

ALCANCE DIGITAL N° 94

LA GACETA

Diario Oficial

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 XIX

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

CONSTRUIMOS UN PAÍS SEGURO



Gobierno de Costa Rica



Glosario

Aceleración pico efectiva de diseño. Parámetro indicador de la sacudida sísmica en el *sitio de cimentación* para la *zona sísmica* correspondiente, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad.

Acero extremo de tracción. Acero de refuerzo (con o sin preesfuerzo) que está más alejado de la fibra extrema de compresión.

Acoples especiales. En los *marcos arriostrados excéntricamente* es el segmento de la viga ubicado entre el extremo de la riostra diagonal y la columna, o entre dos extremos de riostras diagonales.

Adhesivos rígidos. Son adhesivos que mantienen sus propiedades mecánicas y adherentes cuando son sometidos a diferentes condiciones, tales como humedad, temperatura, carga y tiempo.

Altura de colada. En *mampostería* estructural es la cantidad de hiladas que se van a colar simultáneamente.

Amarre suplementario. En estructuras de concreto reforzado es un amarre de barras #3 o mayores, transversal al refuerzo principal, con dobleces de 135° y extensiones mínimas de diez diámetros en sus extremos, que completan los aros de confinamiento del refuerzo longitudinal.

Área bruta. Es el área total de la sección considerada.

Área de asiento. Es el área de la superficie de *mampostería* en contacto con mortero al nivel de la junta.

- Área efectiva de refuerzo.** Es el área de refuerzo multiplicada por el coseno del ángulo entre el refuerzo y la dirección del plano para el que se está calculando el área efectiva.
- Área K.** En acero estructural, es el área de unión entre el ala y el alma de secciones laminadas en caliente.
- Área neta.** Es el *área bruta* menos el área de las celdas internas. Es la dimensión real del elemento de mampostería.
- Canto.** Superficie menor de un elemento de madera, paralela a su longitud y perpendicular a las *caras*.
- Capacidad nominal sismorresistente.** Es la capacidad estructural de la edificación o de sus *sistemas sismorresistentes*, calculada a partir de las propiedades nominales de los materiales y de las dimensiones de sus elementos y *componentes* mediante métodos analíticos comúnmente aceptados
- Capacidad real sismorresistente.** Es la capacidad estructural real de la edificación o de sus *sistemas sismorresistentes*, debida a la contribución de todos los elementos estructurales o no estructurales, con sus capacidades reales.
- Cara.** Superficie mayor de un elemento de madera, paralela a su longitud y perpendicular a los *cantos*.
- Carga de empuje de muros.** Carga lateral en el sentido transversal al *muro* debida a la presión del suelo, materiales granulares o líquidos.
- Carga de trabajo.** Es la resultante de una combinación de cargas probables en condiciones normales de servicio, que la edificación debe ser capaz de resistir con sus elementos estructurales esforzados hasta valores admisibles, sensiblemente inferior a su capacidad real.
- Carga permanente.** Es la carga gravitacional o el *peso* de todos los *componentes* estructurales, así como de los sistemas y *componentes* no estructurales permanentes, tales como paredes, *pisos*, techos y equipos de servicio fijos.
- Carga sísmica amplificada CS_a .** En acero, es el producto de la *carga sísmica*, CS , y la *sobrerresistencia*, SR .
- Carga sísmica, CS .** Para efectos del diseño, es la sollicitación o demanda en la estructura producida por la sacudida sísmica.
- Carga temporal.** Es la carga gravitacional adicional a la *carga permanente*, debida a la ocupación de la edificación.
- Carga última.** Es la resultante de una combinación extrema de cargas que la edificación debe ser capaz de resistir con algunos de sus elementos estructurales esforzados al límite de su capacidad.

- Casas.** Para efectos del capítulo 17, se trata de viviendas unifamiliares, independientes y de un máximo de dos plantas.
- Centro de masa.** Es el punto geométrico de un *nivel* donde se localiza la resultante de las fuerzas gravitacionales.
- Centro de rigidez.** Es el punto geométrico de un *nivel* en el cual la aplicación de una fuerza horizontal produce solo traslación sin rotación de la masa que le está asociada, cuando se impiden los desplazamientos de los demás *niveles*.
- Chapa.** Lámina muy delgada de madera obtenida mediante una máquina especial.
- Coficiente sísmico, C.** Es un coeficiente utilizado para la determinación de las *fuerzas sísmicas* según la fórmula [5-1]. Es función de la *aceleración efectiva*, del factor de importancia, *I*, de la obra, del *factor espectral dinámico, FED*, y de la *sobrerresistencia, SR*.
- Colector.** Es un elemento de un *diafragma* o *muro de cortante*, que transmite las cargas horizontales a los elementos verticales resistentes.
- Columna de mampostería.** Es un elemento vertical construido con *unidades de mampostería*, unidas con mortero y rellenas de concreto fluido. Se caracteriza por ser un elemento libre de piso a piso.
- Componentes.** Es cualquier parte de los sistemas arquitectónico, eléctrico, mecánico o estructural.
- Componentes flexibles.** Son *componentes* cuyas características dinámicas hacen que su respuesta sea esencialmente diferente al movimiento de sus soportes. En general tienen un período fundamental mayor que 0.06 segundos.
- Componentes prefabricados.** Son *componentes* del sistema estructural que contienen elementos de concreto fabricados o son construidos en un lugar diferente al que ocupan finalmente.
- Componentes rígidos.** Son *componentes* cuyas características dinámicas hacen que su respuesta sea esencialmente igual al movimiento de sus soportes. Incluyen, pero no se limitan, a *componentes* con un período fundamental menor o igual a 0.06 segundos.
- Concreto confinado.** Es el concreto provisto de *refuerzo de confinamiento*, de tal manera que restrinja en forma efectiva su expansión en las direcciones transversales del elemento.
- Conexiones articuladas.** Son aquellas conexiones que tienen muy poca capacidad para transmitir momentos flectores entre dos elementos.
- Conexiones rígidas.** Son aquellas conexiones capaces de transmitir fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores entre elementos. Sin

embargo, no son capaces de deformarse después de alcanzar su capacidad.

Conexiones semirrígidas. Son aquellas conexiones capaces de transmitir fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores entre elementos. Además, estas conexiones deben deformarse después de alcanzar su capacidad elástica (ejemplo: conexiones con pernos o clavijas)

Cortante en la base. Para efectos de diseño *sismorresistente*, es la fuerza lateral acumulada en la base de la estructura.

Cuerda. Es un *elemento de borde*, perpendicular a la carga aplicada, que resiste esfuerzos axiales debido al momento inducido.

Deformación unitaria neta, ϵ_r . Deformación unitaria neta en tracción en condición de resistencia nominal, sin incluir las deformaciones por preesfuerzo efectivo, flujo lento, encogimiento y temperatura.

Deriva. Desplazamiento relativo entre *pisos* adyacentes.

Diafragma. Es un *sistema estructural* ubicado en un plano horizontal, o casi horizontal, capaz de transmitir fuerzas gravitacionales y sísmicas a los sistemas *sismorresistentes*.

Diafragma flexible. *Diafragma* que en el proceso de transmisión de las *fuerzas sísmicas*, experimenta deformaciones laterales máximas en su propio plano mayores que dos veces el promedio de las derivas máxima y mínima del diafragama.

Diafragma rígido. *Diafragma* que en el proceso de transmisión de las *fuerzas sísmicas*, experimenta deformaciones laterales máximas en su propio plano menores que dos veces el promedio de las derivas máxima y mínima del diafragma.

Dimensiones nominales. En *mampostería* estructural, son las dimensiones reales de los elementos más el espesor de las juntas de mortero.

Ductilidad. Capacidad de los materiales, de los *componentes* y de los *sistemas sismorresistentes* para deformarse más allá del límite elástico sin pérdida sustancial de la resistencia. Se cuantifica como el cociente del desplazamiento o deformación última y el desplazamiento o deformación en el límite de cedencia.

Ductilidad estática. Es la razón de la rotación última entre la rotación de cedencia en una prueba de la conexión con carga monotónica. La rotación última se define como la rotación para la cual la carga máxima ha disminuido como máximo el 20%.

Ductilidad global. Es la *ductilidad* del *sistema estructural* ante cargas laterales, determinada de la relación del *cortante en la base* y algún desplazamiento representativo, usualmente el del último *piso*.

- Ductilidad global asignada.** Es la *ductilidad global* que se asigna a la estructura conforme a la tabla 4.3 para efectos de determinar su *factor espectral dinámico, FED*.
- Ductilidad global intrínseca.** Es la *ductilidad global* que puede desarrollar una estructura en razón de su configuración estructural y de la *ductilidad local* de sus elementos, componentes y uniones.
- Ductilidad global requerida o demanda de ductilidad.** Es la demanda de *ductilidad global* que el sismo de diseño impone a la estructura.
- Ductilidad local.** Es la *ductilidad* de los *elementos, componentes o uniones* determinada según su capacidad de rotación inelástica o de algún otro parámetro indicador de deformaciones inelásticas internas. Conforme al inciso 4.4.2, para efectos de clasificación de la *ductilidad local* del *sistema estructural* solo se consideran aquellos *elementos, componentes y uniones* responsables de la disipación inelástica de energía del *sistema estructural*.
- Elementos de borde.** Sección a lo largo de los extremos de *muros* o *diafragmas*, con condiciones especiales de refuerzo longitudinal y transversal. Los *elementos de borde* no implican necesariamente un aumento de espesor de los *muros* o *diafragmas*.
- Elementos de borde (capítulo 11).** Son aquellos elementos ubicados en los extremos de un diafragma o *muro de cortante* a los cuales se transmiten las fuerzas por medio de los forros. Se incluyen como elementos de borde las *cuerdas* y los *colectores* en los perímetros del *diafragma* o *muros de corte*, en aberturas interiores, discontinuidades y esquinas.
- Elementos, componentes o uniones dúctiles.** Son aquellos elementos, componentes o uniones de una estructura, capaces de resistir deformaciones cíclicas y reversibles y de mantener al menos el 80% de su capacidad máxima cuando sus deformaciones excedan el doble de las correspondientes a dicha capacidad.
- Elementos, componentes o uniones frágiles.** Son aquellos elementos, componentes o uniones de una estructura incapaces de mantener al menos un 80% de su capacidad máxima cuando sus deformaciones cíclicas y reversibles exceden el doble de las deformaciones correspondientes a dicha capacidad.
- Entramado.** Se refiere a un elemento de madera que se coloca perpendicularmente entre dos elementos de un *marco*.
- Escalerillas.** Refuerzo de acero utilizado en paredes de *mampostería* como refuerzo horizontal.
- Estiba.** En *mampostería* estructural, es el proceso de colocación de bloques en hiladas horizontales sin traslapos entre hilada e hilada.

Excentricidad. Es la distancia horizontal entre el *centro de rigidez* y el *centro de masa* de un *nivel*.

Factor de importancia, *I*. Es el coeficiente que se asigna a las edificaciones en función de su importancia, según la tabla 4.1. Modifica directamente el *coeficiente sísmico* según la ecuación [5-1].

Factor espectral dinámico, *FED*. Factor que modifica la aceleración de un sistema de un grado de libertad con respecto a la *aceleración pico efectiva de diseño*. Es función de la *zona sísmica*, del *sitio de cimentación*, de la *ductilidad global asignada al sistema estructural*, de su periodo de vibración y de su amortiguamiento.

Factor incremental, *FI*. En el diseño de *elementos, componentes y uniones frágiles* es el factor que aumenta la sollicitación sísmica proveniente del análisis.

Fuerzas sísmicas. Son fuerzas estáticas externas para propósitos de diseño, capaces de reproducir los valores extremos de las acciones internas causadas por la sollicitación sísmica que actúa en la base del edificio.

HSS. En acero estructural, sección estructural tubular, “Hollow Structural Section”.

Hueco de limpieza. En *mampostería* estructural, es una abertura en la parte inferior de un ducto vertical formado por las celdas de los bloques que permite sacar los materiales sobrantes al limpiar desde arriba los ductos.

Irregularidad moderada. Es la condición que presenta una estructura clasificada como irregular en planta o en altura, según el artículo 4.3, en la que no se exceden los límites definidos en el inciso 4.3.4.

Irregularidad grave. Es la condición que presenta una estructura clasificada como irregular en planta o en altura, según el artículo 4.3, en la que se exceden los límites definidos en el inciso 4.3.4.

Longitud de rótula plástica. Es la dimensión longitudinal de la región en donde se presenta algún grado de plastificación al formarse una *rótula plástica* en un elemento. Depende del gradiente del diagrama de momentos en la región considerada y de las propiedades de endurecimiento plástico de los materiales. De manera simplificada puede definirse como una longitud igual a la altura de la sección transversal del elemento. Se mide a partir de la cara del apoyo cuando la *rótula plástica* se presenta en los extremos, o por distancias iguales a ambos lados de la *rótula* cuando se forma en el interior del elemento.

Madera contrachapada estructural. Se refiere a un *panel estructural* de madera compuesto por *chapas* de madera colocadas en capas a

90 grados una con respecto a la otra. Las *chapas* se unen con un *adhesivo rígido* que se cura con la aplicación de calor y presión.

Madera laminada. Se refiere a un producto ingenieril, clasificado estructuralmente, de una planta laminadora, el cual consiste en un ensamble de láminas de madera seleccionadas y preparadas especialmente y unidas con adhesivos rígidos. El grano de las láminas es aproximadamente paralelo a la longitud del elemento. Las láminas individuales no deben tener un espesor mayor que 50 mm y deben estar conformadas por alguna de las siguientes opciones:

1. Una tabla o sección estructural
2. Tablas o secciones estructurales unidas para alcanzar cualquier longitud.
3. Tablas o secciones estructurales colocadas o encoladas borde con borde para hacer elementos más anchos.
4. Tablas o secciones estructurales dobladas para formar elementos curvos durante el encolado.

Mampostería. Es un *componente* estructural construido mediante mampuestos o elementos individuales prefabricados, colocados y ajustados conforme a determinado orden y unidos por medio de mortero. Si se utilizan mampuestos huecos de concreto o arcilla, todas o algunas de sus celdas pueden estar rellenas con concreto.

Mampostería reforzada. Es aquel tipo de *mampostería* que utiliza varillas de refuerzo para resistir las sollicitaciones actuando en conjunto con la *mampostería*.

Marco. Es un *sistema estructural* formado exclusivamente por elementos cuyas dimensiones de sus secciones transversales son pequeñas comparadas con su longitud.

Marco en flexión. Es un *marco* en que sus elementos se deforman esencialmente por deformaciones en flexión.

Marco arriostrado concéntricamente. Es un *marco arriostrado* en el que sus elementos están sometidos esencialmente a deformaciones axiales.

Marco arriostrado excéntricamente. Es un *marco arriostrado* en el que algunos elementos están sometidos esencialmente a flexión y cortante, y son los que se deforman plásticamente durante el sismo. En acero estructural, *marco* designado como EBF (Eccentrically Braced Frame) según SPSSB, con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco arriostrado. Es un *marco* con riostras diagonales en todos sus vanos.

Marco dúctil. Es un sistema resistente formado por un *marco* con sus elementos y uniones diseñados y construidos de manera que puedan sufrir

deformaciones inelásticas, de naturaleza cíclica y reversible, sin pérdida sensible de su resistencia.

Marco especial a base de armaduras. En acero estructural, *marco* designado como STMF (Special Truss Moment Frame) según SPSSB, con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco especial. En acero estructural, *marco* designado como SMF (Special Moment Frame) según SPSSB, con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco intermedio y ordinario arriostrado concéntricamente. En acero estructural, *marco* designado como OCBF (Ordinary Concentrically Braced Frame) según SPSSB, con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco intermedio. En acero estructural, *marco* designado como IMF (Intermediate Moment Frame) según SPSSB con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco ordinario. En acero estructural, *marco* designado como OMF (Ordinary Moment Frame) según SPSSB, con las modificaciones indicadas en el capítulo 10.

Marco parcialmente arriostrado. Es un *marco* con *muros* o riostras diagonales en algunos de sus vanos.

Método de capacidad espectral. Es un método alternativo de análisis que considera el comportamiento no lineal de la estructura y cuyo procedimiento se describe en el inciso 7.7(b).

Método no lineal dinámico de respuesta en el tiempo. Es un método alternativo de análisis que considera el comportamiento no lineal de la estructura y cuyo procedimiento se describe en el inciso 7.7(c).

Momentos sísmicos torsionantes. En edificios con *excentricidades* en sus *niveles*, son los momentos torsionantes estáticos que, para propósitos de diseño, deben aplicarse en el *centro de masa* en adición a las *fuerzas sísmicas*, para reproducir los valores extremos de las acciones internas causadas por la sacudida sísmica que actúa en la base del edificio.

Muro. Es un componente estructural, usualmente en un plano vertical, que resiste cargas gravitacionales o *fuerzas sísmicas*. Por lo menos una de sus dimensiones horizontales debe ser significativa en relación con las alturas entre los *niveles* en los que está localizado.

Muro de carga. Es un *muro* que soporta cargas verticales adicionales a su propio *peso*.

Muro de cortante. Ver muro estructural. En el caso de sistemas de madera, es un muro estructural que está conformado por un *marco* de elementos

estructurales de madera forrado por *paneles estructurales* a base de madera.

Muro de cortante perforado. Es un *muro de cortante* con aberturas que no se ha diseñado ni detallado específicamente para transferir las cargas de diseño alrededor de las aberturas.

Muro dúctil. Es un *muro* estructural diseñado y construido de manera que pueda sufrir deformaciones inelásticas de naturaleza cíclica y reversible sin pérdida sensible de su resistencia.

Muro estructural. Es un *muro* cuya principal función es resistir fuerzas transversales paralelas a su plano.

Muros en voladizo. Son aquellos *muros* aislados o ligados entre sí por un *piso* flexible en flexión (*muros* no acoplados).

Muro pilar. Es una sección de *muro* que se encuentra al lado de una abertura y tiene una altura igual a la altura libre de la abertura y una longitud igual a la longitud con forro de esa sección.

Nivel. Es el plano horizontal en el cual, para efectos de cálculo, se supone concentrada la masa del entrapiso.

Nivel de base. Es el *nivel* en el que se supone que actúa la sacudida sísmica del terreno.

Núcleo de unión. Es un elemento formado por la intersección de vigas y columnas de un *marco* y cuyas dimensiones dependen de las secciones transversales de estas.

Objetivo de desempeño. Es el par definido por un determinado nivel de intensidad sísmica en el sitio y el correspondiente nivel de desempeño esperado en la edificación. Los objetivos de desempeño del código están definidos en el inciso 4.1(b).

Panel estructural. Se refiere a un elemento en el cual se dimensión menor es pequeña en comparación con sus dos otras dimensiones y está hecho a base de madera unido con un adhesivo rígido.

Período de retorno. Es el inverso de la probabilidad de excedencia de un evento determinado en un año cualquiera.

Peso (para determinación de carga sísmica). Es el *peso* de la *carga permanente* más una fracción de la *carga temporal*.

Pie derecho. Es un elemento vertical de madera de un *marco* perteneciente a un *muro de cortante*.

Pilar de mampostería. Es un elemento vertical construido con *unidades de mampostería*. Se caracteriza por ser un elemento que se ubica a la par de un buque de puerta o ventana y cuya altura no va de piso a piso.

- Pilares.** Son aquellos elementos que se forman al perforar *muros de mampostería* y que están sometidos a flexocompresión y cortante.
- Piso.** Es el espacio comprendido entre un *nivel* y el *nivel* inferior inmediato.
- Placas de continuidad.** En acero estructural, son placas utilizadas dentro del nudo para brindar continuidad a las alas de vigas, columnas o placas de conexión.
- Placas de refuerzo del alma (doubler plates).** En acero estructural, son placas de refuerzo del alma paralelas a esta.
- Prisma.** Es un conjunto de unidades de *mampostería* unidas por mortero, rellenas o sin rellenas de concreto, utilizado como muestra para ensayos donde se determinan algunas propiedades de la *mampostería*.
- Probabilidad de excedencia.** Probabilidad de que el evento de diseño sea excedido durante la vida útil de la estructura.
- Puntos de unión.** En acero estructural, uniones puntuales a base de soldadura o pernos.
- Razones normales de esbeltez.** En acero estructural, razones de esbeltez indicadas en la tabla B.5.1 del AISC.
- Razón de deriva.** Razón del desplazamiento relativo de cualquier *nivel* con respecto al *nivel* adyacente inferior dividido por la altura entre estos *niveles*.
- Razones de esbeltez por sismo.** En acero estructural, razones de esbeltez indicadas en la tabla 10.2 de este código y establecidas en el *SPSSB*.
- Refuerzo de confinamiento.** En concreto estructural, es un aro cerrado de amarre o espiral, fabricado con barras #3 o mayores, que confina el refuerzo longitudinal con dobleces de 135° y con una extensión de 6 diámetros en cada extremo, medida en su zona recta, o de 7.5 cm como mínimo.
- Resistencia de diseño.** Es la resistencia del elemento o conexión determinada como el producto de la *resistencia nominal* y el factor de reducción de resistencia, ϕ .
- Resistencia disponible.** Resistencia de diseño.
- Resistencia esperada de cedencia.** En acero estructural, es la resistencia del elemento determinada del producto de la cedencia mínima por el valor R_y según la tabla 10.1.
- Resistencia nominal.** Es la resistencia o capacidad de los elementos o *componentes* determinada analíticamente a partir de las resistencias nominales de sus materiales y las dimensiones de su sección transversal, mediante principios aceptados de mecánica estructural.

- Resistencia requerida.** Es la resistencia necesaria del elemento o conexión determinada por medio del análisis estructural usando las cargas factorizadas y las combinaciones de carga crítica, o cualquier otra resistencia requerida a lo largo del código.
- Rótula plástica.** Es una región de un elemento estructural en flexión o flexocompresión, donde es posible alcanzar rotaciones inelásticas cíclicas de magnitud significativa sin pérdida sensible de la capacidad de la sección.
- Sección armada.** En acero estructural, secciones construidas a base de láminas soldadas.
- Sección controlada por compresión.** En concreto estructural, sección transversal en la cual la *deformación unitaria neta en tracción* en el *acero extremo de tracción* para la resistencia nominal es igual o menor que ϵ_y .
- Sección controlada por tracción.** En concreto estructural, sección transversal en la cual la *deformación unitaria neta en tracción* en el *acero extremo de tracción* para la resistencia nominal es igual o mayor que 0.005.
- Segmento de muro de cortante perforado.** Es una sección de un *muro de cortante perforado* con forro en toda su altura y que cumple los requisitos límites de razón de aspecto máxima de 11.5.3.(d).
- Sismorresistente.** Se refiere a todos los elementos y *componentes* del sistema estructural que contribuyen a la resistencia de la edificación ante *cargas sísmicas*. Se refiere también a los métodos de diseño cuyo objetivo es asegurar la capacidad de la edificación para resistir sismos.
- Sismo de diseño.** Sismo representado por el espectro de diseño según se especifica en el capítulo 5 de este código.
- Sismo extremo.** Según el inciso 2.3(b) es aquel cuya sacudida sísmica, expresada en términos de la *aceleración pico efectiva de diseño* es 50% mayor que la de un *sismo fuerte* para el mismo sitio.
- Sismo moderado.** Según el inciso 2.3(c) es aquel cuya sacudida sísmica, expresada en términos de la *aceleración pico efectiva de diseño* es 25% menor que la de un *sismo fuerte* para el mismo sitio.
- Sismo fuerte.** Según el inciso 2.3(a) es aquel cuya sacudida sísmica tiene una *probabilidad de excedencia* del 10% durante la vida útil de la estructura. Para una vida útil de 50 años esto corresponde a *sacudidas sísmicas* con un *período de retorno* de 475 años.
- Sistema estructural.** En una edificación, es el sistema conformado por todos aquellos elementos y *componentes* responsables de asegurar su

estabilidad y firmeza ante las diversas acciones producidas por el entorno.

Sistemas sismorresistentes. Son los diversos subsistemas del *sistema estructural* de una edificación cuya función principal es asegurar su capacidad para resistir sismos. En conjunto deben ser capaces de transmitir las *fuerzas sísmicas* que se originen en cada *nivel* hasta el medio soportante y de asegurar la integridad de los elementos y *componentes* y la estabilidad de la edificación.

Sitio de cimentación. Lugar de emplazamiento de una edificación. Para efectos de considerar las condiciones locales del suelo en la demanda sísmica, los sitios se clasifican en cuatro tipos, según el artículo 2.2.

Sobrerresistencia, SR. Es la razón entre la *capacidad real sismorresistente* y la *capacidad nominal sismorresistente* de una edificación. Es función del tipo de *sistema estructural* y del método de análisis.

Solera inferior. Elemento de madera unido al cimiento por medio de anclajes.

Solicitud sísmica. Para efectos del diseño, es la demanda en la estructura causada por la sacudida sísmica.

SPSSB. Disposiciones sísmicas para edificaciones de acero estructural (Seismic Provisions for Structural Steel Buildings; referencia 7 del capítulo 10).

Tabla. Elemento estructural de madera con un espesor nominal no mayor que 38 mm (1.5 pulgadas). Ver tabla 11.2.

Unidad de mampostería hueca. Es una *unidad de mampostería* cuya *área neta*, en cualquier plano paralelo a la superficie que contiene huecos o celdas, es menor que un 75% del *área bruta* medida en el mismo plano.

Unidad de mampostería sólida. Es una *unidad de mampostería* cuya *área neta*, en cualquier plano paralelo a la superficie que contiene huecos o celdas, es mayor o igual al 75% del *área bruta* medida en el mismo plano.

Unidad de mampostería. Es el elemento individual prefabricado utilizado para construir componentes y edificaciones de *mampostería*. Puede ser un bloque de concreto, un ladrillo de arcilla, un bloque de vidrio o un bloque de roca.

Viga bloque. En *mampostería* estructural, es un elemento horizontal reforzado y formado al colocar concreto dentro de la *mampostería*.

Viga de mampostería. Es una viga construida específicamente con *unidades de mampostería*.

Zona sísmica. Para efectos de este código, son las regiones con condiciones de sismicidad similares en que se divide el país. Ver figura 2.1 y tabla 2.1.



Simbología

Capítulo 2

Demanda sísmica

a_{ef} = aceleración pico efectiva de diseño.

C = coeficiente sísmico.

I = factor de importancia.

SR = sobrerresistencia.

μ = ductilidad global asignada.

Capítulo 3

Consideraciones generales

CS = coeficiente sísmico.

FI = factor incremental.

SR = sobrerresistencia.

Capítulo 4

Clasificación de las estructuras y sus componentes

D_{xi} , D_{yi} = dimensiones en planta en las direcciones x , y del nivel i .

e_{xi} , e_{yi} = componentes de la excentricidad en el nivel i , en las direcciones x , y , respectivamente.

FI = *factor incremental*

F_i = *fuerza aplicada en nivel i .*

F_j = *fuerza de diseño para el diafragma del nivel j .*

I = *factor de importancia*

I_p = *factor de importancia del sistema o componente.*

I_{ci} = *masa rotacional o momento polar de inercia del nivel i con respecto a su centro de masa.*

$I_{\theta i}$ = *rigidez de rotación con respecto al centro de masa en el nivel i .*

K_{xi} = *rigidez de traslación del nivel i en la dirección x .*

K_{yi} = *rigidez de traslación del nivel i en la dirección y .*

$K_{\theta i}^j$ = *rigidez de rotación en torsión de los elementos verticales resistentes j que llegan al nivel i .*

k_{xi}^j, k_{yi}^j = *rigidez en las direcciones x, y , de los elementos resistentes verticales j que llegan al nivel i .*

M_i = *masa del nivel i . Corresponde al peso W_i que se define en el artículo 6.1(e), dividido por la aceleración de la gravedad g .*

N = *nivel N (último nivel)*

r_{ci} = *radio de giro del nivel i con respecto a su centro de masa.*

x_j, y_j = *componentes, en las direcciones x, y , de la distancia del centro de masa al elemento resistente.*

W_i = *peso del nivel i .*

W_j = *peso del nivel j .*

μ = *ductilidad global asignada.*

Capítulo 5

Coeficiente sísmico

a_{ef} = *aceleración pico efectiva de diseño.*

C = *coeficiente sísmico*

FED = *factor espectral dinámico.*

I = *factor de importancia de la obra.*

SR = *factor de sobrerresistencia.*

Capítulo 6

Cargas y factores de participación

A = *área del piso que soporta el elemento (m²).*

CE = *carga por empuje de tierra.*

CP = *carga permanente.*

CS = carga sísmica.

CT = carga temporal.

CU = carga última.

FI = factor incremental.

f_1 = factor de escala de las cargas gravitacionales según artículo 6.2(a).

f_R = factor de reducción de *carga temporal* según el artículo 6.3.

Capítulo 7

Métodos de análisis y desplazamiento límite

C = coeficiente sísmico obtenido según indicaciones del capítulo 5.

F_i = fuerza sísmica aplicada al nivel i .

$(F_i)_j$ = fuerza sísmica en el nivel i correspondiente al modo de oscilación j .

FED = factor espectral dinámico.

g = aceleración de la gravedad en las unidades correspondientes.

H_i = altura entre el nivel inferior y superior del piso i .

h_i = altura del nivel i sobre el nivel de base.

M = número de modos.

N = número total de pisos del edificio.

S = valor combinado para diseño, correspondiente a una acción interna, reacción en la fundación, desplazamiento absoluto o desplazamiento relativo.

S_a = valores correspondientes al espectro de aceleraciones expresados en unidades de aceleración para un período T y una ductilidad global μ .

S_d = valores correspondientes al espectro inelástico de desplazamientos para un período T y una ductilidad global μ .

S_j = valores correspondientes obtenidos para el modo de oscilación j .

SR = factor de *sobrerresistencia* según se definió en el capítulo 3, inciso 3(d), y en el capítulo 5.

T = período natural del sistema en consideración.

T_j = período del edificio en el modo de oscilación j .

T_j, T_k = períodos correspondientes a los modos j y k respectivamente.

V = fuerza sísmica horizontal

W = peso total del edificio para efectos sísmicos.

W_i = peso asignado al nivel i , calculado para efectos sísmicos conforme al artículo 7.1(e).

α = factor de desplazamiento inelástico dado en la tabla 7.1.

δ_i = desplazamiento inelástico horizontal del nivel i

δ_i^e = desplazamiento elástico en el *nivel i* debido a las *fuerzas sísmicas* horizontales.

$(\delta_i^e)_j$ = desplazamientos elásticos en el *nivel i* correspondientes al modo de oscilación *j*.

Δ_i = *deriva inelástica* o desplazamiento inelástico relativo horizontal entre el *nivel i* y el *nivel adyacente* inferior.

Δ_i^e = *deriva elástica* entre el *nivel i* y el *nivel adyacente* inferior.

μ = *ductilidad global asignada* utilizada en el cálculo de las fuerzas según la tabla 4.3.

ξ = coeficiente de amortiguamiento crítico ($\xi = 0.05$ salvo que específicamente se haya seleccionado otro valor para la construcción de los espectros).

ρ_{jk} = coeficiente de correlación entre los modos *j* y *k*.

$(\varphi_i)_j$ = valor en el *nivel i* del modo de oscilación *j* (con el signo incluido).

Capítulo 8

Requisitos para concreto estructural

A_c = área del núcleo interior confinado, cm².

A_{ch} = sección transversal del elemento estructural medida desde la parte exterior de las esquinas del aro, cm².

A_{cp} = sección transversal del segmento considerado.

A_{cv} = *área neta* de la sección de concreto que resiste cortante, producto del espesor del alma multiplicado por la longitud, l_w , de la sección, cm².

A_g = *área bruta*, cm².

A_j = área efectiva de la sección transversal dentro del nudo, cm².

A_{smin} = área mínima de refuerzo para flexión, cm².

A_{sh} = área total de las barras que forman los aros y amarres suplementarios con separación *s* y perpendicular a la dimensión h_c , cm².

A_{vf} = área refuerzo que resiste cortante-fricción, cm².

b = ancho efectivo de elemento rectangular o ancho de alas de elemento "T" o "L", cm.

b_w = ancho de *muro*, cm.

c = distancia desde el eje neutro a fibra extrema en compresión, cm.

d = altura efectiva del elemento, cm.

d_b = diámetro de la barra, cm.

E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo, kg/cm².

f'_c = resistencia en compresión del concreto a 28 días, kg/cm².

f_y = esfuerzo de cedencia del acero, kg/cm².

f_{yh} = esfuerzo de cedencia del acero transversal, kg/cm².

H = altura libre de la columna, cm.

h = altura de *muro* entre apoyos, cm.

h_c = distancia máxima, medida centro a centro, entre esquinas del aro, cm.

h_w = altura del *muro* o del segmento de *muro* considerado, cm.

h_x = adistancia máxima horizontal, centro a centro, entre ganchos suplementarios o barras que forman los aros cerrados de confinamiento de todas las caras de la columna, cm.

I_g = momento de inercia de la sección sin agrietar y sin considerar el refuerzo de acero (sección bruta).

l_{ag} = longitud de anclaje para barras de #3 a #11 con gancho estándar, cm.

l_{ar} = longitud de anclaje para barras rectas de # 3 a #11.

l_w = longitud del *muro* o del segmento de *muro* considerado en la dirección de la fuerza cortante, cm.

L = longitud entre caras de elemento en flexión, cm.

L_o = longitud de confinamiento

M = momento, kg-cm.

M_u = momento factorizado, kg-cm.

M_{pr} = capacidad probable en flexión, en los extremos de un elemento, con o sin carga axial, calculadas de manera que produzcan doble curvatura. Para este caso no se considera el factor de reducción para flexocompresión y se supone que el esfuerzo de cedencia en el acero longitudinal es, al menos $1.25 f_y$.

P_j = fuerza axial total que actúa junto a la fuerza cortante, kg.

s = separación, centro a centro, entre aros, cm.

s_o = separación centro a centro del refuerzo transversal dentro de una longitud L_o , cm.

V = fuerza cortante, kg.

V_e = fuerza cortante correspondiente a un elemento con *rótulas plásticas* en sus extremos que producen condición de doble curvatura, kg.

V_n = resistencia nominal a cortante, kg.

V_u = resistencia requerida de cortante, kg.

V_{ug} = cortante a una distancia $d/2$ correspondiente a la carga gravitacional y de empuje de tierra o líquidos, asociada con la combinación de carga de la ecuación [6-3] del artículo 6.2, kg.

α_c = coeficiente que define la contribución relativa del concreto a la resistencia del *muro*.

α_f = ángulo entre el refuerzo y el plano de cortante.

γ = coeficiente de resistencia de cortante en *núcleos de unión*.

δ_u = desplazamiento de diseño, cm.

ε_t = *deformación unitaria neta* de tracción en el *acero extremo de tracción* en condición de *resistencia nominal*.

μ = coeficiente de fricción entre las superficies según ACI 318.

ρ = razón del área de refuerzo a tracción en flexión, A_s , respecto a bd .

ρ_b = razón del área de refuerzo a tracción que produce condiciones balanceadas de deformación.

ρ_g = razón del área total de refuerzo longitudinal al *área bruta* de la sección transversal de la columna.

ρ_n = razón del área de refuerzo distribuido paralelo al plano de A_{cv} , respecto al *área bruta* de concreto perpendicular a dicho refuerzo.

ρ_s = razón del volumen de refuerzo en espiral o aros circulares respecto al volumen del núcleo confinado por dicho refuerzo (medido de extremo a extremo externo del aro) razón volumétrica, para refuerzo en espiral o aros circulares.

ρ_v = razón del área de refuerzo distribuido perpendicular al plano de A_{cv} , respecto al *área bruta* de concreto A_{cv} .

φ = factor de reducción de resistencia.

Capítulo 9

Requisitos para mampostería

a = profundidad del bloque equivalente de esfuerzos, cm.

A_e = área efectiva de la *mampostería*, cm².

A_g = área bruta del *muro*, cm².

A_{mv} = *área neta* de la *mampostería* comprendida por el espesor de la pared y la longitud de la sección en dirección de la fuerza cortante considerada, cm².

A_s = área transversal efectiva del refuerzo en columnas o miembros sometidos a flexión, cm².

A_{se} = área efectiva de refuerzo, cm².

A_{sh} = área de las barras de refuerzo horizontal, cm².

A_v = área requerida de refuerzo para cortante perpendicular al refuerzo longitudinal, cm².

b = ancho efectivo de elemento rectangular o ancho de alas de elemento "T" o "L", cm.

b_i = ancho máximo del hueco interno del bloque en la dirección perpendicular a la fuerza cortante.

b_w = ancho de *muro*, cm.

c = distancia desde el eje neutro a fibra extrema en compresión, cm.

C_d = coeficiente de *resistencia nominal* a cortante.

C_m = fuerza de compresión de una sección de *mampostería*, kg

C_s = fuerza de compresión del acero, kg.

CP = *carga permanente*, kg.

CS = *carga sísmica*, kg.

CT = *carga temporal*, kg.

d = distancia desde la fibra extrema en compresión al centro del refuerzo longitudinal en tracción, o altura efectiva del elemento, cm.

d_b = diámetro de barra de refuerzo, cm.

d_m = longitud del puntal de compresión de un paño de *mampostería* confinada, cm.

e = excentricidad de P_{uf} , cm.

E_m = módulo de elasticidad de la *mampostería*, kg/cm²

E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo, kg/cm²

e_{mu} = deformación unitaria máxima utilizable.

f'_c = resistencia en compresión del concreto a los 28 días, kg/cm²

f'_m = resistencia en compresión de la *mampostería* a los 28 días, kg/cm²

f_r = módulo de ruptura, kg/cm²

f_y = esfuerzo de cedencia del acero de refuerzo, kg/cm².

G = módulo de cortante de la *mampostería*, kg/cm².

h = altura efectiva de *muro* o columna, cm.

$h_e = h_m/2$, cm.

h_m = altura de paño de *mampostería* confinado, cm.

I_{cr} = momento de inercia agrietado de la sección transversal de *muros*, cm⁴.

K = recubrimiento o espacio libre, el menor, cm.

l_d = longitud de desarrollo requerida del refuerzo, cm.

l_{de} = longitud de desarrollo del refuerzo, cm.

$l_{empalme}$ = longitud de empalme requerida del refuerzo, cm.

l_m = longitud de paño de *mampostería* entre columnas de concreto, cm.

l_w = longitud de pared, cm.

L = longitud entre caras de elemento en flexión, cm.

L_n = claro vertical libre entre líneas de refuerzo efectivo horizontal o claro horizontal libre entre líneas de refuerzo vertical.

M = momento de diseño, kg-cm.

M_{cc}, M_{ct} = momentos flectores ideales, kg-cm.

M_{cr} = momento nominal de agrietamiento, kg-cm.

M_n = momento nominal, kg-cm.