

CAPITULO E.5 CIMENTACIONES

E.5.1 – GENERALIDADES

E.5.1.1 - SISTEMA DE CIMENTACION - El sistema de cimentación contemplado en este capítulo está compuesto por una malla de cimientos que configuran anillos rectangulares en planta, una loseta de piso y los elementos especiales de transferencia de carga al suelo de cimentación, si los hubiere. En conjunto, debe garantizarse que el sistema de cimentación es capaz de transferir al suelo las cargas verticales y laterales especificadas para la construcción, dentro de los límites de deformaciones totales y diferenciales aceptados para las casas de mampostería estructural.

E.5.1.2 - CONFIGURACION EN PLANTA - Los elementos de la malla de cimentación, ciclópeo más viga de corona ó concreto reforzado, deben configurar anillos rectangulares continuos en toda la planta de la edificación, con dimensiones interiores no mayores de 4.0 m. La intersección de los elementos de cimentación debe ser monolítica y los refuerzos deben anclarse con ganchos estándar de 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal. Los elementos que no rematen en cimientos transversales estructurales por ser discontinuos, no deben considerarse como parte de la malla de cimentación. Todo muro estructural de carga ó de rigidez se debe apoyar y anclar a un elemento estructural integrante de la malla de cimentación

E.5.1.3 – ESTUDIO GEOTECNICO - Las disposiciones y los aspectos complementarios establecidos en este Capítulo, son aplicables sin necesidad de cumplir lo establecido en el Título H de estas normas, con la excepción de suelos que presenten inestabilidad lateral, pendientes superiores al 30%, compresibilidad excesiva o expansibilidad de intermedia a alta ó colapsabilidad. En estos casos debe realizarse un estudio geotécnico que cumpla los requisitos del Título H del reglamento.

E.5.1.4 – INVESTIGACION MINIMA - Cuando para la obtención de la Licencia de Construcción no se exija Estudio de Suelos por parte de la entidad competente, se deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- (a) Verificar el comportamiento de casas similares en las zonas aledañas constatando que no haya asentamientos diferenciales excesivos, agrietamientos, pérdida de verticalidad, deslizamientos, etc., que permita concluir que el comportamiento de las casas similares ha sido el adecuado.
- (b) Se debe realizar mínimo un apique por cada tres unidades construidas o por cada 300 m² de construcción, hasta una profundidad mínima de 2.0 m, en el que se constate la calidad razonable del suelo de cimentación.
- (c) Se deben retirar del área de cimentación los materiales inconvenientes para el apoyo directo y superficial de la cimentación, como son: descapote, escombros, materia orgánica, etc.
- (d) La capacidad portante del suelo para la cual se diseña la cimentación no debe ser superior a 0.05 MPa (5 tonf/m²), a menos que por experiencia anterior se haya demostrado como aceptable el utilizar capacidades portantes mayores, en cuyo caso para obtener la licencia de construcción se debe relacionar esta experiencia ante la dependencia gubernamental encargada de expedirla.

E.5.2 - CIMIENTOS EN MALLAS DE CICLOPEO Y VIGAS DE CIMENTACION

E.5.2.1 - GENERAL - Los cimientos de concreto ciclópeo dispuestos en planta como se especifica en E 5.1.2, deben tener sección rectangular con una altura mínima de 200 mm y ancho que corresponda a las cargas del muro que soporta y a la capacidad portante del suelo, pero en ningún caso menor de 300 mm.

E.5.2.2 – ELEMENTOS TRANSVERSALES - Los cimientos excéntricos de concreto ciclópeo de medianería o de junta, deben tener cimientos perpendiculares que garanticen su estabilidad. Los elementos transversales no se deben espaciar a más de 3 m entre centros y la geometría de la sección debe ser igual a la de los cimientos centrales en su dirección.

E.5.2.3 – VIGA DE AMARRE - En los ejes de muros estructurales, deben coronarse el cimiento de concreto ciclópeo con una viga de amarre de espesor mayor o al menos igual al del muro que va a soportar

E.5.2.4 - DIMENSIONES - La altura de esta viga de corona se debe determinar para que sea capaz de resistir en conjunto con el concreto ciclópeo, las discontinuidades que se presentan en los vanos de las puertas y ventanas, suponiendo una reacción uniforme del suelo en el cimiento. En ningún caso la altura de esta viga puede ser inferior a 200 mm.

E.5.2.5 - REFUERZO - La viga de corona debe tener al menos cuatro barras longitudinales N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dos arriba y dos abajo y estribo de barra N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados cada 200 mm. En las esquinas deben evitarse los dobleces en ángulo recto de la armadura a más de 50 mm de la cara exterior. La resistencia del acero no debe ser menor de 240 MPa. Puede usarse acero de mayor resistencia y el diámetro de las barras puede modificarse manteniendo constante el producto del área de la barra por su resistencia.

E.5.2.6 - ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO - El concreto especificado para las vigas de corona debe ser de resistencia no inferior a 17.5 MPa. En la elaboración del concreto ciclópeo puede utilizarse agregado pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho de la sección de ciclópeo, pero no mayor que 250 mm. El concreto que conforma la matriz del ciclópeo debe ser de las mismas características del concreto de la viga de corona.

E.5.3 - CIMIENTOS EN MALLAS DE CONCRETO REFORZADO

E.5.3.1 - GENERAL - Los cimientos de concreto reforzado dispuestos en planta como se especifica en E.5.1.2 deben tener una sección rectangular con dimensiones no menores a las especificadas en la tabla E.5-1.

E.5.3.2 - CIMIENTOS EXCÉNTRICOS - Los cimientos excéntricos de concreto reforzado de medianería o de junta, deben tener cimientos perpendiculares que garanticen su estabilidad. Los elementos transversales no se deben espaciar a más de 4.0 m entre centros y su geometría y refuerzo deben ser iguales a los mínimos especificados para los cimientos centrales en su dirección.

Tabla E.5-1
Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm)

CONDICIÓN DE APOYO	CONSTRUCCIONES DE UN PISO		CONSTRUCCIONES DE DOS PISOS	
	ANCHO	ALTO	ANCHO	ALTO
SUELO NATURAL	250	200	300	300
PLATAFORMA DE SUELO MEJORADO (Cimientos formateados)	200	200	250	250

E.5.3.3 - REFUERZO MINIMO - Los elementos de los cimientos que constituyen la malla de cimentación deben tener el siguiente refuerzo mínimo, colocado simétricamente en la sección y repartido en dos caras:

- a) **Refuerzo longitudinal:**
 Construcciones de un piso: 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm)
 Construcciones de dos pisos: 4 barras N° 4 (1/4") ó 12M (12 mm)
- b) **Refuerzo transversal:**
 Estribos cerrados del N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm) espaciados a 200 mm

E.5.3.3.1 - Resistencia del refuerzo - En el refuerzo el límite de fluencia, f_y , no debe ser inferior a 240 MPa para barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) y N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm). Para barras N° 4 (1/4") ó 12M (12 mm) el límite de fluencia debe ser superior o igual a 420 MPa.

E.5.4 - INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

E.5.4.1 - INSTALACIONES SOBREPUESTAS - Las instalaciones hidrosanitarias deben colocarse preferiblemente por encima de la malla estructural de cimentación, utilizando piezas de sobrecimiento entre la malla y el contrapiso y realizando una impermeabilización lateral y horizontal adecuada en mortero con impermeabilizante integral.

E.5.4.2 - INSTALACIONES EMPOTRADAS - Cuando se requiera atravesar con instalaciones hidrosanitarias los elementos de la malla estructural, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- (a) El diámetro del tubo que atraviesa no debe ser mayor de 150 mm.
- (b) El tubo se debe ubicar en el tercio central del elemento de concreto reforzado ó del elemento de ciclópeo.
- (c) Las perforaciones en los elementos de cimentación no pueden tener alturas mayores de 150 mm ni longitudes mayores de 300 mm.
- (d) La altura de los elementos perforados se debe incrementar en la dimensión vertical de la perforación si ésta excede el 50% de la altura original del elemento.
- (e) En perforaciones de altura superior o longitud superior a 150 mm, se deben colocar dos estribos adicionales a cada lado de la perforación a 50 mm de la misma y espaciados a 100 mm uno de otro. No se requiere colocar refuerzo longitudinal adicional.

E.5.4.2.1 – Perforaciones para instalaciones - Se pueden perforar las vigas de corona ó en las mallas de concreto reforzado individualmente con tuberías de diámetro menor o igual a 60 mm sin requisitos especiales. Los cimientos en ciclópeo, por debajo de la viga de corona, se pueden perforar con tubos hasta de 100 mm de diámetro y en longitudes hasta de 300 mm, sin requisitos especiales.

E.5.4.3 - INSTALACIONES ENTERRADAS - Cuando las instalaciones hidrosanitarias se ubiquen por debajo de la malla de cimentación, la distancia vertical entre el fondo de la malla y el borde superior de la tubería debe ser mayor de 100 mm. La intersección entre los elementos de la malla de cimentación y la zanja de la instalación se debe rellenar con un concreto pobre.

E.5.5 - CONTRAPISOS

E.5.5.1 - GENERAL - Cualquiera que sea el sistema de cimentación que se adopte, debe garantizarse que actúa como un diafragma. La malla de cimentación, la loseta de contrapiso, los elementos especiales y suplementarios de transferencia de cargas al suelo de cimentación, el relleno colocado entre los elementos de la malla y la interacción del sistema de cimentación con el suelo por fricción y por empujes pasivos y activos, configuran el diafragma a nivel de cimentación.

E.5.5.2 - MORTERO - La loseta de contrapiso que configura el acabado de piso, debe consistir en un mortero de acabado hecho con arena gruesa ó en un concreto de alizado hecho con agregado fino, de espesor no inferior a 30 mm. El refuerzo utilizado cumple únicamente los propósitos de atender la retracción de fraguado, para lo cual se pueden utilizar mallas de alambre, fibras incorporadas, lienzos especiales, anjeos, o elementos de similar o mejor funcionamiento

E.5.5.3 - VACIADO - La ubicación de la loseta de contrapiso depende de la ubicación relativa de la malla de cimentación respecto del nivel de piso. En cualquier caso, la loseta de contrapiso se debe vaciar contra los muros estructurales, sobre un relleno compactado de material seleccionado (recebo).

E.5.6 - ESPECIFICACIONES ESPECIALES

E.5.6.1 - JUNTAS – El estudio geotécnico debe indicar la localización de las juntas en la cimentación. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre casas deben hacerse a distancias no mayores de 30 m. La separación neta de la junta no debe ser inferior a 25 mm por cada piso de construcción.

E.5.6.2 - MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES - Los muros divisorios no estructurales pueden apoyarse directamente sobre la loseta de piso, sin precauciones adicionales. Opcionalmente se pueden utilizar cintas de apoyo a nivel de la malla, como elementos secundarios, para cimentar los muros divisorios. En las intersecciones entre muros divisorios o entre éstos y los estructurales, debe evitarse la traba física y se deben emplear conectores flexibles cada 400 mm, del tipo malla de cernir No. 4, en dimensiones de 100 mm x 200 mm ó estribos en alambre de diámetro 4 mm de las dimensiones indicadas

E.5.6.3 - SUELOS COMPRESIBLES - Cuando los suelos sean excesivamente compresibles, de capacidad inferior a la establecida en E 5.1.4 (d) se puede utilizar alguna de las propuestas de este capítulo, si previamente se ha realizado una plataforma de suelo mejorado, compactada mecánicamente mínimo en 3 capas de 100 mm a una densidad Proctor del 90%

E.5.6.4 - CONSTRUCCIONES EN LADERA - Cuando los desniveles entre el suelo y el espacio de la vivienda exija sistemas de contención, éstos se deben diseñar atendiendo las disposiciones del Título H y disponiendo los elementos adicionales requeridos para resistir las cargas laterales allí especificadas

E.5.6.4.1 - Para pendientes superiores al 20% debe garantizarse la estabilidad en la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto ciclópeo de sección circular, dispuestos en las esquinas del borde inferior de ladera, a distancias no mayores de 5 m entre centros y anclados no menos de 1 m en el suelo natural. La esquina de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar se debe anclar mediante 4 barras del N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) formando una canastilla de 150 mm x 150 mm que debe penetrar en el pilar al menos 500 mm y anclarse en los elementos de la malla de cimentación.



CAPITULO E.6

RECOMENDACIONES ADICIONALES DE CONSTRUCCION

E.6.1 – GENERALIDADES

E.6.1.1 - Por ser de carácter muy general las disposiciones establecidas en este Título y por no requerir supervisión técnica especial para las construcciones aquí establecidas, las actividades de construcción deben ser especialmente cuidadosas con objeto de que el funcionamiento previsto de la obra en eventos sísmicos sea apropiado. El grado de generalización involucrado no exime de las verificaciones de calidad en los materiales utilizados, del cumplimiento de las tolerancias establecidas a lo largo de estas normas, ni de los procedimientos de obra realizados al mejor nivel posible. A continuación se establecen, de manera simplificada y también general, los procedimientos de ejecución de la construcción.

E.6.2 – CIMENTACIONES

E.6.2.1 - PREPARACION DEL TERRENO - En esta fase se deben retirar los materiales no apropiados para soporte de la edificación como son escombros, material vegetal, suelo suelto, etc. Igualmente se deben realizar los drenajes interiores y laterales necesarios y se deben determinar los niveles necesarios de tuberías y de la malla de cimentación. Si fuere necesario, se deben ejecutar las plataformas de suelo mejorado, compactado en capas no mayores de 150 mm ni menores de 100 mm.

E.6.2.2 - ZANJAS - Se deben realizar de manera simultánea las zanjas requeridas para las instalaciones y para la malla de cimentación. Del fondo de las zanjas para los elementos estructurales se debe retirar el material suelto y se debe colocar un mortero pobre de limpieza de unos 40 mm de espesor. En caso de que la malla lleve concreto ciclópeo, en este momento se debe proceder a su vaciado.

E.6.2.3 - COLOCACION DE LAS ARMADURAS - Tanto los refuerzos longitudinales como los refuerzos transversales deben estar separados del suelo natural no menos de 50 mm en suelo seco, ni menos de 75 mm en suelo húmedo. Las tolerancias en recubrimientos y colocación de las armaduras con respecto a lo indicado en los planos debe ser de 10 mm. Una vez colocadas las armaduras de la cimentación, se deben fijar y anclar las armaduras de arranque de las columnas en los sitios indicados en los planos.

E.6.2.4 - COLOCACION DEL CONCRETO - El concreto de la malla de cimentación se debe colocar empezando por los ejes de los muros de carga y siguiendo con los ejes transversales en barrido continuo. La suspensión provisional del vaciado del concreto se debe hacer mediante juntas verticales en los ejes de los muros de rigidez (transversales a los de carga). Durante la compactación del concreto colocado debe evitarse cualquier modificación en la posición de las armaduras de arranque de las columnas.

E.6.3 - MUROS ESTRUCTURALES Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

E.6.3.1 - En la ejecución de los muros se debe utilizar el siguiente procedimiento.

- (a) **Hiladas de sobrecimiento** - Se debe picar, limpiar y humedecer la parte superior del concreto ciclópeo donde se coloca el mortero de pega de la primera hilada. Este mortero debe contener un impermeabilizante integral. La primera hilada de sobrecimiento, o hilada madrina, debe ir rematada con mortero que también contenga impermeabilizante integral.
- (b) **Ejecución del muro** - La construcción del muro se debe ejecutar siguiendo el patrón de colocación de las unidades, teniendo la precaución de dejar los espacios requeridos para las columnas de confinamiento. Al momento de la ejecución del muro, se deben colocar los conectores flexibles establecidos para las intersecciones con muros no estructurales.

E.6.3.2 - EJECUCION DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO - Una vez se haya dispuesto el refuerzo vertical y el refuerzo horizontal de las columnas, se deben colocar los testeros laterales que constituyen la formaleta de las columnas, permitiendo que el concreto fundido haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual

debe estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería. El refuerzo vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase la cantidad necesaria para realizar los empalmes por traslapeo con la columna superior si la hubiese, el remate del refuerzo vertical debe anclarse, llevándolo hasta la parte superior de la viga de confinamiento, utilizando ganchos de 90°. La parte superior del gancho debe quedar a distancia no mayor de 50 mm de la cara superior de la viga ó cinta de remate.

E.6.3.3 - EJECUCION DEL CONTRAPISO - Una vez vaciadas las columnas de confinamiento del primer piso se deben ejecutar los rellenos complementarios en recebo entre el suelo natural y la loseta de contrapiso. Sobre la superficie nivelada del recebo, se deben colocar las armaduras de la loseta, para proceder a vaciar el material de ésta, (concreto con agregado fino o mortero con arena gruesa), llevándola siempre hasta la cara de los muros estructurales y las columnas.

E.6.3.4 - EJECUCION DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES - En los sitios indicados en los planos, se debe construir la hilada madrina, con mortero colocado directamente sobre el contrapiso. Las conexiones requeridas para intersecciones se deben anclar en las correspondientes juntas de pega.

E.6.4 - LOSA DE ENTREPISO

E.6.4.1 – La colocación de los elementos prefabricados del entrepiso, si los hay, y de las formaletas, cimbras, testeros, etc. debe realizarse de acuerdo con los planos.

E.6.4.2 – Una vez se hayan colocado las armaduras de vigas, las conexiones mecánicas especiales, las armaduras de las losas, etc., se puede proceder al vaciado y compactación del concreto del entrepiso, sometiéndolo a un proceso de curado adecuado. Deben haber transcurrido por lo menos 24 horas entre el vaciado de las columnas de confinamiento y el vaciado de la losa de entrepiso.

E.6.4.3 - A partir de ejecución de la losa de entrepiso el proceso de ejecución del segundo nivel es idéntico al del primer nivel hasta la altura de dinteles.

E.6.5 - CULATAS, AMARRES Y CUBIERTAS

E.6.5.1 - En esta fase del proceso constructivo se deben ejecutar las vigas de amarre, las soleras, las culatas laterales (cuchillas) y los anclajes de cubierta. Las columnas se deben vaciar previamente hasta altura de dinteles dejando la longitud de refuerzo para empalmes o con la longitud total del mismo hasta nivel de remate.

E.6.5.2 - Los remates de todo tipo de refuerzo longitudinal de columnas, vigas de amarre ó cintas, debe terminar en ganchos estándar a 90°, anclando cada refuerzo de un elemento, en el elemento que le sea transversal.

E.6.6 – COMPLEMENTOS

E.6.6.1 - Los aspectos de construcción aquí dispuestos, se pueden complementar con lo establecido en los Capítulos D.4 y D.10 de estas normas.



CAPITULO E.7 DEFINICIONES

Ademas de las siguientes definiciones deben consultarse las dadas en los diferentes titulos de estas normas.

Cercha - Es un elemento estructural reticulado destinado a recibir y trasladar a los muros portantes las cargas de cubierta. Equivalente a correa

Cinta de amarre - Es un elemento complementario a las vigas de amarre con altura no menor de 100 mm, y cuyo ancho es el espesor del elemento que remata

Columna de amarre - Es un elemento vertical reforzado que se coloca embebido en el muro.

Concreto ciclópeo - Concreto con adición de agregado de tamaños mayores al corriente (sobretamaño).

Culata - Parte del muro que configura el espacio entre la cubierta y los dinteles y que remata con la pendiente de la cubierta. También se denomina cuchilla.

Diafragma - Elemento estructural que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, o sea a los muros

Elementos especiales - Son elementos atípicos en este título y que resuelven de manera particular problemas específicos de una construcción en su cimentación tales como pilotes, micropilotes, realces, muros de contención, plataformas de suelo mejorado

Elementos suplementarios - Son elementos que complementan el trabajo de la cimentación en su función de transferencia de cargas hacia el suelo, tales como elementos de cierre de los anillos en la malla, elementos de estabilidad de cimientos medianeros, etc

Loseta de contrapiso - Es el elemento de concreto con agregado fino menor o igual a 12.5 mm (1/2") o mortero hecho con arena gruesa, fundido directamente sobre relleno compactado y que hace las veces de piso acabado en el primer nivel.

Malla de cimentación - Conjunto de elementos ortogonales en concreto reforzado o en ciclópeo y concreto reforzado que forman anillos rectangulares en planta y hacen la transferencia de cargas de la estructura de muros al suelo de cimentación. Entramado

Muros confinados - Son muros de mampostería enmarcados por vigas y columnas de amarre.

Muros de carga - Son muros de mampostería que además de su peso propio llevan otras cargas verticales provenientes de los entresijos y la cubierta. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical

Muros de rigidez - Son muros de mampostería, transversales a los muros portantes o de carga. Sirven para reducir la esbeltez de aquellos y para resistir las fuerzas laterales perpendiculares a los muros de carga. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical

Muros divisorios - Son muros que no llevan más carga que su peso propio, no cumplen ninguna función estructural para cargas verticales u horizontales y por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto. No obstante, deben estar adheridos en su parte superior al sistema estructural, con el fin de evitar su vuelco ante la ocurrencia de un sismo

Parapeto - Es el amarre del muro por encima de la cubierta. Deben amarrarse tal como se indica en E 4.4

Recebo - Material granular seleccionado de relleno, que se coloca entre el suelo natural y el contrapiso. Este material debe ser compactado en forma adecuada

Recubrimiento - Vaciado suplementario sobre una placa prefabricada que beneficia su trabajo como diafragma

Pañete - Mortero de acabado para la superficie de un muro. También se denomina mortero de alisado, revoque, etc.

Solera - Elemento de remate del muro al nivel de la cubierta y que recibe las cargas transferidas por las correas.
Remate de muro ó de cubierta

Viga de amarre - Es un elemento de concreto reforzado de no menos de 150 mm de altura que sirve para amarrar a diferentes niveles los muros de una edificación. La viga de amarre puede estar embebida dentro de la losa de entepiso cuando ésta es de concreto reforzado, y en este caso puede tener el mismo espesor del entepiso.

Viga de corona - Elemento de concreto reforzado complementario de los cimientos en concreto ciclópeo, vaciados directamente sobre ellos y que cumple funciones de amarre y repartición de cargas.
