

- NTC 4017** – Método de ensayo para unidades de mampostería de arcilla cocida. (ASTM C67)
- NTC 4019** - Cal hidratada para mampostería (ASTM C207)
- NTC 4020** - Agregados para mortero de inyección para mampostería (ASTM C404)
- NTC 4024** - Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados. (ASTM C140)
- NTC 4026** - Unidades bloques y ladrillos de concreto para mampostería estructural (ASTM C90)
- NTC 4040** - Procedimientos de soldadura aplicables al acero para refuerzo de concreto (ANSI/AWS D1.4)
- NTC 4043** - Muestreo y ensayo de concreto fluido (Grouts). (ASTM C1019)
- NTC 4046** - Cal viva (CaO) para propósitos estructurales. (ASTM C5)
- NTC 4048** - Lechadas (Grouts) para mampostería. (ASTM C476)
- NTC 4050** - Cemento para mampostería (ASTM C91)
- NTC 4076** - Unidades de concreto bloques y ladrillos para mampostería no estructural. (ASTM C129)
- NTC 4205** - Unidades de mampostería de arcilla cocida (ladrillos y bloques) (ASTM C34, C56 y C62)
- NTC 4383** – Términos y definiciones sobre mampostería de concreto

**Normas ASTM**

- A 82** - Specification for Steel Wire, plain for concrete reinforcement. (NTC 4002)
- A 706** - Specification for low-alloy steel deformed bars for concrete reinforcement (NTC 2289)
- C 5** - Specification for quicklime for structural purposes. (NTC 4046)
- C 34** - Specification for structural clay load-bearing wall tile (NTC 4205)
- C 55** - Specification for concrete building brick (NTC 4026)
- C 55** - Specification for structural clay, non-load bearing tile (NTC 4205)
- C 62** - Specification for building brick (Solid masonry units made from clay or shale) (NTC 4205)
- C 67** - Test methods of sampling and testing brick and structural clay tile. (NTC 4017)
- C 73** - Specification for calcium silicate face brick (Sand-lime brick) (NTC 922)
- C 90** - Specification for load-bearing concrete masonry units (NTC 4026)
- C 91** - Specification for masonry cement (NTC 4050)
- C 109** - Test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in. or 50-mm cube specimens). (NTC 220)
- C 129** - Specification for non-load-bearing concrete masonry units (NTC 4076)
- C 140** - Method of sampling and testing concrete masonry units (NTC 4024)
- C 144** - Specification for aggregate for masonry mortar (NTC 2240)

- C 150 - Specification for portland cement.
- C 207 - Specification for hydrated lime for masonry purposes (NTC 4019)
- C 212 – Specification for structural clay facing tile. (NTC 4205)
- C 216 – Specification for facing brick (Solid masonry units made from clay or shale) (NTC 4205)
- C 270 - Specification for mortar for unit masonry. (NTC 3329)
- C 404 - Specification for aggregate for masonry grout. (NTC 4020)
- C 476 - Specification for grout for masonry. (NTC 4048)
- C 595 - Standard specification for blended hydraulic cements
- C 652 – Specification for hollow brick (Hollow masonry units made from clay or shale) (NTC 4205)
- C 780 - Test method for pre-construction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry (NTC 3546)
- C 1019 - Method for sampling and testing grout. (NTC 4043)
- C 1142 - Specification for ready-mixed mortar for masonry. (NTC 3356)
- E 447 - Test methods for compressive strength of masonry prisms. (NTC 3495)

**Normas de la AWS:**

"Structural Welding Code - Reinforcing Steel" (ANSI/AWS D1.4-92) of the American Welding Society (NTC 4040).

**D.2.4 - NOMENCLATURA**

- $A_a$  = coeficiente de aceleración pico efectiva, véase el Título A.
- $A_{ci}$  = área de la sección de la columna de confinamiento  $i$ , en  $mm^2$  Capítulo D 10.
- $A_{cr}$  = área total de las columnas de confinamiento del muro, en  $mm^2$  Capítulo D.10
- $A_e$  = área efectiva de la sección de mampostería,  $mm^2$  Véase D.5.4.1.
- $A_m$  = área mínima de los muros del piso, que actúan en la misma dirección en planta. Dentro del área de los muros se incluyen las columnas de confinamiento, en  $m^2$  Capítulo D 10
- $A_{md}$  = área efectiva de mampostería para verificación por aplastamiento, en  $mm^2$ . Capítulo D.10
- $A_{mv}$  = área efectiva para determinar esfuerzos cortantes,  $mm^2$ . Véase D.5.4.5.
- $A_p$  = área del piso en el nivel considerado, en  $m^2$ . Capítulo D 10
- $A_{se}$  = área efectiva de refuerzo en tracción,  $mm^2$ .
- $A_{st}$  = área total de acero de refuerzo en la sección de muro, o área total del acero de refuerzo longitudinal del elemento de confinamiento, en  $mm^2$
- $A_{s1}$  = área del refuerzo a tracción equilibrado por la compresión en la mampostería,  $mm^2$ .
- $A_{s2}$  = área del refuerzo a tracción equilibrado por el refuerzo a compresión,  $mm^2$ .
- $A_v$  = área del refuerzo para cortante,  $mm^2$ .
- $a$  = profundidad del bloque equivalente de compresión (tomar como  $0.85c$ ), mm
- $a_b$  = profundidad del bloque equivalente de compresión en condiciones balanceadas, ecuación (D.5-2), mm.
- $b$  = ancho efectivo de la sección, mm Véase D 5 4.4.
- $c$  = profundidad del eje neutro en la zona de compresión, mm
- $d$  = distancia de la cara de compresión al centroide del refuerzo en tracción, mm
- $d'$  = distancia desde el centroide del refuerzo en compresión flexión hasta la fibra extrema en compresión
- $E$  = efectos sísmicos reducidos
- $E_m$  = módulo de elasticidad de la mampostería, MPa
- $E_r$  = módulo de elasticidad del mortero de relleno, MPa
- $E_s$  = módulo de elasticidad del acero de refuerzo, MPa
- $F_s$  = fuerzas sísmicas

$f'_c$	=	resistencia a la compresión del concreto de los elementos de confinamiento, en MPa.
$f'_{cp}$	=	resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa.
$f'_{cr}$	=	resistencia a la compresión del mortero de relleno, MPa
$f'_{cu}$	=	resistencia especificada a la compresión de la unidad de mampostería medida sobre área neta, MPa.
$f'_m$	=	resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.
$\sqrt{f'_m}$	=	raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
$f_r$	=	módulo de ruptura de la mampostería, MPa.
$f_y$	=	resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa
$G_m$	=	módulo de cortante de la mampostería, MPa.
$G_r$	=	módulo de cortante del mortero de relleno, MPa.
$h$	=	altura de la unidad de mampostería, en mm, para ser empleada en la ecuación (D.3-1).
$h'$	=	altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo, mm, véase D.5.4.3, o longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento, o altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo en el Capítulo D 10
$h_p$	=	altura del piso localizado por encima del elemento bajo estudio, medida centro a centro entre vigas de confinamiento, en mm Capítulo D 10
$I_{ct}$	=	momento de inercia de las columnas de confinamiento del muro, con respecto a su centroide, en mm <sup>4</sup> . Capítulo D 10.
$k_p$	=	factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional $k_p = 1.4$ para unidades de concreto $k_p = 0.8$ para unidades de arcilla o sílico-calceáreas
$l$	=	luz de una viga o dintel, mm
$l_c$	=	distancia horizontal entre columnas de confinamiento, medida centro a centro, para el paño de muro confinado bajo estudio, en mm Capítulo D 10
$l_w$	=	longitud horizontal del muro, mm, o longitud horizontal total del muro, medida centro a centro entre columnas de confinamiento de borde en el Capítulo D 10
$M$	=	momento actuante que ocurre simultáneamente con V.
$M_n$	=	resistencia nominal a flexión.
$M_{cr}$	=	momento de agrietamiento del muro de mampostería.
$M_u$	=	momento mayorado solicitado de diseño del muro.
$N$	=	número de niveles por encima del nivel considerado, Capítulo D.10
$P_b$	=	carga axial nominal balanceada, N
$P_n$	=	resistencia nominal a carga axial, N
$P_{nc}$	=	fuerza axial resistente nominal en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N
$P_{nt}$	=	fuerza axial resistente nominal en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N
$P_o$	=	maxima resistencia axial teorica, N.
$P_u$	=	fuerza axial de diseño solicitada sobre el muro, en N.
$P_{uc}$	=	fuerza axial de diseño solicitada en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N.
$P_{ud}$	=	fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro, en N Capítulo D.10.
$P_{ut}$	=	fuerza axial de diseño solicitada en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N. Capítulo D 10
$\Delta P_{ui}$	=	valor absoluto del incremento de la fuerza axial sobre la columna de confinamiento i, causada por el momento solicitado de diseño, $M_{ui}$ , en N. Capítulo D 10
$R$	=	coeficiente de capacidad de disipación de energía.
$R_e$	=	coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.
$R_m$	=	parámetro definido por medio de la ecuación (D 3-1).
$R_o$	=	coeficiente básico de capacidad de disipación de energía.
$r$	=	relación entre el área neta y el área bruta de las unidades de mampostería, adimensional
$s$	=	separación del refuerzo de cortante medida a lo largo del eje vertical del muro, mm.
$t$	=	espesor efectivo de la sección para evaluar efectos de pandeo, mm. Véase D 5 4 2
$V$	=	fuerza cortante actuante que ocurre simultáneamente con M.
$V_n$	=	fuerza cortante resistente nominal del muro, en N
$V_{nc}$	=	fuerza cortante resistente nominal para una sección de concreto reforzado, calculada de acuerdo con los requisitos del Título C del Reglamento, en N Capítulo D 10.
$V_m$	=	resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por la mampostería N.
$V_u$	=	fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro, en N

$V_{uc}$	=	fuerza cortante mayorada solicitada de diseño que actúa sobre las columnas de confinamiento cerca a la intersección con la viga de confinamiento, en N. Capítulo D 10.
$V_s$	=	resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por el refuerzo de cortante, N.
$x_i$	=	distancia de la columna de confinamiento $i$ al borde del muro, en mm. Capítulo D.10
$\bar{x}$	=	distancia al borde del muro del centroide de las áreas de todas las columnas de confinamiento del muro, en mm. Capítulo D 10.
$\alpha$	=	coeficiente para ser empleado en la ecuación (D 5-24).
$\epsilon_{mu}$	=	máxima deformación unitaria permisible de compresión en la mampostería ( $\epsilon_{mu} = 0.003$ ).
$\epsilon_v$	=	deformación unitaria de fluencia del acero de refuerzo
$\phi$	=	coeficiente de reducción de resistencia.
$\rho$	=	cuantía de refuerzo a tracción por flexión, $\rho = A_s/(bd)$ .
$\rho_b$	=	cuantía correspondiente a las condiciones de flexión balanceada.
$\rho_n$	=	cuantía de refuerzo horizontal que resiste cortante en un muro en un plano perpendicular al plano $A_{mv}$ , $mm^2$

## D.2.5 - DEFINICIONES

Las definiciones siguientes corresponden a los términos de mayor uso en el presente título de estas normas. Deberán consultarse además, las consignadas en A.12.1, en el capítulo C.2, y en la norma NTC 4383.

**Absorción** - Cantidad de agua que penetra en los poros de la unidad en relación al peso seco

**Acción compuesta** - Transferencia de esfuerzos entre los componentes de un elemento diseñado para resistir las cargas de tal manera que los componentes actúan en conjunto como un solo elemento.

**Adherencia** - Adhesión y enlace del concreto ó el mortero al refuerzo ó a otras superficies junto a las cuales es colocado. Capacidad del mortero para atender esfuerzos normales y tangenciales a la superficie que lo une en la estructura.

**Aditivo** - Es toda substancia, diferente al agua, los agregados, el cemento y los refuerzos, usada como ingrediente del concreto o mortero y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o después del mezclado

**Altura libre efectiva** - Distancia libre entre elementos que proveen apoyo lateral y que se emplea para calcular la relación de esbeltez del muro o columna.

**Antepecho** - Muro de altura inferior a la de piso que configura la parte inferior de una ventana, de un balcón

**Aparejo** - Patrón de colocación de las unidades de mampostería.

**Aparejo trabado** - Patrón de colocación de las unidades de mampostería traslapadas con las unidades superiores e inferiores al menos en un cuarto de la longitud de la pieza

**Aparejo de petaca** - Patrón de colocación de las unidades de mampostería alineadas verticalmente sin traslapes

**Arcilla cocida (cerámica)** - Mezcla de arcilla, sílice y otros componentes menores, moldeada y que ha sido sometida a temperaturas altas por tiempo prolongado

**Area bruta de la sección** - Area delimitada por los bordes externos de la mampostería en el plano bajo consideración.

**Area neta de la sección** - Es el área de la unidad de mampostería incluyendo los morteros de relleno y excluyendo las cavidades, medida en el plano bajo consideración, desde los bordes externos de la mampostería

**Bloque** – Es un tipo de pieza de mampostería que tiene huecos.

**Bloque de perforación horizontal** – Es un bloque de arcilla cocida cuyas perforaciones son horizontales y que se sienta sobre la cara que no tiene huecos.

**Bloque de perforación vertical** – Es un bloque, de concreto o de arcilla cocida, que tiene perforaciones verticales que forman celdas donde se coloca el refuerzo. En las celdas donde haya refuerzo vertical debe colocarse mortero de relleno.

**Cabezal** - Parte extrema de un elemento estructural.

**Celda** - Cavidad continua interior en la mampostería.

**Cemento de mampostería** - Cemento hidráulico producido para usarse en mortero de pega y que genera mayor plasticidad y retención de agua que los obtenidos usando solo cemento Portland.

**Conector** - Elemento mecánico para unir dos o más piezas, partes o miembros.

**Cuantía** - Relación entre el área transversal del refuerzo y el área bruta de la sección considerada

**Dimensiones nominales** - Son las dimensiones modulares de la unidad de mampostería incluyendo los espesores de pega y/o acabados. No deben exceder en más de 10 mm a las dimensiones reales

**Dimensiones reales** - Son las dimensiones externas de fabricación de la pieza

**Elemento compuesto** - Muros con aletas de sección transversal en forma de L, T, C, H, Z, I, Y, etc. que trabajan con acción compuesta.

**Barra de empalme** - Refuerzo que transfiere por adherencia el esfuerzo entre el refuerzo longitudinal de un muro y el elemento de soporte, en el cual se ancla adecuadamente

**Junta de control** - Cualquier separación continua que reduzca la transferencia de esfuerzos. Se coloca para permitir desplazamientos controlados relativos dentro de los elementos, o para suspender o controlar constructivamente los tamaños de los elementos

**Junta de pega** - Capa de mortero en cualquier dirección, utilizada para adherir las unidades de mampostería

**Mortero de pega** - Mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para unir las unidades de mampostería

**Mortero de relleno** - Mezcla fluida de materiales cementantes, agregados y agua, con la consistencia apropiada para ser colocado sin segregación en las celdas o cavidades de la mampostería.

**Murete o prisma** - Ensamble de piezas de mampostería con mortero de pega inyectadas o no de mortero de relleno usado como espécimen de ensayo para determinar las propiedades de la mampostería

**Muro estructural** - Elemento estructural de longitud considerable con relación a su espesor, que atiende cargas en su plano adicionales a su peso propio

**Muro no estructural** - Elemento dispuesto para separar espacios, que atiende cargas únicamente debidas a su peso propio.

**Plasticidad (mortero de pega)** - Facilidad con que se extiende el mortero de pega sobre una superficie, sin pérdida de su uniformidad.

**Posición Normal** - Forma típica de colocación de la unidad de mampostería en el muro de que hace parte.

**Prisma** - Murete

**Resistencia a la compresión de la mampostería ( $f'_m$ )** – Resistencia nominal de la mampostería a la compresión, medida sobre el área transversal neta.

**Retención de agua** - Capacidad del mortero de pega para evitar la pérdida de humedad, manteniendo su estado plástico

**Tasa inicial de absorción** - Medida de la cantidad de agua que absorbe la unidad de mampostería en contacto con el agua por unidad de tiempo y por unidad de área.

**Tolete** – Es una unidad de mampostería sólida. Puede ser de arcilla cocida, de concreto o silico-calcárea.

**Traba** - Intersección continua y traslapada de dos muros.

**Trabajabilidad (mortero de pega)** - Medida de la plasticidad de una mezcla

**Unidad de mampostería** - Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional, que unida con mortero configura el muro de mampostería.



## CAPITULO D.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES EN LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

### D.3.0 - NOMENCLATURA

$f'_m$	= resistencia nominal a la compresión de la mampostería, MPa
$f'_{cr}$	= resistencia a la compresión del mortero de relleno, MPa
$f'_{cu}$	= resistencia especificada a la compresión de la unidad de mampostería medida sobre área neta, MPa
$f'_{cp}$	= resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa
$h$	= altura de la unidad de mampostería, en mm, para ser empleada en la ecuación (D.3-1)
$k_p$	= factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional $k_p = 1.4$ para unidades de concreto $k_p = 0.8$ para unidades de arcilla o silico-calcáreas
$R_m$	= parámetro definido por medio de la ecuación (D 3-1)
$r$	= relación entre el área neta y el área bruta de las unidades de mampostería, adimensional

### D.3.1 - ASPECTOS GENERALES

**D.3.1.1 – REQUISITOS PARA LOS MATERIALES** - Los materiales utilizados en las construcciones de mampostería estructural deben cumplir los requisitos de calidad especificados en el presente Capítulo. Este cumplimiento debe comprobarse mediante ensayos realizados sobre muestras representativas

**D.3.1.2 – ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES** - Los ensayos de los materiales se deben realizar siguiendo los procedimientos establecidos en las normas técnicas colombianas NTC respectivas. A falta de ellas deben seguirse las normas correspondientes de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, mencionadas en el Reglamento. En D.2 3 1 se indican las normas adoptadas para el presente Título, las cuales hacen parte de él

### D.3.2 - CEMENTO Y CAL

**D.3.2.1** - El cemento utilizado en la obra debe estar en condiciones apropiadas y debe corresponder en su tipo y clase a aquel sobre el cual se basan las dosificaciones del concreto y los morteros. Deben cumplirse las siguientes normas:

Cemento portland:	NTC 121 y NTC 321. Se permite el uso de cementos fabricados bajo las normas ASTM C150 y C595
Cemento para mampostería	NTC 4050 (ASTM C91)
Cal viva:	NTC 4046 (ASTM C5)
Cal hidratada	NTC 4019 (ASTM C270)

### D.3.3 – ACERO DE REFUERZO

**D.3.3.1** – El acero de refuerzo debe cumplir con los mismos requisitos del numeral C.3.5 de este Reglamento y debe ajustarse a las normas de producción y uso mencionadas allí. Al momento de la colocación debe estar limpio en la superficie, sin corrosión y figurado de acuerdo a los planos

### D.3.4 - MORTERO DE PEGA

**D.3.4.1 – REQUISITOS GENERALES** - Los morteros de pega utilizados en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 3329 (ASTM C270) El mortero premezclado para pega de unidades de mampostería debe

cumplir con la norma NTC 3356 (ASTM C1142). Los morteros de pega deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

**Tabla D.3-1  
Clasificación de los morteros, características mecánicas, y dosificación en partes por volumen**

Mortero tipo	Resistencia a la Compresión $f'_{cp}$ MPa <sup>(1)</sup>	Flujo Mínimo <sup>(2)</sup>	Retención Mínima de Agua % <sup>(2)</sup>	Cemento Portland	Cal hidratada	Cemento para Mampostería	Arena/Material Cementante	
							Min.	Máx.
M	17.5	120%	75%	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	115%	75%	1	0.25 a 0.50	no aplica	2.50	3.5
				0.5	no aplica	1	2.50	3.0
N <sup>(3)</sup>	7.5	110%	75%	1	0.50 a 1.25	no aplica	3.00	4.5
				0	no aplica	1	3.00	4.0

Notas:

- (1) Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado (o en cilindros de 75 mm de diámetro, por 150 mm de altura, correlacionando sus resultados a los de cubos como referencia)
- (2) Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91)
- (3) El mortero tipo N solo se permite en sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DM)

**D.3.4.2 – DOSIFICACION DEL MORTERO DE PEGA** - La dosificación de los componentes de los morteros de pega debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencia de campo en obras similares y se clasifican como M, S o N de acuerdo con la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión, según la tabla D.3-1. La resistencia a la compresión se mide a los 28 días sobre probetas tomadas en cubos de 50 mm de lado, o en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura. Los diferentes tipos de mortero deben cumplir con las condiciones mínimas de flujo inicial y retención de agua establecidos en la tabla D.3-1. Para cada uno de los tipos de mortero, en la tabla D.3-1 se indican dos alternativas de dosificación, una utilizando cemento portland y cal hidratada, y la otra utilizando cemento portland y cemento para mampostería. Puede emplearse cualquiera de las dos alternativas de dosificación, pero no se permiten dosificaciones que empleen simultáneamente cal hidratada y cemento de mampostería

**D.3.4.2.1 – Probetas cilíndricas** - En caso de utilizarse probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión, sus resultados deben correlacionarse respecto a los obtenidos en cubos de 50 mm de lado que constituyen la referencia de la dosificación.

**D.3.4.3 – USO DE LA CAL** - Al usar cal en la preparación del mortero, ésta debe ser cal hidratada y se debe verificar que ésta no sea perjudicial a ninguna de las propiedades especificadas.

**D.3.4.4 - AGREGADOS** - Los agregados para el mortero de pega deben cumplir la norma NTC 2240 (ASTM 144) y estar libres de materiales contaminantes o deleznales que puedan deteriorar las propiedades del mortero de pega.

**D.3.4.5 - AGUA** - El agua utilizada para el mortero de pega debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan ser dañinas para el mortero o el refuerzo embebido.

**D.3.4.6 - COLORANTES Y ADITIVOS** - Los colorantes y aditivos que se utilicen en la preparación del mortero de pega deben someterse a la aprobación previa del supervisor técnico y debe demostrarse mediante realización de ensayos de laboratorio o evidencia confiable de obras similares, que no deterioran ninguna de las propiedades deseables del mortero ni de las unidades de mampostería, ni causan corrosión del refuerzo embebido.

**D.3.4.7 - PREPARACION EN OBRA** - La preparación del mortero de pega con las dosificaciones establecidas previamente, debe hacerse mecánicamente en seco o con el agua de amasado suficiente para obtener la plasticidad requerida. Cuando se mezclen los componentes en seco, la adición de agua se debe realizar por el albañil hasta obtener la plasticidad y consistencia requeridas. El tiempo de mezclado debe ser el suficiente para obtener uniformidad sin segregación en la mezcla. La preparación manual solo se admite para trabajos de obras menores no contempladas en A.1.6.1 de estas normas.

**D.3.4.7.1 – Morteros mezclados en seco** - Los morteros de pega mezclados en seco deben usarse antes de que se inicie la hidratación del cemento por contacto con el agua natural de la arena. En ningún caso se pueden utilizar después de 2 horas y media de haber sido mezclados, excepto los morteros de larga vida

**D.3.4.7.2 – Morteros premezclados** - Los morteros premezclados de larga vida, deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones y dentro del tiempo especificado por el fabricante. Debe verificarse mediante ensayos que estos morteros no presentan deterioro de sus propiedades al momento de utilizarse

### D.3.5 - MORTERO DE RELLENO

**D.3.5.1 – REQUISITOS GENERALES** - Los morteros de relleno utilizados en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 4048 (ASTM C476). Deben ser de buena consistencia y con fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación

**D.3.5.2 - DOSIFICACION** - La dosificación de los componentes de los morteros de relleno debe basarse en ensayos previos de laboratorio o con experiencia de campo en obras similares y su clasificación se debe basar en la dosificación mínima de sus componentes indicada en la tabla D.3-2. La resistencia,  $f'_{cr}$ , debe medirse a los 28 días sobre probetas tomadas en las celdas de las unidades huecas o en prismas de unidades dispuestas convenientemente, con uso de papel permeable que permita la transferencia de agua entre el mortero de relleno y las unidades de mampostería, impidiendo su adherencia. El procedimiento para la toma de muestras y el ensayo debe hacerse de acuerdo a la norma NTC 4043 (ASTM C1019). La resistencia a la compresión también puede medirse a los 28 días sobre probetas tomadas en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura

**Tabla D.3-2**  
**Clasificación y dosificación por volumen de los morteros de relleno**

Tipo de Mortero	Cemento Portland	Agregados/Cemento			
		Fino		Grueso (tamaño < 10 mm)	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.
Fino	1	2.25	3.5	-	-
Grueso	1	2.25	3.0	1.0	2.0

**D.3.5.3 – VALOR MAXIMO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION** - La resistencia a la compresión del mortero de relleno medida a los 28 días,  $f'_{cr}$ , debe tener un valor máximo de 1.5 veces  $f'_m$  y un valor mínimo de 1.2 veces  $f'_m$ , pero en ningún caso la resistencia a la compresión a los 28 días puede ser inferior a 10 MPa

**D.3.5.4 – USO DE LA CAL** - En caso de utilizarse cal, esta debe cumplir la norma NTC 4019 (ASTM C207) con una dosificación máxima del 10% del volumen de cemento

**D.3.5.5 - AGREGADOS** - Los agregados para el mortero de relleno deben cumplir la norma NTC 4020 (ASTM C404) y estar libres de materiales contaminantes o deleznable que puedan deteriorar las propiedades del mortero de relleno.

**D.3.5.6 – AGUA Y ADITIVOS** - El agua y los aditivos empleados deben cumplir lo establecido en D 3 4.5 y D 3 4 6 en concordancia con C.3.4 y C 3 6 de estas normas.

**D.3.5.7 – MEZCLADO Y TRANSPORTE** - La preparación del mortero de relleno debe realizarse mecánicamente. El transporte desde el sitio de mezclado hasta el sitio de inyección debe garantizar la conservación de la consistencia y plasticidad de la mezcla

### D.3.6 - UNIDADES DE MAMPOSTERIA

**D.3.6.1 – TIPOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERIA** - Las unidades de mampostería que se utilicen en las construcciones de mampostería estructural pueden ser de concreto, cerámica (arcilla cocida), silico-calcáreas o de piedra. Según el tipo de mampostería estructural y según el tipo de refuerzo, las unidades pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal o sólidas, de acuerdo con la posición normal de la pieza en el muro. Las unidades sólidas son aquellas cuyas cavidades ocupan menos de un 25% del volumen de la pieza

**D.3.6.2 – NORMAS DE PRODUCCION Y CALIDAD** - Todas las unidades de mampostería utilizadas en el diseño y la construcción de estructuras de mampostería deben cumplir con las siguientes normas.

**D.3.6.2.1 - Unidades de concreto para mampostería**

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical portante de concreto para mampostería deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C90)
- (b) Las unidades portantes de concreto macizas (tolete) para mampostería, deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C55)
- (c) Las unidades de concreto para mampostería no estructural, deben cumplir con la norma NTC 4076 (ASTM C129)

**D.3.6.2.2 - Unidades de arcilla para mampostería**

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical de arcilla para mampostería estructural deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C34)
- (b) Las unidades de arcilla macizas (tolete) para mampostería estructural deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C62, C652)
- (c) Las unidades de arcilla para mampostería no estructural deben cumplir con la norma NTC 4205 (ASTM C56, C212, C216).

**D.3.6.2.3 - Unidades sílico-calcáreas para mampostería** - Las unidades sílico-calcáreas para mampostería deben cumplir con la norma NTC 922 (ASTM C73)

**D.3.6.3 – UNIDADES ESPECIALES** - Para la construcción de elementos de mampostería como muros, vigas, etc , son indispensables unidades especiales, las cuales deben cumplir las especificaciones adoptadas para las unidades típicas del mismo material.

**D.3.6.4 - UNIDADES DE MAMPOSTERIA DE PERFORACION VERTICAL** - Las unidades de mampostería de perforación vertical (bloque) se pueden utilizar en las construcciones de mampostería estructural de todos los tipos clasificados en D 2.1. Pueden ser de concreto, arcilla o sílico-calcáreas. Se establecen, además, para este tipo de unidades los siguientes requisitos:

**D.3.6.4.1 – Dimensiones de las celdas y las paredes** – El área de las celdas verticales de la pieza de mampostería en posición normal, no puede ser mayor que el 65% del área de la sección transversal. Las celdas verticales u horizontales continuas en donde se coloque refuerzo no pueden tener una dimensión menor de 50 mm, ni menos de 3000 mm<sup>2</sup> de área. Las paredes externas e internas no pueden tener un espesor menor que el establecido en la tabla D 3-3.

**Tabla D.3-3**  
**Espesores mínimos de paredes en unidades (bloques)**  
**de mampostería de perforación vertical (mm)**

Espesor externo nominal	Espesor mínimo de paredes exteriores		Espesor mínimo de tabiques transversales
	sin perforaciones verticales secundarias	con perforaciones verticales secundarias	sin perforaciones verticales secundarias
80 <sup>(1)</sup>	20	30	20
100	20	30	20
120	22	32	20
150	25	35	25
200	30	40	25
250	35	45	30
300	40	50	30

Nota <sup>(1)</sup> La unidad de 80 mm de espesor externo nominal solo se permite en muros no estructurales y en las paredes laterales de mampostería de cavidad.

**D.3.6.4.2 – Perforaciones secundarias** - Las unidades de perforación vertical en arcilla cocida pueden tener perforaciones secundarias en las paredes, distintas a las celdas principales y paralelas a ellas. Las perforaciones en las paredes no pueden tener una dimensión transversal mayor de 20 mm ni pueden estar a menos de 10 mm del borde de la pared perforada.

**D.3.6.5 - UNIDADES DE PERFORACION HORIZONTAL** - Las unidades de mampostería de perforación horizontal (bloque) solo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería clasificados en D 2.1:

mampostería de muros confinados y mampostería de cavidad reforzada. También se pueden usar combinadas con unidades de perforación vertical, en edificaciones de uno y dos pisos del grupo de uso I para mampostería no reforzada y para mampostería parcialmente reforzada.

**D.3.6.6 - UNIDADES MACIZAS DE MAMPOSTERIA** - Las unidades macizas de mampostería (tolete) solo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería clasificados en D 2 1: mampostería de muros confinados y mampostería de cavidad reforzada. También se pueden utilizar, combinadas con unidades de perforación vertical para mampostería parcialmente reforzada

### D.3.7 - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERIA A LA COMPRESION $f'_m$

**D.3.7.1 – DETERMINACION DE  $f'_m$  PREVIA A LA CONSTRUCCION** - El valor especificado para la resistencia a la compresión de la mampostería  $f'_m$ , se debe determinar de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos:

- (a) Por medio de registros históricos (D.3.7.3).
- (b) Por determinación experimental sobre muretes de prueba (D 3 7 4).
- (c) Por medio de ensayos sobre materiales individuales (D 3.7.5)

**D.3.7.1.1 – Aplicabilidad de los procedimientos** - Los valores de  $f'_m$  definidos en esta sección que se basan en la calidad de los materiales, solo se pueden utilizar en el diseño previo a la construcción y no para control de calidad.

**D.3.7.2 – ELABORACION Y ENSAYO DE LOS MURETES** - La elaboración y el ensayo de los muretes que se utilicen en la determinación de  $f'_m$ , deben llevarse a cabo de acuerdo con la norma NTC 3495 (ASTM E447); cumpliendo, además, con los siguientes requisitos:

**D.3.7.2.1 – Requisitos de elaboración de los muretes** - Los muretes deben elaborarse con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones que la estructura. El contenido de humedad de los materiales debe ser el mismo que se tiene en la estructura en el momento de construirse. La calidad de la mano de obra debe ser la misma que se va a utilizar en la construcción. Cuando en la construcción se coloca el mortero de pega solamente en las paredes laterales de las unidades de perforación vertical, los muretes deben elaborarse colocando mortero de pega solo sobre las paredes laterales y sin mortero de pega en los tabiques transversales, incluyendo los terminales. Véase D 4 5 10.1(b).

**D.3.7.2.2 – Determinación del valor de  $f'_m$**  - El valor de  $f'_m$ , para una muestra debe ser el promedio obtenido del ensayo de 3 muretes de igual procedencia, pero no debe ser mayor del 125 por ciento del menor valor obtenido en los ensayos.

**D.3.7.2.3 – Area para determinación de los esfuerzos** - El valor de cada ensayo se obtiene de dividir la carga última obtenida por el área neta de la mampostería que tiene el murete ensayado.

**D.3.7.2.4 – Dimensiones de los muretes** - Los muretes deben tener un mínimo de 300 mm de altura y una relación altura-ancho mayor en 1.5 y menor de 5. Los muretes de mampostería de bloque de perforación vertical deben tener al menos el largo de una pieza completa. Los muretes de otros tipos deben tener al menos 100 mm de largo. El ancho y el tipo de construcción deben ser representativos del tipo de mampostería que se va a utilizar en la construcción. Las celdas de la mampostería de bloque de perforación vertical no deben llenarse a menos que se trate de mampostería totalmente inyectada.

**D.3.7.2.5 – Corrección por esbeltez** - El valor de  $f'_m$  debe corregirse multiplicándolo por el factor de corrección por esbeltez del murete dado en la tabla D 3 4

Tabla D.3.4  
Factor de corrección por esbeltez para  $f'_m$

Relación altura/espesor del murete	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

**D.3.7.2.6 – Curado de los muretes** - Los muretes deben guardarse por siete días al aire a una temperatura de 21 grados centígrados, más/menos 5 grados, a una humedad relativa que exceda el 90 por ciento, y posteriormente a las mismas condiciones, pero con una humedad relativa que puede estar entre el 30 y el 50 por ciento, hasta su ensayo a los 28 días de la fabricación. Los muretes que se construyan a pie de obra deben guardarse bajo un material que les conserve la humedad por un lapso de 48 a 96 horas y después de este tiempo se pueden llevar al laboratorio.

**D.3.7.2.7 – Refrentado y ensayo** - Los muretes deben refrentarse y ensayarse bajo la norma NTC 3495 (ASTM E447).

**D.3.7.3 - DETERMINACION ESTADISTICA DE  $f'_m$**  - Cuando existan registros históricos confiables y suficientes de resultados de ensayos de muestras de muretes de construcciones anteriores realizadas con los materiales especificados para la obra, llevadas a cabo con similares procesos técnicos y de supervisión, en caso de que el coeficiente de variación de los resultados sea inferior o igual al 30%, se permite seleccionar el valor de  $f'_m$  con base en estos registros, según el número de resultados de ensayos registrados y de acuerdo con:

**D.3.7.3.1 - Más de 30 ensayos históricos** - Cuando el número de resultados de ensayos de muestras registradas, sea superior o igual a 30, se puede seleccionar  $f'_m$  como el 75% del valor promedio de los resultados del registro.

**D.3.7.3.2 – Entre 10 y 30 ensayos históricos** - Cuando el número de resultados de ensayos de muestras registradas sea de 10 a 30, se puede seleccionar  $f'_m$  como el 70% del valor promedio de los resultados del registro.

**D.3.7.3.3 – Menos de 10 ensayos históricos** - Cuando el número de pruebas registradas, con tres o más muretes por prueba, sea inferior a 10, no se pueden utilizar los registros históricos para la selección de  $f'_m$ .

**D.3.7.4 - DETERMINACION EXPERIMENTAL DE  $f'_m$**  - La resistencia especificada a la compresión de la mampostería  $f'_m$ , se puede determinar experimentalmente para los mismos materiales que se van a emplear, realizando ensayos sobre muretes preliminares a la obra, de acuerdo con lo indicado en el numeral D 3 7 2, exceptuando el número de muretes por muestra, los cuales deben ser los indicados a continuación:

**D.3.7.4.1 - Más de 30 ensayos previos a la obra** - Cuando el número de muretes ensayados sea superior o igual a 30,  $f'_m$  se puede tomar como el 85% del valor promedio de los ensayos realizados.

**D.3.7.4.2 – Entre de 10 y 30 ensayos previos a la obra** - Cuando el número de muretes ensayados sea superior a 10 e inferior a 30,  $f'_m$  se puede tomar como el 80% del valor promedio de los ensayos.

**D.3.7.4.3 - Menos de 10 ensayos previos a la obra** - Cuando el número de muretes ensayados sea inferior a 10 pero no menor de 3,  $f'_m$  se puede tomar como el 75% del valor promedio de los ensayos.

**D.3.7.5 - VALOR DE  $f'_m$  BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES** - Cuando  $f'_m$  no se seleccione mediante ensayos de muretes preliminares o históricos, su valor puede determinarse con base en una correlación apropiada de la calidad de los materiales empleados. En ausencia de tal correlación, el valor de  $f'_m$ , se puede determinar mediante la siguiente expresión.

$$R_m = \left( \frac{2h}{75 + 3h} \right) f'_{cu} + \left( \frac{50 k_p}{75 + 3h} \right) f'_{cp} \leq 0.8 f'_{cu} \quad (D.3-1^*)$$

$$f'_m = 0.75 R_m \quad (D.3-2)$$

Los valores empleados en la ecuación D 3-1 deben indicarse en los planos estructurales y controlarse en la obra de acuerdo con lo establecido en la sección D 3 8, pero esto no exime de la obligación de comprobar el valor de  $f'_m$  por medio de muretes como lo indica la sección D 3.8 1 4.

**D.3.7.6 - VALOR DE  $f'_m$  CUANDO HAY CELDAS CON MORTERO DE INYECCION, BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES** - En la mampostería de cavidad reforzada o de perforación vertical, inyectada con mortero de relleno, se puede obtener el valor de  $f'_m$  de la siguiente forma:

$$f'_m = 0.75 [rR_m + 0.9(1 - r)f'_{cr}] \leq 0.94 R_m \quad (D.3-3)$$

### D.3.8 - EVALUACION Y ACEPTACION DE LA MAMPOSTERIA

**D.3.8.1 - FRECUENCIA DE MUESTREO Y ENSAYOS** - El número de pruebas y su frecuencia deben ser como mínimo los siguientes:

**D.3.8.1.1 - Mortero de pega** - Para el mortero de pega debe realizarse por lo menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro o por cada día de pega. Igualmente se debe verificar con frecuencias semanales las condiciones de plasticidad y retención de agua de los morteros de pega usados en la obra.

**D.3.8.1.2 - Mortero de relleno** - Para el mortero de relleno se debe realizar al menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada diez (10) metros cúbicos de mortero inyectado o por cada día de inyección.

**D.3.8.1.3 - Unidades de mampostería** - Para las unidades de mampostería se deben realizar los ensayos establecidos de absorción inicial, absorción total, estabilidad dimensional y resistencia a la compresión de por lo menos cinco (5) unidades por cada lote de producción y no menos de una unidad por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro

**D.3.8.1.4 - Muretes** - La resistencia a la compresión de la mampostería,  $f'_m$ , debe verificarse mediante el ensayo de al menos tres (3) muretes por cada quinientos (500) metros cuadrados de muro o fracción, realizados con los materiales y procedimientos empleados en obra. Para unidades de perforación vertical debe medirse el efecto del mortero de relleno en la resistencia de la mampostería, mediante ensayos adicionales de muretes inyectados con mortero, en la cantidad y frecuencia apropiadas, a juicio del supervisor técnico, de acuerdo con lo establecido en el Título I, pero en ningún caso en cantidad inferior al 25% del total de especímenes ensayados.

**D.3.8.1.5 - Acero de refuerzo** - La calidad del acero de refuerzo se debe comprobar de acuerdo con los requisitos de C.3 5.8

**D.3.8.2 - CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO** - Deben aplicarse los siguientes criterios para aceptar la calidad de la mampostería

**D.3.8.2.1 - Resistencia mínima** - La calidad de la mampostería se considera satisfactoria si se cumplen simultáneamente que el promedio de los resultados de resistencia a la compresión de los morteros de pega, morteros de relleno, unidades y muretes es mayor o igual a la resistencia especificada, y ningún valor individual es inferior al 80% de la resistencia especificada.

**D.3.8.2.2 - Medidas correctivas** - Si no se cumple uno o varios de los requisitos anteriores deben tomarse de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de las subsiguientes evaluaciones de resistencia.

**D.3.8.2.3 - Resultados de resistencia bajos** - Si algún resultado individual de resistencia a la compresión de los morteros de pega, morteros de relleno, unidades y muretes es inferior al 80% del valor especificado deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no se haya comprometido. En caso de confirmarse que la mampostería es de baja resistencia y si los cálculos indican que la capacidad de soportar carga de la estructura se ha reducido significativamente se puede apelar al ensayo de extracción de porciones cortadas de los muros afectados. En tal caso deben tomarse 3 porciones por cada lote afectado

**D.3.8.2.4 – Pruebas de carga** - Si los criterios de D.3.8.2.3 no se cumplen y si la seguridad estructural permanece en duda, el supervisor técnico puede ordenar que se hagan pruebas de carga como las descritas en el capítulo C.19 para la parte dudosa de la estructura.

---



## CAPITULO D.4

### REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

#### D.4.0 – NOMENCLATURA

- $d_b$  = diámetro de la barra, mm.  
 $f_y$  = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.  
 $f'_m$  = resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.  
 $\sqrt{f'_m}$  = raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.  
 $l_d$  = longitud de desarrollo requerida para el refuerzo, mm.  
 $l_{de}$  = longitud de desarrollo básica, mm.  
 $K$  = recubrimiento del refuerzo, mm.  
 $\phi$  = coeficiente de reducción de resistencia, dado en el Capítulo D.5

#### D.4.1 – ALCANCE

**D.4.1.1 – ALCANCE DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS** – Los requisitos constructivos para edificaciones de mampostería estructural que se dan en el presente Capítulo cubren los diferentes sistemas de mampostería estructural. Cuando los requisitos son propios de un solo sistema de mampostería se indica en el texto para cual de ellos es aplicable. Si no se hace esta advertencia se entiende que el requisito es obligatorio para todos los tipos de mampostería estructural. En el Título E se dan requisitos especiales para casas de uno y dos pisos construidas con mampostería confinada.

#### D.4.2 - DETALLES DEL REFUERZO

**D.4.2.1 - EMBEBIDO DEL REFUERZO** – Todo refuerzo que se emplee en los diferentes tipos de mampostería estructural debe estar embebido en concreto, mortero de relleno o mortero de pega, y debe estar localizado de tal manera que se cumplan los requisitos de recubrimiento mínimo, anclaje, adherencia, y separación mínima y máxima con respecto a las unidades de mampostería y a otros refuerzos.

**D.4.2.2 - DIAMETROS MAXIMOS Y MINIMOS PERMITIDOS PARA EL REFUERZO** – Los refuerzos que se empleen en la mampostería estructural deben cumplir los siguientes diámetros mínimos y máximos

**D.4.2.2.1 – Refuerzo longitudinal en celdas y cavidades que se inyectan** – El refuerzo longitudinal que se coloca dentro de celdas de unidades de perforación vertical, celdas de unidades especiales tipo viga o cavidades que posteriormente se inyectan con mortero debe cumplir los siguientes requisitos:

- (a) El diámetro mínimo es N° 3 (3/8") o 10M (10 mm).
- (b) Para muros con espesor nominal de 200 mm o más no puede tener un diámetro mayor que N° 8 (1") ó 25M (25 mm)
- (c) Para muros de menos de 200 mm de espesor nominal no puede tener un diámetro mayor que N° 6 (3/4") ó 20M (20 mm)
- (d) El diámetro no puede exceder la mitad de la menor dimensión libre de la celda

**D.4.2.2.2 – Refuerzo de junta** – El refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero de pega debe cumplir los siguientes requisitos

- (a) El diámetro debe ser mínimo 4 mm

(b) El diámetro no puede exceder la mitad del espesor del mortero de pega.

**D.4.2.2.3 – Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de confinamiento** – Los diámetros mínimos y máximos que debe cumplir el refuerzo longitudinal y transversal en los elementos de confinamiento de la mampostería confinada deben consultarse en el Capítulo D 10.

**D.4.2.2.4 – Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de concreto reforzado dentro de la mampostería** – Los diámetros mínimos y máximos que debe cumplir el refuerzo longitudinal y transversal en los elementos de concreto reforzado embebidos o usados en combinación con la mampostería estructural, excepto los elementos de confinamiento de la mampostería confinada, deben cumplir lo especificado en el Título C del Reglamento, para el mismo grado de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (*DES, DMO, o DMI*) del sistema de mampostería estructural.

**D.4.2.3 - LÍMITES PARA LA COLOCACION DEL REFUERZO** – Se establecen los siguientes límites respecto a la colocación del refuerzo en la mampostería estructural:

**D.4.2.3.1 - Número de barras por celda vertical** – En la mampostería de unidades de perforación vertical solo debe colocarse una barra de refuerzo vertical por celda. Cuando la dimensión menor de la celda sea mayor de 140 mm se permite colocar dos barras por celda siempre y cuando su diámetro no sea mayor de N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm)

**D.4.2.3.2 - Barras en paquete** – Cuando se permiten dos barras por celda en la mampostería de unidades de perforación vertical, las barras pueden ser colocadas en paquete y en contacto para actuar como una unidad. Los puntos de corte de las barras individuales de un paquete deben estar espaciados como mínimo 40 veces el diámetro de la barra.

**D.4.2.3.3 - Distancia entre la barra y el borde interior de la celda** - El espesor de mortero de relleno entre el refuerzo y la unidad de mampostería no debe ser menor de 6.5 mm para mortero fino o 13 mm para mortero grueso.

**D.4.2.3.4 - Mampostería confinada** - En la mampostería de muros confinados el número de barras y la cantidad de refuerzo depende de la sección y del tipo de elemento diseñado para confinamiento. Los requisitos adicionales de construcción de este sistema se definen en el Capítulo D 10.

**D.4.2.4 - RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO** - La distancia de recubrimiento de las barras de refuerzo en mampostería de unidades de perforación vertical o mampostería de cavidad reforzada, es la siguiente:

**D.4.2.4.1 – Recubrimiento de barras colocadas en celdas** - Las barras de refuerzo deben tener un recubrimiento, incluyendo el mortero de relleno y la pared de la unidad de mampostería no menor de lo siguiente:

(a) Para mampostería expuesta al contacto con la tierra o intemperie: 51 mm para barras mayores a N° 5 (5/8") o 16M (16 mm) o 38 mm para barras menores o iguales a N° 5 (5/8") o 16M (16 mm)

(b) Para mampostería no expuesta al contacto con la tierra o intemperie: 38 mm

**D.4.2.4.2 – Recubrimiento del refuerzo de junta** - El refuerzo horizontal colocado en las juntas de pega debe estar completamente embebido en mortero con un recubrimiento mínimo de 12 mm cuando la mampostería está en contacto con la tierra o intemperie, o 6 mm cuando no se encuentra en contacto con la tierra o intemperie. El refuerzo horizontal debe protegerse con productos anticorrosivos cuando la mampostería esté en contacto con la tierra o intemperie.

**D.4.2.5 - DESARROLLO DEL REFUERZO EMBEBIDO EN MORTERO DE RELLENO**

**D.4.2.5.1 - Generalidades** - La tracción o compresión calculada en el refuerzo en cada sección, debe ser desarrollada a cada lado de la sección mediante la longitud de desarrollo, gancho, anclaje mecánico o una combinación de los mismos.