

NSR-98

**Normas Colombianas
de Diseño y Construcción
Sismo Resistente**

**Título E
Casas de Uno y Dos Pisos**

TITULO E CASAS DE UNO Y DOS PISOS

INDICE

| | |
|---|------------|
| CAPITULO E.1 – INTRODUCCION | E-1 |
| E.1.1 – GENERALIDADES | E-1 |
| E.1.2 – ALCANCE | E-1 |
| E.1.3 – CRITERIOS BASICOS DE PLANEAMIENTO ESTRUCTURAL | E-1 |
| E.1.3.1 - SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA | E-1 |
| E.1.3.2 - DISPOSICIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES | E-2 |
| E.1.3.3 - SIMETRÍA | E-2 |
| E.1.3.4 - CONTINUIDAD | E-2 |
| E.1.3.4.1 - Continuidad vertical | E-2 |
| E.1.3.4.2 - Continuidad horizontal | E-2 |
| E.1.3.5 - DIMENSIONES MODULARES | E-2 |
| E.1.3.6 - ELEMENTOS DE AMARRE Y REFUERZO EN LOS MUROS | E-2 |
| E.1.3.7 - DIAFRAGMAS | E-2 |
| E.1.3.8 - PESO DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN | E-2 |
| CAPITULO E.2 - MUROS ESTRUCTURALES | E-3 |
| E.2.1 – GENERALIDADES | E-3 |
| E.2.1.1 – SEGUN SU FUNCION | E-3 |
| E.2.1.1.1 – Muros confinados estructurales | E-3 |
| E.2.1.1.1 – Muros no estructurales | E-3 |
| E.2.1.2 – MUROS CONFINADOS | E-3 |
| E.2.1.3 – AMARRE DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES | E-3 |
| E.2.1.4 – PERDIDA DE SECCION | E-3 |
| E.2.2 - UNIDADES DE MAMPOSTERIA | E-3 |
| E.2.2.1.1 - Unidades de concreto | E-3 |
| E.2.2.1.2 - Unidades de arcilla | E-3 |
| E.2.2.1.3 - Unidades sílico-calcareas | E-4 |
| E.2.3 - MORTERO DE PEGA Y MORTERO DE INYECCION | E-4 |
| E.2.4 - ESPESOR DE MUROS | E-4 |
| E.2.4.1 – DEBIDO A LA ALTURA LIBRE | E-4 |
| E.2.4.2 – DEBIDO A LONGITUD LIBRE HORIZONTAL | E-4 |
| E.2.4.3 - ESPESOR MÍNIMO DE MUROS DE CARGA CONFINADOS | E-4 |
| E.2.4.4 - ESPESOR MÍNIMO DE CONFINADOS MUROS DE RIGIDEZ | E-4 |
| Tabla E.2-1 - Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm) | E-4 |
| E.2.5 - LONGITUD DE MUROS CONFINADOS | E-4 |
| E.2.5.1 - GENERAL | E-4 |
| E.2.5.2 - LOCALIZACION | E-4 |
| E.2.5.3 – CANTIDAD DE MUROS EN CADA DIRECCION | E-5 |
| E.2.5.4 – LONGITUD MINIMA DE MUROS CONFINADOS | E-5 |
| Tabla E.2-2 - Coeficiente M_0 para longitud mínima de muros estructurales confinados | E-5 |
| E.2.5.5 – MUROS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA CUMPLIR LA LONGITUD MINIMA | E-5 |
| CAPITULO E.3 - ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO | E-7 |
| E.3.1 – GENERALIDADES | E-7 |
| E.3.2 – MATERIALES | E-7 |
| E.3.2.1 - ESPECIFICACIONES MÍNIMAS | E-7 |
| E.3.3 - COLUMNAS DE CONFINAMIENTO | E-7 |
| E.3.3.1 –GENERAL | E-7 |
| E.3.3.2 - DIMENSIONES | E-7 |
| E.3.3.3 - UBICACIÓN | E-7 |
| E.3.3.4 - REFUERZO MÍNIMO | E-7 |
| E.3.4 - VIGAS DE CONFINAMIENTO | E-7 |
| E.3.4.2 - DIMENSIONES | E-8 |
| E.3.4.3 - UBICACION | E-8 |
| E.3.4.4 - REFUERZO MINIMO | E-8 |
| E.3.5 - CINTAS DE AMARRE | E-8 |
| CAPITULO E.4 - LOSAS DE ENTREPISO, CUBIERTAS, MUROS DIVISORIOS Y PARAPETOS | E-9 |
| E.4.1 - LOSAS DE ENTREPISO | E-9 |
| E.4.1.1 - GENERAL | E-9 |
| E.4.1.2 - REQUISITOS | E-9 |
| E.4.2 – CUBIERTAS | E-9 |
| E.4.2.1 - GENERAL | E-9 |
| E.4.2.2 – SOLERAS | E-9 |
| E.4.2.3 – CUBIERTAS EN CONCRETO | E-9 |
| E.4.3 - MUROS DIVISORIOS | E-9 |

| | |
|--|-------------|
| E.4.3.1 - GENERAL | E-9 |
| E.4.4 – PARAPETOS Y ANTEPECHOS | E-9 |
| E.4.4.1 - GENERAL | E-9 |
| E.4.4.1.1 - Parapetos | E-9 |
| E.4.4.1.2 - Antepechos | E-10 |
| CAPITULO E.5 – CIMENTACIONES | E-11 |
| E.5.1 – GENERALIDADES | E-11 |
| E.5.1.1 - SISTEMA DE CIMENTACION | E-11 |
| E.5.1.2 - CONFIGURACION EN PLANTA | E-11 |
| E.5.1.3 – ESTUDIO GEOTECNICO | E-11 |
| E.5.1.4 – INVESTIGACION MINIMA | E-11 |
| E.5.2 - CIMIENTOS EN MALLAS DE CICLOPEO Y VIGAS DE CIMENTACION | E-11 |
| E.5.2.1 - GENERAL | E-11 |
| E.5.2.2 – ELEMENTOS TRANSVERSALES | E-11 |
| E.5.2.3 – VIGA DE AMARRE | E-11 |
| E.5.2.4 - DIMENSIONES | E-12 |
| E.5.2.5 - REFUERZO | E-12 |
| E.5.2.6 - ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO | E-12 |
| E.5.3 - CIMIENTOS EN MALLAS DE CONCRETO REFORZADO | E-12 |
| E.5.3.1 - GENERAL | E-12 |
| E.5.3.2 – CIMIENTOS EXCENTRICOS | E-12 |
| Tabla E.5-1 - Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm) | E-12 |
| E.5.3.3 - REFUERZO MINIMO | E-12 |
| E.5.3.3.1 – Resistencia del refuerzo | E-12 |
| E.5.4 - INSTALACIONES HIDROSANITARIAS | E-12 |
| E.5.4.1 - INSTALACIONES SOBREPUESTAS | E-12 |
| E.5.4.2 - INSTALACIONES EMPOTRADAS | E-12 |
| E.5.4.2.1 – Perforaciones para instalaciones | E-13 |
| E.5.4.3 - INSTALACIONES ENTERRADAS | E-13 |
| E.5.5 – CONTRAPIOS | E-13 |
| E.5.5.1 - GENERAL | E-13 |
| E.5.5.2 - MORTERO | E-13 |
| E.5.5.3 - VACIADO | E-13 |
| E.5.6 - ESPECIFICACIONES ESPECIALES | E-13 |
| E.5.6.1 - JUNTAS | E-13 |
| E.5.6.2 - MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES | E-13 |
| E.5.6.3 - SUELOS COMPRESIBLES | E-13 |
| E.5.6.4 - CONSTRUCCIONES EN LADERA | E-14 |
| CAPITULO E.6 - RECOMENDACIONES ADICIONALES DE CONSTRUCCION | E-15 |
| E.6.1 – GENERALIDADES | E-15 |
| E.6.2 – CIMENTACIONES | E-15 |
| E.6.2.1 - PREPARACION DEL TERRENO | E-15 |
| E.6.2.2 - ZANJAS | E-15 |
| E.6.2.3 - COLOCACION DE LAS ARMADURAS | E-15 |
| E.6.2.4 - COLOCACION DEL CONCRETO | E-15 |
| E.6.3 - MUROS ESTRUCTURALES Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO | E-15 |
| E.6.3.2 - EJECUCION DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO | E-15 |
| E.6.3.3 - EJECUCION DEL CONTRAPISO | E-16 |
| E.6.3.4 - EJECUCION DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES | E-16 |
| E.6.4 - LOSA DE ENTREPISO | E-16 |
| E.6.5 - CULATAS, AMARRES Y CUBIERTAS | E-16 |
| E.6.6 – COMPLEMENTOS | E-16 |
| CAPITULO E.7 – DEFINICIONES | E-17 |

TITULO E

CASAS DE UNO Y DOS PISOS

CAPITULO E.1

INTRODUCCION

E.1.1 – GENERALIDADES

E.1.1.1 - El presente título establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos. Estos requisitos son de índole general y están dirigidos a todos los profesionales de la ingeniería y la arquitectura que trabajan en construcción de vivienda, así no sean especialistas en cálculo estructural. En este Título se pretende establecer las condiciones estructurales que permitan un funcionamiento adecuado de las viviendas de uno y dos pisos ante cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica.

E.1.2 – ALCANCE

E.1.2.1 - En este título se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en muros de mampostería, que pertenecen al grupo de uso I tal como lo define A.2.5.1.4 y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de máximo 15 viviendas y menos de 3000 m² de área construida. No obstante, si se desea, puede llevarse a cabo el diseño siguiendo los requisitos del Título A y el Título D de estas normas

E.1.2.2 - Las Casas de uno y dos pisos que se construyan en estructuras diferentes a los muros de mampostería ó que pertenezcan a los grupos de uso II, III y IV tal como los define A.2.5 de estas normas, las bodegas y similares, deben diseñarse siguiendo los requisitos de los Capítulos A.1 a A.12 de estas normas.

E.1.2.3 - Las Casas de uno y dos niveles que se vayan a construir en suelos de condiciones especiales por alta compresibilidad, inestabilidad lateral o pendientes superiores al 30%, deben realizarse con intervención de profesionales calificados en el área de geotécnica y de diseño estructural, siguiendo los requisitos del Título A de estas normas, aún en el caso de que constituyan programas de quince o menos viviendas con menos de 3000 m² de área en conjunto.

E.1.3 - CRITERIOS BASICOS DE PLANEAMIENTO ESTRUCTURAL

El buen comportamiento sísmico de una edificación de uno y dos pisos depende, en gran parte, de que en su planeamiento estructural se sigan algunos criterios generales apropiados, entre los cuales los más relevantes se indican a continuación

E.1.3.1 - SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA - El sistema de resistencia sísmica para las casas contempladas en este capítulo, debe garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y horizontales. Esto se logra por medio de los siguientes mecanismos:

- (a) Un conjunto de muros estructurales, ya sean muros de carga o muros de rigidez, dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta, teniendo en cuenta sólo la rigidez longitudinal de cada muro. Los muros estructurales sirven para resistir las fuerzas laterales paralelas a su propio plano, desde el nivel donde se generan hasta la cimentación. Los muros de carga soportan además de su propio peso, las cargas verticales debidas a la cubierta y a los entrepisos si los hay. Los muros de rigidez sólo atienden como carga vertical su propio peso
- (b) Un sistema de diafragmas que obligue al trabajo conjunto de los muros estructurales, mediante amarres que transmitan a cada muro la fuerza lateral que deba resistir. Los elementos de amarre para la acción de diafragma se deben ubicar dentro de la cubierta y los entrepisos.

- (c) Un sistema de cimentación que transmita al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro. El sistema de cimentación debe tener una rigidez apropiada, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimientos debe constituir un diafragma

E.1.3.2 - DISPOSICIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES - Debido a que los muros individualmente resisten principalmente las cargas laterales paralelas a su plano, es conveniente la colocación de muros en dos direcciones ortogonales en planta. La longitud de los muros en las dos direcciones debe ser aproximadamente igual. Debe tenerse especial cuidado cuando el entrepiso trabaja en una dirección, por la tendencia a colocar muros de carga en una sola dirección, caso en el cual es necesario utilizar un número suficiente de muros de rigidez en la dirección ortogonal

E.1.3.3 - SIMETRÍA - Con el fin de evitar torsiones de toda la edificación, ésta debe tener una planta lo más simétrica posible. La edificación como un todo y los módulos que la conforman, deben ser simétricos con respecto a sus ejes. Cuando la planta asimétrica sea inevitable, la edificación debe dividirse en módulos independientes por medio de juntas, de tal manera que los módulos individuales sean simétricos. En lo posible se deben evitar los módulos largos y angostos en planta, con longitudes mayores a tres veces su ancho. También es conveniente que la localización de los vanos de puertas y ventanas sea lo más simétrica posible

E.1.3.4 - CONTINUIDAD - Tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas, como el trabajo de conjunto, se ve afectado por la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales.

E.1.3.4.1 - Continuidad vertical - Cada muro se considera estructural, si es continuo desde la cimentación hasta el diafragma superior conformado por la cubierta. A partir del diafragma en el que el muro pierda continuidad vertical en más de la mitad de su longitud horizontal, el muro dejar de considerarse estructural.

E.1.3.4.2 - Continuidad horizontal - Hay continuidad horizontal cuando los muros estructurales están alineados horizontalmente al menos conformando parejas. Cuando no exista alineamiento horizontal, el amarre del muro al nivel de los diafragmas debe llevarse hasta los amarres transversales adyacentes

E.1.3.5 - DIMENSIONES MODULARES - La capacidad mecánica de los muros estructurales depende principalmente de la calidad de los materiales y de la mano de obra. El uso de piezas enteras permite mejorar la calidad de la obra, racionaliza el uso de los materiales y conserva la integridad de los elementos. Las dimensiones en longitud y elevación de los muros y vanos, deben tener coordinación modular con las piezas empleadas.

E.1.3.6 - ELEMENTOS DE AMARRE Y REFUERZO EN LOS MUROS - Este Título establece como muros estructurales los confinados vertical y horizontalmente con elementos de concreto reforzado. Las características de los muros estructurales se establecen en el Capítulo E.2 y las especificaciones de confinamiento se establecen en el Capítulo E.3

E.1.3.7 - DIAFRAGMAS - Un diafragma es un sistema estructural que amarra los muros de la estructura de manera que actúan como un conjunto. El entrepiso y la cubierta pueden considerarse como diafragmas cuando cumplan una serie de requisitos que garanticen su efectividad. El diafragma, debido a la rigidez que tiene en su propio plano, distribuye las fuerzas sísmicas entre los diferentes muros, haciendo que el muro trabaje únicamente en su dirección longitudinal. Para que un diafragma sea efectivo debe ser suficientemente rígido y resistente y además debe estar adecuadamente amarrado a los elementos verticales que resisten las fuerzas. En aquellos casos en que no exista un diafragma, el diseño de los muros debe ser realizado por un especialista, de acuerdo con los Capítulos A.1 a A.9 de este Reglamento, suponiendo que las fuerzas sísmicas que actúan en la dirección perpendicular al plano del muro se obtienen de multiplicar el coeficiente sísmico correspondiente por la carga vertical que transporta el muro. En este último caso el muro puede suponerse empotrado en la cimentación, teniendo la precaución de verificar la estabilidad del conjunto muro-cimiento.

E.1.3.8 - PESO DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN - Las fuerzas que genera el sismo son fuerzas inerciales y por lo tanto, mientras mayor sea la masa, mayor será la fuerza generada. Este aspecto es de especial importancia en las cubiertas, en las cuales deben evitarse elementos muy pesados como tanques para agua de 1 m³ ó mas de capacidad

■

CAPITULO E.2 MUROS ESTRUCTURALES

E.2.1 – GENERALIDADES

E.2.1.1 – SEGUN SU FUNCION – Los muros de las casa de unos y dos pisos contempladas dentro del alcance de presente Título del Reglamento, se clasifican en dos grandes grupos:

E.2.1.1.1 – Muros confinados estructurales – Se consideran muros estructurales aquellos que además de soportar las cargas verticales, muertas y vivas, resisten las fuerzas horizontales causadas por el sismo, o el viento, de correspondientes a toda la edificación. Todos los muros estructurales deben ser muros de mampostería confinada. Los muros estructurales se dividen a su vez en:

- (a) **Muros de carga** - Los muros que además de las fuerzas horizontales, soportan cargas verticales aferentes de entresijos o de cubiertas
- (b) **Muros de rigidez o transversales** - Los que sólo atienden su propio peso como carga vertical.

E.2.1.1.1 – Muros no estructurales – Son aquellos muros que cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y que no soportan ninguna carga adicional a su peso propio.

E.2.1.2 – MUROS CONFINADOS - Sólo se consideran como muros estructurales, en un nivel determinado, aquellos que presentan continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado, que no tienen ningún tipo de aberturas, y que están confinados.

E.2.1.3 – AMARRE DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES - Los muros no estructurales, interiores o de fachada, debe amarrarse o trabarse con los muros perpendiculares a su plano y los diafragmas.

E.2.1.4 – PERDIDA DE SECCION - Cuando un muro estructural pierda en algún punto más del 50 por ciento de su sección debido a una bajante o a algún otro elemento perteneciente a las instalaciones interiores, debe considerarse que el muro se ha fraccionado en dos muros, los cuales deben analizarse y diseñarse como elementos independientes, confinando cada uno de ellos independientemente.

E.2.2 - UNIDADES DE MAMPOSTERIA

E.2.2.1 - Las unidades de mampostería que se utilicen en las casas de uno y dos pisos pueden ser de concreto, de arcilla cocida o de sílica. Las unidades de mampostería pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal ó macizas y deben cumplir las especificaciones establecidas en las normas NTC expedidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, que se relacionan a continuación.

E.2.2.1.1 - Unidades de concreto

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical portante de concreto deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C90)
- (b) Las unidades portantes de concreto macizas (tolete), deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C55)
- (c) Las unidades de concreto de resistencia clase baja, deben cumplir con la norma NTC 4076 (ASTM C129)

E.2.2.1.2 - Unidades de arcilla

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical de arcilla deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C34)
- (b) Las unidades de arcilla macizas (tolete) deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C62, C652)
- (c) Las unidades de arcilla de resistencia clase baja, deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C56, C212, C216).

E.2.2.1.3 - Unidades silico-calcareas - Las unidades silico-calcareas deben cumplir con la norma NTC 922 (ASTM C73).

E.2.3 - MORTERO DE PEGA Y MORTERO DE INYECCION

E.2.3.1 - Los morteros de pega utilizados en construcciones de uno y dos pisos deben tener buena plasticidad y consistencia y deben garantizar la retención del agua mínima para la hidratación del cemento. Su función principal es la de adherir las unidades de mampostería y para ello se deben establecer dosificaciones apropiadas que garanticen su calidad. Su resistencia mínima a la compresión a los 28 días debe ser 7.5 MPa (75 kgf/cm²), medida en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura. Su dosificación entre material cementante (cemento y cal) respecto a la arena cernida por malla No. 8, no puede ser inferior a 1:4 en volumen.

E.2.4 - ESPESOR DE MUROS

E.2.4.1 – DEBIDO A LA ALTURA LIBRE - Para muros estructurales la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. En el caso de cubiertas que constituyan diafragmas inclinados, la medida vertical puede tomarse como la distancia libre entre el diafragma inferior de entrepiso o de cimentación y la altura media del diafragma; y cuando haya vigas de amarre a la altura de dintel, la distancia vertical puede tomarse hasta este nivel, verificando tanto la distancia por debajo del dintel como la distancia hasta el punto más alto de la culata de remate, la cual debe tener una cinta de amarre en su remate

E.2.4.2 – DEBIDO A LONGITUD LIBRE HORIZONTAL - Para los muros estructurales la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración.

E.2.4.3 - ESPESOR MÍNIMO DE MUROS DE CARGA CONFINADOS - En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la tabla E.2-1. Estos espesores mínimos nominales pueden disminuirse solo cuando se realiza el diseño completo de la edificación de acuerdo con los requisitos del Capítulo A 1 a A.12 y el Título D de este Reglamento.

E.2.4.4 - ESPESOR MÍNIMO DE CONFINADOS MUROS DE RIGIDEZ – La distancia libre horizontal o vertical, entre apoyos o amarres no puede exceder a 30 veces el espesor del muro. Para esta limitación debe considerarse verticalmente la distancia entre la cimentación y la losa de entrepiso o viga de amarre, o entre la cimentación y la losa de entrepiso y la viga de amarre de la cubierta, y horizontalmente la distancia entre columnas de amarre o muros de carga trabados. En ningún caso el muro puede tener un espesor menor de 100 mm

Tabla E.2-1
Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm)

| ZONA DE AMENAZA SISMICA | NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|
| | UN PISO | DOS PISOS | |
| | | 1º NIVEL | 2º NIVEL |
| ALTA | 110 | 110 | 100 |
| INTERMEDIA | 100 | 110 | 95 |
| BAJA | 95 | 110 | 95 |

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados

E.2.5 - LONGITUD DE MUROS CONFINADOS

E.2.5.1 - GENERAL - Para poder garantizar que la edificación tenga capacidad de disipación de energía en el rango inelástico, debe proveerse una longitud mínima de muros confinados en cada una de las direcciones principales en planta. Los muros confinados pueden ser muros de carga o muros transversales de rigidez

E.2.5.2 - LOCALIZACION - Para poder garantizar que el comportamiento individual y de conjunto sea adecuado, los muros confinados deben ubicarse buscando la mejor simetría y la mayor rigidez torsional de la edificación. Esto se logra disponiendo muros confinados simétricos lo más cerca posible a la periferia.

E.2.5.3 – CANTIDAD DE MUROS EN CADA DIRECCION - Para proveer un reparto uniforme de la responsabilidad de resistir las fuerzas sísmicas en el rango inelástico, los muros confinados que se dispongan en cada una de las direcciones principales deben tener longitudes similares. Las longitudes de aquellos muros confinados que estén en un mismo plano vertical, no deben sumar más de la mitad de la longitud total de muros confinados en esa dirección.

E.2.5.4 – LONGITUD MINIMA DE MUROS CONFINADOS - La longitud de muros confinados requerida en cada una de las direcciones principales de la edificación, en metros, no puede ser menor la que se obtiene por medio de la ecuación E.2-1

$$L_{min} = \frac{M_o A_p}{t} \quad (E.2-1)$$

donde:

- L_{min} = longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)
- M_o = coeficiente que se lee en la tabla E.2-2
- t = espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)
- A_p = se considera en m² como sigue:
 - el área de la cubierta en construcciones de un piso
 - el área de cubierta para muros segundo nivel en construcciones de dos pisos
 - el área de cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos.

Tabla E.2-2
Coeficiente M_o para longitud mínima de muros estructurales confinados *

| Zona de Amenaza Sísmica | Valores A_s | Valores M_o |
|-------------------------|---------------|---------------|
| ALTA | 0.40 | 33.0 |
| | 0.35 | 30.0 |
| | 0.30 | 25.0 |
| | 0.25 | 21.0 |
| INTERMEDIA | 0.20 | 17.0 |
| | 0.15 | 13.0 |
| BAJA | 0.10 | 8.0 |
| | 0.05 | 4.0 |

(*) Los valores de A_s dependen de la zona sísmica en donde se construye el proyecto. Para ello consultar el mapa A.2-2 y el Apéndice A-3

E.2.5.5 – MUROS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA CUMPLIR LA LONGITUD MINIMA - Para efectos de contabilizar la longitud de muros confinados en cada dirección principal, sólo deben tenerse aquellos muros que están confinados, que son continuos desde la cimentación, y que no tienen ninguna abertura entre columnas de confinamiento

CAPITULO E.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO

E.3.1 – GENERALIDADES

E.3.1.1 – En las edificaciones de uno y dos pisos que se construyan siguiendo los requisitos del presente Título del Reglamento los muros estructurales son muros de mampostería confinada. Deben seguirse las disposiciones establecidas en este capítulo para los elementos de confinamiento (columnas, vigas y cintas), las cuales corresponden a un procedimiento de diseño empírico. En caso de que se deseen realizar variaciones con respecto a lo requerido aquí, la totalidad del diseño debe realizarse de acuerdo con el Título D del Reglamento.

E.3.2 – MATERIALES

E.3.2.1 - ESPECIFICACIONES MÍNIMAS - Las siguientes son las especificaciones mínimas establecidas para los materiales utilizables en la construcción de los elementos de confinamiento

- (a) **Concreto** - El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días, f'_c , igual o superior a 17.5 MPa
- (b) **Acero de refuerzo** - El acero de refuerzo longitudinal puede ser liso o corrugado. En ningún caso, el acero de refuerzo puede tener un límite de fluencia, f_y , inferior a 240 MPa

E.3.3 - COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

E.3.3.1 –GENERAL - En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado, con excepción de lo establecido en E.3.3.5. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslapo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Cuando una columna tenga dos niveles, se puede realizar un empalme por traslapo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros estructurales y directamente contra ellos.

E.3.3.2 - DIMENSIONES - La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20 000 mm² (200 cm²), con espesor igual al del muro que confina

E.3.3.3 - UBICACIÓN - Deben colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m

E.3.3.4 - REFUERZO MÍNIMO - Con excepción de lo dispuesto en E.3.3.5 el refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

- (a) **Refuerzo longitudinal** - No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó 3 barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm)
- (b) **Refuerzo transversal** - Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre

E.3.4 - VIGAS DE CONFINAMIENTO

E.3.4.1 - En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado, con excepción de lo establecido en E.3.4.5. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan.

E.3.4.2 - DIMENSIONES - El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior a 15 000 mm² (150 cm²).

E.3.4.3 - UBICACION - Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta. Deben ubicarse amarres en los siguientes sitios.

- (a) A nivel de cimentación - El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.
- (b) A nivel del sistema de entrepiso en casas de dos niveles - Las vigas de amarre pueden ir embebidas en la losa de entrepiso. En caso de utilizarse una losa maciza de espesor superior o igual a 75 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa.
- (c) A nivel del enrase de cubierta - Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma.
 - Vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.
 - Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas. En este caso, se debe verificar, de acuerdo con E.2.4.1, la necesidad o no de amarre a nivel de dinteles.

E.3.4.4 - REFUERZO MINIMO - Con excepción de lo dispuesto en E.3.4.5, el refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

- (a) **Refuerzo longitudinal** - El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) con límite de fluencia, f_y , no inferior a 420 MPa.
- (b) **Refuerzo transversal** - Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.

E.3.4.4.1 - Cuando una viga de amarre cumpla funciones adicionales a las aquí indicadas, como servicio de dintel o de apoyo para losa, ésta debe diseñarse de acuerdo a los requisitos del Título C de estas normas, adicionando a la armadura requerida por las cargas la aquí exigida para la función de amarre.

E.3.5 - CINTAS DE AMARRE

E.3.5.1 - Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos.

- (a) Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.
- (b) Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó una barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

E.3.5.2 - Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos terminales.

CAPITULO E.4

LOSAS DE ENTREPISO, CUBIERTAS, MUROS DIVISORIOS Y PARAPETOS

E.4.1 - LOSAS DE ENTREPISO

E.4.1.1 - GENERAL - El entrepiso debe diseñarse para las cargas verticales establecidas en el Título B de estas normas. Debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma. Cuando el sistema de entrepiso utilizado no garantice el trabajo de diafragma, no se puede utilizar el presente Título para el diseño de la edificación.

E.4.1.2 - REQUISITOS - Los sistemas de entrepiso que trabajan como diafragma deben estar contruidos monolíticamente. Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- (a) Las losas de entrepiso en concreto reforzado deben cumplir lo dispuesto en el Título C de estas normas.
- (b) Los esfuerzos de contacto por las cargas concentradas de dinteles, vigas o elementos de placa, no pueden exceder el 40 % de la resistencia bruta especificada para las unidades de mampostería.
- (c) Cuando se utilicen placas prefabricadas el espesor real mínimo del muro debe ser de 120 mm y el apoyo de la placa no puede ser inferior a 20 mm. Para considerarla como diafragma se debe utilizar un recubrimiento con espesor mínimo 25 mm con resistencia a la compresión al menos de 7.5 MPa a los 28 días y reforzado al menos en la dirección transversal a la de carga. Los elementos de la losa deben apuntalarse provisionalmente hasta que se garantice el trabajo de conjunto de losa y de muro.

E.4.2 – CUBIERTAS

E.4.2.1 - GENERAL - Los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc. que garanticen la estabilidad del conjunto.

E.4.2.2 – SOLERAS - Las correas o los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la solera que sirve de amarre al muro confinado (viga o cinta de amarre).

E.4.2.3 – CUBIERTAS EN CONCRETO - Cuando la cubierta sea construida en concreto reforzado debe cumplir los requisitos de E.4.1. Deben tomarse precauciones para evitar que la exposición directa a la radiación solar produzca expansiones y contracciones que lesionen la integridad de los muros estructurales.

E.4.3 - MUROS DIVISORIOS

E.4.3.1 - GENERAL - Los muros divisorios sólo cumplen la función de separar espacios dentro de la edificación y por lo tanto no se consideran estructurales. Deben ser capaces de resistir las fuerzas que el sismo les impone bajo su propio peso. Los muros divisorios de mampostería deben estar adheridos a la estructura general de la edificación mediante mortero de pega en los bordes de contacto con los diafragmas superior e inferior y con los muros estructurales adyacentes. Deben tomarse todas las precauciones para evitar que, ante la ocurrencia de un sismo, estos muros divisorios se vuelquen, especialmente cuando no son de altura total y no lleguen al diafragma estructural en su parte superior. Cuando el muro divisorio consista en un solo paño aislado, debe anclarse al diafragma superior por medio de refuerzos resistentes a tracción, que impidan su vuelco. Los elementos divisorios en materiales más flexibles (madera, canceles, cartón y yeso, plástico, etc.) se deben anclar a la estructura principal.

E.4.4 – PARAPETOS Y ANTEPECHOS

E.4.4.1 - GENERAL - Los parapetos actúan como elementos en voladizo sometidos a una fuerza horizontal perpendicular a su propio plano.

E.4.4.1.1 - Parapetos - Todo tipo de parapeto de altura igual o inferior a 1.5 m se debe anclar al diafragma inmediatamente inferior mediante una cinta de remate y columnas de amarre ubicadas a distancias no

mayores de 3 m, teniendo siempre una columna de amarre en cada extremo. Los parapetos de alturas mayores a la indicada deben diseñarse siguiendo las prescripciones del Título D de estas normas.

E.4.4.1.2 - Antepechos - Los antepechos de mampostería para balcones se deben anclar al diafragma inferior mediante una cinta de remate y columnas ubicadas en las esquinas, en los extremos y a distancias intermedias no mayores de 1.5 m.
