todo diagnóstico se debe realizar una evaluación del comportamiento inelástico que permita conocer de manera razonable el inicio del mecanismo de colapso y los daños que pueda presentar la edificación durante un *sismo fuerte*. En particular, debe revisarse si los elementos y *componentes* dúctiles alcanzan su capacidad antes que los *componentes* frágiles del *sistema estructural*, si los elementos frágiles pueden tolerar los desplazamientos de la estructura y si la capacidad en flexión se alcanza antes que la capacidad en cortante de los elementos.

- i. En edificaciones clasificadas según su uso dentro del grupo A se debe realizar una evaluación de su comportamiento con base en un análisis inelástico que permita conocer el mecanismo de colapso, conforme a los requisitos del artículo 7.7. Esta evaluación no es requerida cuando el profesional responsable del diseño pueda justificar, con el debido respaldo técnico, que no es posible o razonable realizarla debido a las condiciones de la estructura (materiales, fragilidad en elementos o conexiones, estructuración u otras).
- j. En todos aquellos elementos que conforman los *sistemas sismorresistentes* y que se consideren esenciales para el comportamiento global de la estructura, se debe cumplir con los incisos (g), (h) e (i) de este artículo.
- k. Cuando el diagnóstico de vulnerabilidad sísmica determine que la edificación no cumple con las exigencias de este código, se debe proceder a realizar una adecuación sísmica de su estructura de acuerdo con lo que establece el artículo 15.3.
- l. Cuando, de previo a la realización del diagnóstico de vulnerabilidad, exista la decisión de realizar la adecuación sísmica de una estructura, el diagnóstico puede limitarse a los aspectos cualitativos del desempeño señalados en el inciso c.

15.3 Adecuación sísmica de estructuras existentes

- a. Toda adecuación sísmica de una edificación existente debe reducir la posibilidad de que un sismo produzca daños graves en los elementos y *componentes* que forman parte de los *sistemas sismorresistentes* y en los sistemas y *componentes* no estructurales. Para esto se debe cumplir con los *objetivos de desempeño* indicados en el inciso 4.1.2.
- b. Se deben eliminar las deficiencias graves de estructuración detectadas en la etapa del diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica.
- c. Se deben tomar en cuenta las características reales de la estructura existente: propiedades de los materiales, rigidez, capacidad de deformación y resistencia de los elementos, según los detalles constructivos conocidos.
- d. Para determinar la *ductilidad global asignada*, según el capítulo 4, se deben considerar las modificaciones que serán realizadas al sistema estructural y se debe verificar que los elementos (nuevos y existentes) posean la *ductilidad local* requerida.
- e. Para la determinación de las *fuerzas sísmicas* se utilizan los valores de las cargas permanente y temporal ajustados a las condiciones reales, de acuerdo con lo determinado en el diagnóstico.

- f. Se debe considerar que la *carga permanente* y parte de la *carga temporal* ya han sido aplicadas en la estructura existente, por lo que los nuevos elementos estructurales se incluyen en una estructura que ya tiene esfuerzos y deformaciones.
- g. Las *fuerzas sísmicas* de diseño deben ser iguales a las que se calculan a partir de las recomendaciones de la sección 2 de este código. Estas fuerzas se pueden reducir hasta el 80% cuando el profesional responsable del diseño justifique esa reducción con base en la vida útil remanente considerada.
- h. Las zonas de unión entre elementos existentes y nuevos deben detallarse de manera que se asegure su comportamiento integral durante un sismo.
- i. La propuesta de adecuación sísmica debe ser sometida a un nuevo diagnóstico de vulnerabilidad, para verificar que se alcance el objetivo indicado en el inciso 15.3(a).

15.4 Renovación y cambio de uso de edificaciones existentes

Es necesario rediseñar, de acuerdo con los requisitos contenidos en este código, toda edificación en la que se efectúe una renovación o modificación que produzca alguno de los siguientes efectos:

- a. Cambio de clasificación según el uso de la edificación, conforme al artículo 4.1, si aumenta el *factor de importancia*.
- b. Cambio de clasificación según el *sistema estructural*, conforme al artículo 4.2.
- c. Cambio, inclusión o eliminación de elementos que modifiquen la capacidad o la respuesta del *sistema estructural*.
- d. Aumentos en las cargas gravitacionales que afecten el comportamiento sísmico, conforme al artículo 6.1.
- e. Cambios en la estructuración o en la distribución de la masa que introduzcan alguna irregularidad o cambien la clasificación de regularidad según el artículo 4.3, o que alteren la distribución de fuerzas internas.

15.5 Edificaciones dañadas por sismo

15.5.1 Observaciones generales

Una edificación dañada por sismo puede ser objeto de un diagnóstico de vulnerabilidad sísmica que debe incluir el análisis de los daños estructurales y no estructurales y el estado actual de la estructura.

El diagnóstico de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones dañadas debe contener una recomendación de reparación, adecuación sísmica o demolición.

15.5.2 Reparación

Cuando el diagnóstico determine que no es necesario adecuar la estructura y que el comportamiento de la edificación estuvo acorde con los *objetivos de desempeño* para ella establecidos, la edificación debe ser reparada y restituida como mínimo a su condición original.

Los elementos estructurales, los *componentes* no estructurales y arquitectónicos dañados por sismo, así como los equipos y sistemas electromecánicos, deben ser, al menos, reparados y restituidos a su estado original.

Las condiciones anteriores son requisitos mínimos que pueden ser excedidos por el profesional responsable del diseño cuando se quiera mejorar el desempeño original.

15.5.3 Adecuación sísmica

Cuando el diagnóstico determine que es necesario adecuar la estructura, ya sea porque el comportamiento de la edificación no estuvo acorde con los *objetivos de desempeño* para ella establecidos o por algún otro motivo, se debe proceder a una adecuación sísmica del *sistema estructural* conforme al artículo 15.3.

15.5.4 Demolición

Cuando el diagnóstico o el estado de la edificación dañada demuestra que el grado de daños estructurales es tal que existe un alto riesgo de colapso, antes o durante un sismo futuro, y que la adecuación sísmica no es técnica o económicamente factible, el evaluador debe recomendar la demolición de la obra.

15.6 Edificaciones históricas y monumentos

15.6.1 Observaciones generales

Se consideran edificaciones históricas y monumentos aquellos que tienen un valor cultural o histórico u otras condiciones formales que deben ser conservadas, lo cual puede generar limitaciones cuando su estructura debe ser intervenida. Algunas pueden haber sido declaradas como parte del patrimonio arquitectónico del país y muchas veces están construidas con materiales que

no son de uso común actualmente, como el ladrillo de barro, adobe, bahareque relleno, bahareque francés y piedra, entre otros.

15.6.2 Diagnóstico

- a. En estas obras se aplica el artículo 15.2.
- b. Es necesario investigar el posible deterioro de los materiales que forman parte de la estructura y los daños que puedan tener los elementos.
- c. Se deben valorar las características de los materiales, su resistencia y la posibilidad de que tengan capacidad de deformarse más allá del límite elástico sin pérdida sensible de su resistencia. Cuando el *sistema estructural* sea clasificado como frágil, ya sea porque los materiales no sean dúctiles o por otra razón, se debe recomendar una adecuación sísmica de acuerdo con el inciso 15.6.3.

15.6.3 Adecuación sísmica

- a. En estas obras se aplica el artículo 15.3.
- b. La prohibición de utilizar materiales como el adobe, bahareque u otros, contenida en el inciso 1.1(f), puede no ser aplicada cuando se trate de una obra de restauración en una edificación histórica o monumento, siempre que se alcancen los objetivos de *ductilidad global intrínseca* del inciso 4.4.2.
- c. Además de cumplir con los objetivos del inciso 15.3(a), se debe considerar que se busca no solo mejorar el desempeño de la estructura ante sismos, sino prolongar la vida útil de la edificación, por lo que también debe tomarse en cuenta la reparación o restauración de elementos no estructurales.
- d. Cuando se trate de obras que no son habitables, como algunos monumentos, una adecuación sísmica se considera aceptable si mejora su desempeño y prolonga su vida útil. Si la falla de esa obra pone en riesgo la vida de personas o la seguridad de alguna edificación, se debe cumplir con el inciso 15.3.

Requisitos para documentos de diseño, inspección y construcción

16.1 Generalidades

Este capítulo contiene los requisitos mínimos necesarios para asegurar que, al construirse la edificación, se contemplen todos los aspectos considerados por el profesional responsable del diseño, como esenciales para alcanzar los objetivos de desempeño del inciso 4.1(b).

16.2 Información en planos

Los planos estructurales de cualquier edificación diseñada conforme a este código deben contener la siguiente información:

16.2.1 Edificaciones en general

- a. Propiedades mecánicas de los materiales considerados en el diseño estructural.
- b. Clasificación del *sitio de cimentación* (artículo 2.2) y capacidad de soporte del suelo considerada en el diseño.
- c. Clasificación del edificio según su importancia (inciso 4.1.1).
- d. Clasificación del edificio según el *sistema estructural* (artículo 4.2).
- e. Indicación de si el edificio es regular o irregular, con irregularidad moderada o grave en planta y en altura (artículo 4.3).
- f. *Ductilidad global asignada* (tabla 4.3).

- g. *Aceleración pico efectiva de diseño* (tabla 2.3).
- h. Método de análisis utilizado según el capítulo 7.
- i. Estimación de los períodos fundamentales y *coeficientes sísmicos* correspondientes para cada una de las direcciones de análisis.
- j. Estimación de los desplazamientos inelásticos relativos entre *pisos*.
- k. En estructuras con procedimiento constructivo no convencional, indicaciones e instrucciones sobre el sistema constructivo.

Los planos estructurales de las viviendas en las que se aplicó el diseño simplificado del capítulo 17 deben contener la siguiente información de acuerdo con lo que reglamente el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos:

16.2.2 Viviendas con diseño simplificado

- a. Área = ___ m² ≤ 200 m²
Altura de piso a nivel superior de viga corona = ___ m ≤ 3.0 m.
Altura de piso a nivel superior de tapichel = ___ m ≤ 4.2 m.
- b. Las fundaciones están apoyadas sobre terreno firme.
- c. Altura libre de pared sin soporte lateral / espesor = ___ ≤ 25.
- d. Longitud total de paredes / área construida = ___ ≥ 0.4 m/m².
Longitud de paredes longitudinales / área construida = ___ ≥ 0.133 m/m².
Longitud de paredes transversales / área construida = ___ ≥ 0.133 m/m².
En planta baja de viviendas de dos pisos, en cada dirección:
Longitud de paredes que soportan entrepiso / área de entrepiso = ___ ≥ 0.2 m/m².
- e. Todas las paredes tienen elementos que proveen estabilidad lateral.
Separación máxima de esos elementos = ___ ≤ 6 m.
- f. El entrepiso actúa como diafragma rígido (en viviendas de dos pisos).
- g. Las paredes ubicadas bajo el entrepiso tienen una distribución apropiada para controlar los movimientos torsionales en planta.

16.3 Documentos de diseño

Los documentos de diseño de toda nueva edificación clasificada según el uso en el grupo A, B, C, o D deben ser como mínimo los siguientes:

- a. Planos constructivos.

- b. Estudio de suelos.
- c. Memoria de cálculo que incluya una descripción de los *sistemas sismorresistentes* y la importancia relativa de sus componentes.

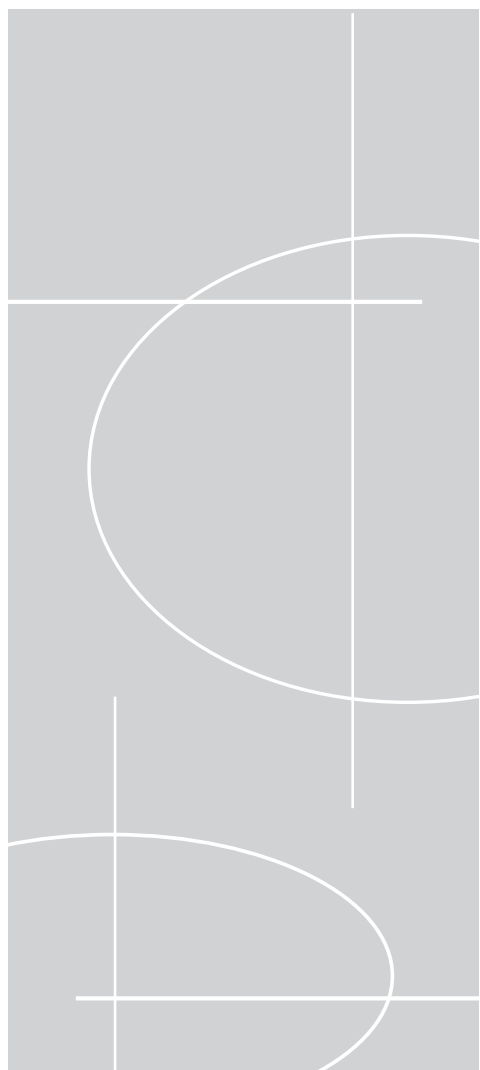
En las viviendas que cumplan las condiciones para utilizar la opción de diseño simplificado del capítulo 17 de este código no se requiere la memoria de cálculo, pero se debe documentar el cumplimiento de los requisitos de diseño del artículo 17.1.

16.4 Inspección y supervisión

El proceso constructivo de toda edificación debe contar con la participación de un profesional responsable de asegurar que la construcción de los *sistemas sismorresistentes* se realice de conformidad con los planos constructivos.

16.5 Instrumentación

En toda nueva edificación ubicada en zonas III o IV que tenga algún *sistema estructural* con 10 o más *pisos* y un área total de 5000 m² o más, se debe instalar un acelerógrafo de movimiento fuerte, con tres componentes, en el *nivel de base*. Si la edificación tuviera más de 20 *pisos* se debe colocar uno adicional, de iguales características, interconectado al primero, en el *nivel* de azotea o en el *nivel* inferior al techo de la edificación.



SECCIÓN 5

Vivienda

Vivienda unifamiliar

17.1 Generalidades

El propósito de este capítulo es establecer algunos criterios generales obligatorios para el diseño estructural y la construcción de *casas* de uno y dos *pisos*, con el objetivo de lograr su adecuado comportamiento durante los sismos. Se entiende como *casas*, las viviendas unifamiliares, independientes estructuralmente y con un máximo de dos *pisos*.

Los criterios de este capítulo se limitan al comportamiento sísmico, por lo que el profesional responsable del diseño debe complementarlos con la consideración, sobre los elementos estructurales, de los efectos de las cargas verticales y cualesquiera otras cargas como empujes de suelos.

El profesional responsable del diseño puede escoger entre dos opciones para el diseño estructural:

- a. **Diseño formal.** Se analiza y se diseña la casa como cualquier otra estructura.
- b. **Diseño simplificado.** Se utilizan una serie de detalles estándar y guías para el diseño de *casas*, de manera que puedan ser utilizados por profesionales especialistas o no en ingeniería estructural sin necesidad de hacer los cálculos correspondientes.

Para poder utilizar la alternativa de un diseño simplificado la casa debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. El área debe ser menor que 200 m², con una altura de pared de piso a nivel superior de viga corona de no más de 3.0 m, con una altura de