



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA

MEJORAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA
INTERIORMENTE

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
DANAÉ ALEJANDRA AFANADOR PÉREZ

TUTOR PRINCIPAL
M.I. JOSÉ ÁLVARO PÉREZ GÓMEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 28 DE FEBRERO DEL 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	3
CAPITULO 1.- Generalidades	4
1.1 Descripción del problema a investigar y justificación de la investigación.	4
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Palabras clave y alcance de la investigación	4
1.4 Objetivo de la Tesis.	4
1.5 Hipótesis.	4
CAPÍTULO 2.- CONSIDERACIONES	5
2.1.- Tipos de piezas	5
2.1.1 Definiciones	5
2.1.2 Dimensiones	6
2.1.3 Especificaciones	6
2.1.4 Muestreo	9
2.1.5 Marcado y Etiquetado	10
2.1.6 Adicionales	10
2.2 Morteros	11
2.2.1 Tipos	12
2.2.2 Clasificación	14
2.2.3 Selección de mortero según su uso.	16
2.3 Acero de Refuerzo	16
2.3.1 Diámetro del acero de refuerzo	16
2.3.2 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal	16
2.3.4 Protección del acero de refuerzo	17
2.3.5 Anclaje	17
2.3.6 Traslape de barras	19
2.4 Cimentaciones para mampostería (Guillermo, s.f)	21
2.4.1 Clasificación de las cimentaciones.	21
2.4.2 Características	23
2.4.3 Secuencia constructiva en cimentación	23
CAPITULO 3. MAMPOSTERÍA CONFINADA	25
3.1 Clasificación	25
3.2 Requisitos	25
3.2.1 Dalas y Castillos	25
3.2.2 Muros con aberturas	28
3.3 Procedimientos constructivos preliminares.	29
3.3.1 Secuencia constructiva en cimentación.	29
3.3.2 Secuencia constructiva en desplante de muros.	29
3.3.3 Secuencia constructiva en trazo.	30
3.3.4 Secuencia constructiva en nivelación.	30
3.3.5 Secuencia constructiva en colocación de reglas.	30
3.3.6 Secuencia constructiva en alineación	31
3.3 Procedimientos constructivos de muros	32
3.3.1 Secuencia de pegado de piezas	33
3.3.2 Piezas Huecas	33
3.3.3 Juntas constructivas de mortero	34

CAPÍTULO 4.- MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE	35
4.1 Requisitos	35
4.1.1 Cuantía de refuerzo. (mampostería, 2004)	35
4.1.2 Refuerzo en los extremos de muros.	36
4.1.3 Refuerzo horizontal en juntas de mortero	37
4.1.4 Muro transversales.	38
4.1.5 Traslapes	38
4.1.6 Colocación del refuerzo horizontal	38
4.1.7 Colocación de refuerzo vertical.	39
4.1.8 Secuencia constructiva en instalaciones dentro de los muros.	39
CAPÍTULO 5.-PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS EN MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE.	40
5.1 Cimentación	40
5.2 Desplante de muros.	41
5.2.1 Primer hilada	41
5.2.2 Mezcla de pega y colado de muro	41
5.2.3 Colocación de reglas de nivelación.	42
5.2.4 Refuerzo vertical.	43
5.2.5 Instalaciones	43
5.2.6 Junteo	44
Capítulo 6. MEJORAS CONSTRUCTIVAS	46
6.1 Cimentación – Acero vertical	46
6.2 Desplantes de muros	48
6.2.1 Plano de Despiece	48
6.2.2 Piezas Open End	49
6.2.3 Trazo	49
6.2.4 Pegado de bloques	52
6.2.5 Colado de Alveolos	53
6.2.6 Instalaciones	54
6.2.7 Dinteles y Emboquillado	54
6.2.8 Rendimientos	56
Capítulo 7. Conclusión	57
Bibliografía	59

Introducción

El sistema de construcción de mampostería es un método que podemos encontrar en diferentes edificaciones a lo largo de la historia, este ha evolucionado con el fin de lograr diferentes mejoras como resistencia ante cargas, procesos constructivos, habitabilidad, economía, etc.; se dio desde la mampostería básica con simples rocas unidas por mortero, hasta la mampostería elaborada con bloques prefabricados, con propiedades estandarizadas y normatividad aplicables en donde se podría destacar métodos de refuerzo interno conocido como refuerzo interiormente; sistema muy empleado en el sector de la construcción.

Nuestro país enfrenta con gran frecuencia una expansión de territorio en el ámbito habitacional por lo cual las constructoras deben realizar con mayor eficiencia los procesos constructivos, se busca que la obra sea segura, económica, y funcional durante su vida útil; uno de los factores importantes en los proyectos de construcción es la normatividad establecida para su diseño, lo que en nuestro país se ha quedado en el olvido, ya que se enfocan en solo entregar un proyecto lo más pronto posible dejando en el olvido “n” número de vicios ocultos.

Tomando en cuenta a todo lo anterior, esta investigación es dirigida a contribuir en la generación de información que mejore la técnica, ayude a entender el proceso constructivo, del sistema de bloque de concreto con refuerzo interiormente basándose en un estudio experimental. Este trabajo es una parte de la gran rama de estudios necesarios para un conocimiento más profundo sobre este tipo de procesos, por lo que es de tomar en cuenta que existen muchas variables que pueden influir en el resultado del estudio y que es necesario plantearlas con claridad.

CAPITULO 1.- Generalidades

1.1 Descripción del problema a investigar y justificación de la investigación.

Los arquitectos o ingenieros profesionales, diseñan, planean y construyen y no siempre se apegan a las especificaciones necesarias y mínimas, lo que resulta en desperfectos o deficiencias en las construcciones, así como sobre costos. La construcción con mampostería reforzada interiormente se ve afectada por lo antes mencionado ya que se tienen problemas desde el despalme de la cimentación hasta los acabados, si no se planea su construcción.

Derivado de esto es necesario satisfacer las necesidades de los profesionales con un mejor proceso constructivo donde obtengan mejoras en rendimientos de construcción, ahorros económicos y soluciones a los problemas más convencionales.

Para esto se participó en un proyecto piloto de una desarrolladora de vivienda en el Estado de México en donde aplicando un control en la ejecución de la obra desde la cimentación y con el uso de bloques especiales denominados “Open End” y block tipo “U” se lograron mejoras constructivas que redujeron los problemas constructivos en los muros, mejoraron la calidad, incrementaron la productividad en la obra, permitieron cumplir con la normatividad vigente y redujeron los costos.

1.2 Planteamiento del problema

¿Cómo solucionar el mal proceso constructivo en la mampostería reforzada interiormente cuando este se presente en una obra?

¿Cómo prevenir dichos problemas desde etapas tempranas en la construcción de dichas estructuras?

1.3 Palabras clave y alcance de la investigación.

Palabras Clave: Mampostería reforzada interiormente, soluciones mampostería, bloques especiales.

Alcance de la investigación:

1.4 Objetivo de la Tesis.

- General:

Encontrar mejoras para el sistema constructivo de mampostería reforzada interiormente.

- Particular (es):

- Identificar las malas prácticas en el proceso constructivo de mampostería reforzada interiormente.
- Aplicación de mejoras en una vivienda unifamiliar.

1.5 Hipótesis.

Entre más se utilice la normatividad y calidad aplicable, mejor será el resultado en el proceso constructivo de mampostería reforzada interiormente, así como uso de piezas especiales para la mejora de la construcción de dicha mampostería.

CAPÍTULO 2.- CONSIDERACIONES

2.1.- Tipos de piezas

2.1.1 Definiciones

Como se puede ver en la ilustración 2:

Área neta (real). - Es la superficie real de la pieza, que se obtiene de restar el área de los huecos del área total.

Área total (bruta). - Es la resultante de multiplicar el largo por el ancho de la pieza.

Celda, (hueco o alveolo). - Es el espacio vacío que atraviesa la pieza por lo menos en el 95% de su altura con el fin de aligerarla y eventualmente alojar los elementos de refuerzo, tuberías e instalaciones, mortero, además, en ocasiones mejora las condiciones de aislamiento térmico y acústico de los muros.

Lote. - Es la cantidad de piezas de un mismo tipo fabricadas bajo las mismas condiciones en un día de trabajo o en su caso la cantidad de piezas de un mismo tipo, recibidas en un día de trabajo de un solo fabricante como se puede ver ilustración 1.



Ilustración 1.-Lote en obra, fuente del autor

Paredes Exteriores. - Son las partes exteriores de la pieza hueca, comprendidas entre sus caras y los huecos o perforaciones.

Paredes interiores. - Son las partes interiores entre los huecos o las perforaciones.

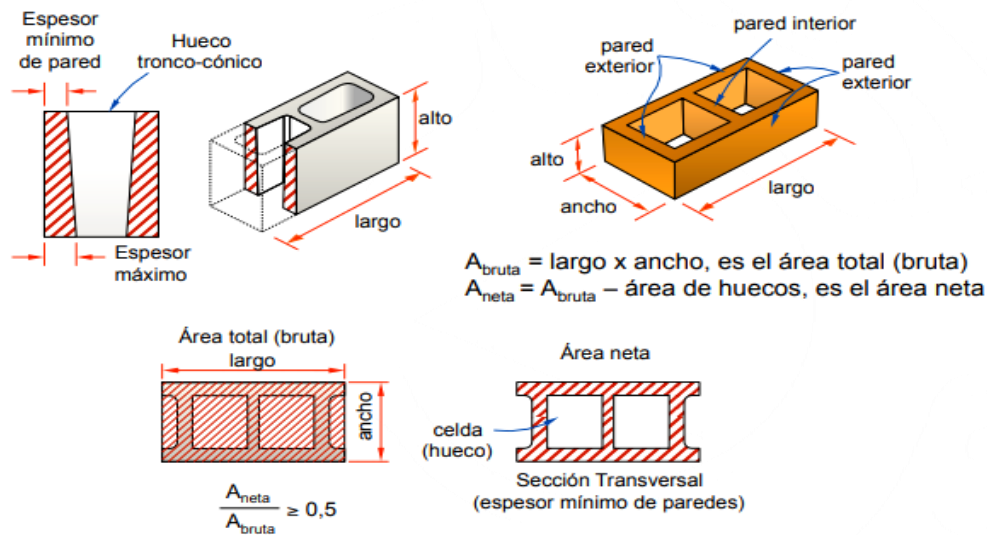


Ilustración 2.- Ejemplos de partes de piezas, área neta y bruta. (NMX-C-404-ONNCCE-2012).

2.1.2 Dimensiones

Bloque. - Es una pieza de mampostería cuyo largo nominal es de 400 mm o mayor en módulos de 100 mm y cuya altura nominal es de 200 mm, (incluyendo la junta de albañilería). Generalmente se fabrica de concreto y puede ser macizo, multiperforado o hueco.

Dimensión de fabricación. - Es la dimensión especificada para la elaboración de la pieza (sin el espesor de la junta de albañilería), a la cual se debe ajustar la dimensión real dentro de las tolerancias permitidas. Para los bloques comunes el alto y largo corresponden a 190 mm x 390 mm (19 cm x 39 cm).

Dimensión nominal o modular. - Es aquella que respeta la coordinación modular en los bloques (múltiplos del módulo base igual a 100 mm) y que corresponde a las dimensiones reales de la pieza, más el espesor de la junta de albañilería y considerando sus tolerancias de fabricación, por ejemplo, los bloques comunes tienen dimensiones nominales de 200 mm x 400 mm (20 cm x 40 cm) en su altura y longitud respectivamente.

Dimensión real. - Es la medida de cada pieza obtenida por medición mediante el método de ensayo especificado en la norma mexicana NMX-C-038-ONNCCE.

2.1.3 Especificaciones

Pieza Mampostería: Elemento rectangular fabricado de arcilla, concreto comprimida o extruida en un proceso de cocción o moldeo con o sin vibración de una mezcla de agregados pétreos, cemento hidráulico y otros cementantes (pieza de concreto) o bien fabricada con otros materiales con procesos diferentes.

Pieza Mampostería estructural: Elemento con propiedades mecánicas para construir un muro con espesor mínimo de 100 mm que tenga capacidad de soportar cargas (sismo, viento, etc.).

Pieza Multiperforada: Elementos de arcilla o concreto que deben contar con siete o más perforaciones, cumplir con los requisitos de piezas huecas salvo que las paredes interiores deben ser ≥ 0.7 cm ni 1 cm en bloques como se puedes en la ilustración 3.

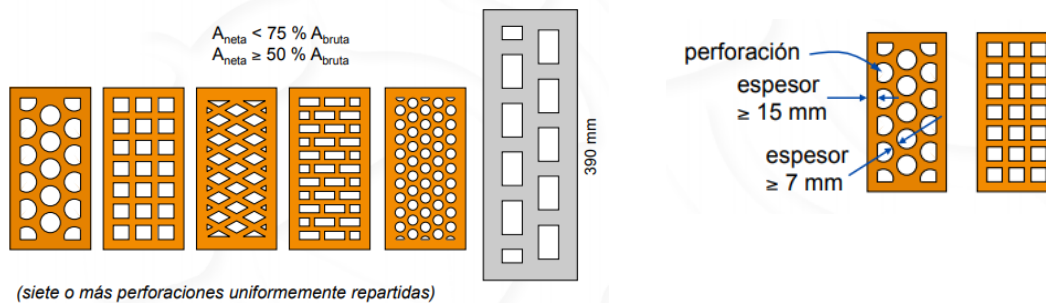


Ilustración 3.- Ejemplo de Piezas Multiperforadas. (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

Pieza maciza: Tabiques o bloques con un área neta \geq al 75% del área bruta y paredes exteriores con un espesor no menor a 20 mm para tabiques y bloques de 20 , 25 y 32 mm según corresponda las dimensiones y uso (Ver Tabla 1 e ilustración 4).

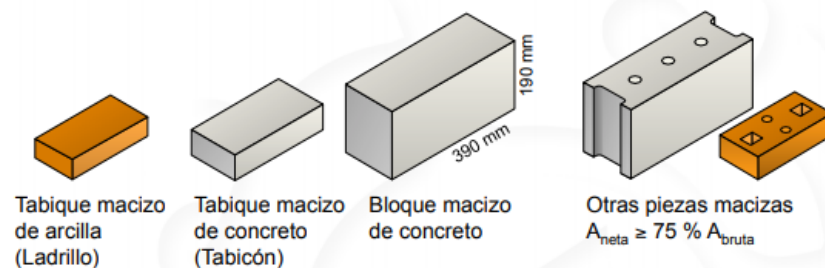


Ilustración 4.- Ejemplo de Pieza Maciza (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

Pieza hueca: Tabiques y bloques deben tener un área neta \geq al 50% y menor al 75% del área bruta, para tabiques las paredes exteriores ≥ 15 mm e interiores ≥ 13 mm y bloques 20, 25 y 30 mm según corresponda las dimensiones y uso (Ver Tabla 1 e ilustración 5).

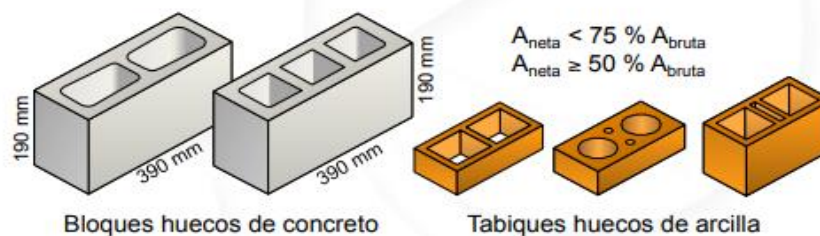


Ilustración 5.- Ejemplo de Pieza hueca. (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

Pieza accesoria. - Elemento con algunas características de mampostería que le permite cumplir una función particular para conformar un sistema constructivo teniendo como ventaja la simplicidad y rapidez de ejecución, como por ejemplo cimbra pérdida en cadenas, castillos, dinteles, etc.

Las dimensiones de coordinación modular de las piezas accesorias, sus dimensiones de fabricación y sus tolerancias admisibles responden a las mismas especificaciones que las de las piezas enteras. La única diferencia se da en ciertas dimensiones, las cuales no siempre son modulares y pueden corresponder a sub módulos

Pieza ajuste. - Elemento fabricado con la geometría tal que mantiene las medidas de ancho y alto nominales, pero donde la longitud equivale a una fracción de la longitud nominal de una pieza de mampostería (mitad, tres cuartos, etc.). Si son piezas huecas pueden o no presentar paredes interiores. Estas piezas se emplean en los extremos o intersecciones de muro evitando así el corte de piezas completas.

Dimensión modular de bloques Ancho x alto x largo cm	Dimensión de fabricación de bloques Ancho x alto x largo cm	Espesor mínimo de paredes exteriores mm	Espesor mínimo de paredes interiores mm
10 x 20 x 40	10 x 19 x 39	20*	20
12 x 20 x 40	12 x 19 x 39	20*	20
14 x 20 x 40	14 x 19 x 39	25*	25
15 x 20 x 40	15 x 19 x 39	25*	25
20 x 20 x 40	20 x 19 x 39	32	25
25 x 20 x 40	25 x 19 x 39	32	30
30 x 20 x 40	30 x 19 x 39	32	30

Tabla 1.- Espesor de paredes para bloques liso. (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

Pieza para castillo o columnas.- Permite la construcción de castillos en intercepciones de muros como esquinas o uniones en “tee”. Son útiles para conformar un sistema de mampostería confinada si se usan en muros de piezas macizas o multiperforadas o en piezas huecas con celdas de reducido tamaño. En caso de que la geometría del las piezas sobresalgan del paño del muro se podrán utilizar si el diseño arquitectonico asi lo permita (ver ilustración 6).

Es necesario poner una junta de sellador en el saque que se pueda realozar mediante calafateo entre la mampostería y la pieza para castillo, se debe asegurar con el sello la estanqueidad del muro. En caso de la construcción de columna, deben cumplir con todos los requisitos que piden los reglamentos como son las dimesiones (mayores de 200 mm x 200 mm), cuantías y distribución de armados longitudinales y transversales (estribos) asi como su detallado.

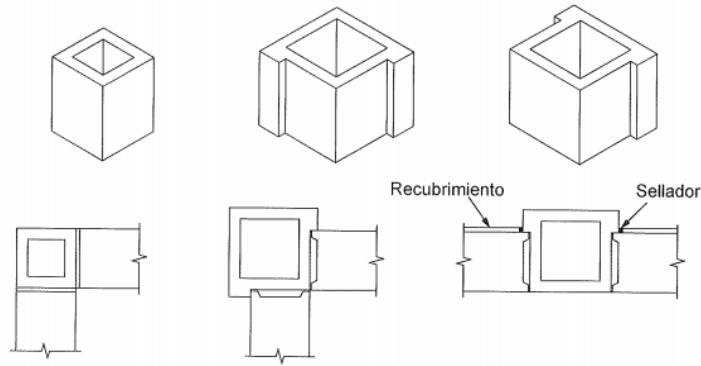


Ilustración 6.- Ejemplo piezas columna o castillos. (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

Pieza de dintel o dala interior (bloque “U”).- Son piezas en forma de canal longitudinal abierto por su parte superior para alojar barra de refuerzo y el concreto o mortero de relleno para elementos de refuerzo horizontal como cadenas o dalas asi como cerramientos o dinteles sobre puertas y ventanas. Evitan la fisuración que generalmente se da en los aplanados en las zonas de unión de mampostería y dinteles cuando son de materiales diferentes (ver ilustración 7).

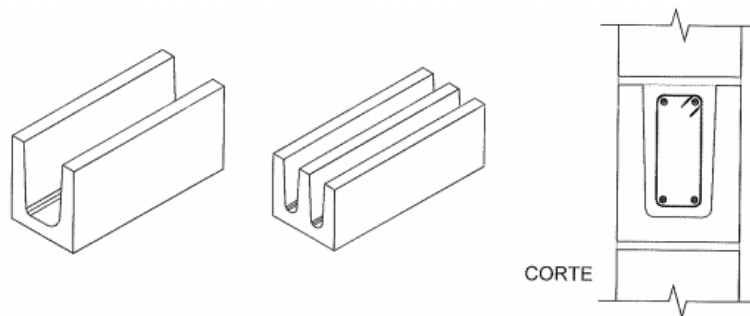


Ilustración 7.- Bloque tipo “U”. (NMX-C-404-ONNCCE-2012)

2.1.4 Muestreo

Control de producción en planta. - Se debe seleccionar una muestra por cada lote de 10,000 piezas o fracción. Para lotes mayores a 10,000 piezas y menores de 100,000 piezas se deben seleccionar 2 muestras. Para lotes mayores a 100,00 se selecciona una muestra por cada 50,000 piezas o fracción.

Control de calidad en obra. - Para el control en obra de más de 250 m² o superior a dos niveles, se toma una muestra de forma aleatoria como mínimo por cada 30 millares de piezas por cada lote de fabricación.

Toma de muestra y puntos de muestreo. - El muestreo inicial y de vigilancia puede ser recabado en planta, bodega o puntos de comercialización. (Organismo Nacional de la Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, 2012)

2.1.5 Marcado y Etiquetado

El marcado del producto. - se realiza con el estampado o grabado del número de lote y un medio para identificar la fecha de fabricación, que se debe colocar al menos en una de cada 100 piezas.

El etiquetado debe contener (ver ilustración 8):

- ✓ Nombre del producto.
- ✓ Marca registrada o logotipo.
- ✓ Tipo
- ✓ Subtipo si aplica (definido por fabricante)
- ✓ Fecha de fabricación.
- ✓ Número de lote.
- ✓ Dimensiones de fabricación en cm.
- ✓ En el caso de bloques: dimensiones modulares en cm.
- ✓ Resistencia promedio a la compresión (fp) en MPa (kg/cm²).
- ✓ Resistencia de diseño a la compresión (fp*) en MPa (kg/cm²).
- ✓ Certificado de calidad con fecha y número de la última certificación.
- ✓ Nombre o razón social del fabricante.
- ✓ Declaración de cumplimiento con la presente norma.
- ✓ Leyenda Hecho en México o lugar de origen. (Leonardo, 2015)



Ilustración 8. Etiquetado. Fuente del autor

2.1.6 Adicionales

Junta de albañilería. - El espesor del mortero en las juntas debe ser el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de la pieza.

- ✓ Pieza mecanizada: No deben exceder los 12 mm con refuerzo horizontal y de 10 mm sin refuerzo.
- ✓ Pieza Artesanal: No deben exceder los 15 mm.

El espesor mínimo es de 6 mm (ver ilustración 9).



Ilustración 9.- Ejemplo de junta de albañilería. Fuente del autor

2.2 Morteros

El mortero es el material formado por uno o más cementantes, arenas, agua y eventualmente aditivos o adiciones finas pulverizadas como piedra caliza, arcilla, puzolana, escoria granulada, etc.; tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida que adquiere resistencia mecánica con el paso del tiempo hasta un punto máximo. (Álvaro P. G., 2015)

Deberán cumplir con lo siguiente (mampostería, 2004):

a) Mezclado del mortero. Se acepta el mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual sólo se podrá usar en un lapso de 24 h. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose un mezclado mecánico.

El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor que 4 min, ni del necesario para alcanzar 120 revoluciones. La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación.

b) Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá re mezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole un poco de agua si es necesario. Sólo se aceptará un remezclado.

c) Los morteros a base de cemento portland ordinario deberán usarse dentro del lapso de 2.5 h a partir del mezclado inicial.

d) Revenimiento de morteros y concretos de relleno. Se deberán proporcionar de modo que alcancen el revenimiento señalado en los planos de construcción. Se deberán satisfacer los revenimientos y las tolerancias del inciso 2.5.4.

2.2.1 Tipos

Mortero en estado endurecido. - Es una condición del mortero en donde es capaz de resistir las acciones especificadas en su diseño.

Mortero en estado Fresco. - Etapa del mortero donde inicia el fraguado durante la cual presenta una trabajabilidad que permite realizar las operaciones de colocación y acabado.

Mortero para pegar piezas. - Se emplea para adherir la mampostería (ver ilustración 10) entre sí, deberán cumplir con los requisitos siguientes (mampostería, 2004):

- Su resistencia a compresión será por lo menos de 7.5 MPa (75 kg/cm²).
- Siempre deberán contener cemento hidráulico Portland en la cantidad mínima indicada en la tabla 2.
- El volumen de arena no será mayor que tres veces la suma de los cementantes y se medirá en estado suelto.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.
- Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, será la indicada en la tabla 2.

Tipo de mortero	Partes de cemento hidráulico	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal hidratada	Partes de arena
I	1	—	0 a ¼	3
	1	½	—	4½
II	1	—	0 a ½	4½
	1	1	—	6

Tabla 2.- Proporcionamiento, en volumen, recomendados para mortero dosificado en obra.¹ (NMX-C-486-ONNCCE-2014)



Ilustración 10.- Ejemplo de mortero para adherir mampostería. Fuente del autor

¹ El Proporcionamiento incluido en esta tabla es sólo indicativo, por lo que el mortero deberá cumplir con la resistencia a compresión de diseño establecida según el tipo de mortero en el inciso. El volumen de arena se medirá en estado suelto

Mortero estabilizado (larga duración). - Es pre dosificado industrialmente incluyendo agua, con el fin de conseguir un compuesto homogéneo listo para usarse cuya trabajabilidad se mantiene por periodo determinado (2.5 horas).

Mortero seco. - Es pre dosificado industrialmente y suministrada en estado seco en obra, donde se adiciona el agua así obteniendo una mezcla homogénea.

Mortero de Relleno. - Mezcla que se utiliza para llenas alveolos de pieza huecas en elementos estructurales de mampostería (ver ilustración 11), deberá cumplir con los siguientes requisitos (mampostería, 2004):

- Su resistencia a compresión para diseño, f_j' , será por lo menos de 12.5 MPa (125 kg/cm²).
- El tamaño máximo del agregado no excederá de 10 mm.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en el caso de que se cuente con refuerzo interior. Se aceptará el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad.
- En la tabla 3 se incluyen revenimientos nominales recomendados para morteros de relleno y concretos de relleno según la absorción de las piezas.
- Para rellenar celdas de castillos internos de muros confinados deberá cumplirse una resistencia a compresión, f_c' , no menor que 15 MPa (150 kg/cm²).
- En la tabla 4 se muestran las relaciones volumétricas recomendadas de los agregados para morteros de relleno y concretos de relleno.

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal ¹ , mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

Tabla 3.- Revenimiento recomendado para los morteros de relleno y concretos de relleno, en función de la absorción de la pieza.² Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

Tipo	Partes de cemento hidráulico	Partes de cal hidratada	Partes de arena ¹	Partes de grava
Mortero	1	0 a 0.25	2.25 a 3	—
Concreto	1	0 a 0.1	2.25 a 3	1 a 2

Tabla 4.- Proporcionamiento, en volumen, recomendados para morteros de relleno y concretos de relleno en elementos estructurales. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

² Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de ± 25 mm.



Ilustración 11.- Ejemplo de mortero de relleno. *Fuente del autor*

2.2.2 Clasificación

Hecho en obra. - Mezclados de forma manual o mecanizado (ver ilustración 12)



Ilustración 12.- Ejemplo de mortero hecho en obra mezclado manual y mecanizado. *Fuente del autor*

Industrializado. - El tipo de mortero puede ser estabilizado o premezclado (ver ilustración 13) por tener aditivos retardantes su fraguado se puede retrasar hasta por 24 horas, normalmente se manejan morteros a 6,8, 12 y 24 horas.



Ilustración 13.- Ejemplo de mortero industrializado. (<https://www.sonproject.net/2022/02/concreto-premezclado.html>)

Resistencia a la compresión. - La resistencia a la compresión de mortero endurecido se obtiene empleando probetas de forma cúbica elaboradas curadas y ensayadas acuerdo con la NMX-C-061-ONNCCE. En caso de mortero de relleno se admite determinar con cilindros elaborados, curado y ensayados de acuerdo a la misma norma antes mencionada y NMX-C-083-ONNCCE.

Los morteros se clasifican por su resistencia de diseño a compresión, f_j' , en los siguientes tipos (ver tabla 5):

- ✓ Tipo I con resistencia de diseño a compresión f_j' mayor o igual que 12.5 MPa (125 kg/cm²)
- ✓ Tipo II con resistencia de diseño a compresión f_j' menor que la del Tipo I y mayor o igual que 7.5 MPa (75 kg/cm²).

Tipo de mortero	Resistencia promedio a la compresión \bar{f}_j MPa (kg/cm ²)	Resistencia de diseño a la compresión f_j' MPa (kg/cm ²)
I	18.0 (180)	12.5 (125)
II	11.0 (110)	7.5 (75)

Tabla 5.- Tipos de morteros y resistencia a compresión. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

f_j^* es la resistencia de diseño que se obtiene mediante la siguiente formula.

$$f_j^* = \frac{\bar{f}_j}{1 + 25c_j}$$

Donde:

\bar{f}_j Es la resistencia promedio a compresión a cubos de mortero o de cilindros de concreto relleno.

c_j Coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o concreto de relleno que en ningún caso se toma menor que 0.2.

Los morteros deben cumplir además con las pruebas establecidas en la norma NMX-021-ONNCCE-2010 (ver ilustración 14).



Ilustración 14.- Ejemplo de prueba de resistencia. Fuente del autor

2.2.3 Selección de mortero según su uso.

El mortero tiene como primera función el unir las piezas de mampostería haciendo que trabajen como un solo elemento integral ya que influirá en las propiedades del conjunto. Las propiedades de cada mortero se pueden distinguir según su desempeño y funcionalidad.

- ✓ Resistencia a la compresión.
- ✓ Adherencia.
- ✓ Trabajabilidad.
- ✓ Fluidez.

2.3 Acero de Refuerzo

Toda barra de refuerzo deberá estar rodeada en toda su longitud por mortero, concreto o mortero de relleno, con excepción de las barras de refuerzo horizontal que estén ancladas como juntas de mortero.

2.3.1 Diámetro del acero de refuerzo

Longitudinal. - El diámetro de la barra más gruesa no deberá exceder de la cuarta parte de la menor dimensión libre de una celda. En castillos y dalas, el diámetro de la barra más gruesa no deberá exceder de un sexto de la menor dimensión (tabla 6).

Horizontal. - El diámetro del refuerzo horizontal no será menor que 3.5 mm ni mayor que tres cuartas partes del espesor de la junta (tabla 6).

2.3.2 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal

La distancia libre entre barras paralelas, traslapes de barras, o entre barras y traslapes, no será menor que el diámetro nominal de la barra más gruesa, ni que 25 mm (ver tabla 6). Se aceptarán paquetes de dos barras como máximo. (mampostería, 2004)

Espesor de muro, cm	Tipo de pieza	Designación de la barra ²				
		No. 3	4	5	6	8
10	A o C ¹	2	1	-	-	-
12	C	2	2	1	-	-
12	A	4	2	2	1	-
14	C	4	2	2	1	-
20	C	4	4	2	2	1

Tabla 6.- Número máximo de barras en una celda³ Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

2.3.4 Protección del acero de refuerzo

En muros en el interior de edificios, las barras de refuerzo longitudinal de castillos y dalas deberán tener un recubrimiento mínimo de concreto de 20 mm y los estribos un mínimo de 10 mm.

En muros exteriores el recubrimiento mínimo de las barras longitudinales y estribos será de 30 mm a menos que el concreto tenga una resistencia a compresión no menor que 20 MPa (200 kg/cm²) o bien se proteja el elemento de concreto con aplanado de mortero de al menos 15 mm de espesor si es hecho en obra o de al menos 5 mm si es pre dosificado. Los requisitos anteriores se deben satisfacer también en las juntas entre castillos y dalas.

Si la cara del muro está expuesta a tierra, el recubrimiento será de 35 mm para barras no mayores del No. 5 (15.9 mm de diámetro) o de 50 mm para barras más gruesas. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal y el exterior del muro será la menor de 10 mm o una vez el diámetro de la barra.

2.3.5 Anclaje

La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra, denominada longitud de desarrollo, *L_d*.

Para determinar la longitud de desarrollo, la revisión de la longitud de anclaje de barras a tensión con dobleces a 90 o 180 grados se aplicará lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Refuerzo horizontal en juntas de mortero. - El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero podrá estar formado por una o más barras y deberá ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente. Si se requiere, se podrán anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales.

No se admitirá el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo. El refuerzo horizontal deberá anclarse en los castillos, ya sean externos o internos, o en las celdas rellenas reforzadas (ver Ilustración 15), mediante dobleces a 90 grados colocados dentro de los castillos o celdas. El doblez del gancho se colocará verticalmente dentro del

³ A indica pieza de arcilla u otro material, C pieza de concreto. Indica diámetro de la barra en octavos de pulgada

castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería, sin afectar el recubrimiento del lado opuesto.

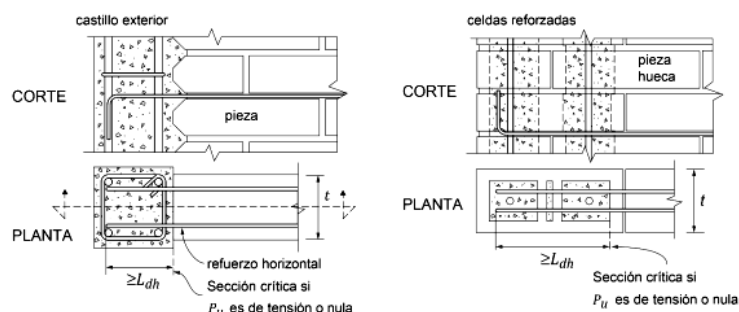


Ilustración 15.- Anclaje de refuerzo horizontal. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017).

Si la carga axial de diseño, P_u , que obra sobre el muro es de tensión o nula, la longitud de anclaje deberá satisfacer lo señalado en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

En muros de piezas huecas, el refuerzo horizontal deberá colocarse fuera de las zonas macizas de las piezas y, simultáneamente, evitar la interferencia con el paso de instalaciones. En muros de piezas macizas o multiperforadas el refuerzo podrá colocarse al centro del muro.

Mallas de alambre soldado. - Las mallas de alambre soldado se deberán anclar a la mampostería, así como a los castillos y dadas si existen, de manera que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Se aceptará ahogar la malla en el concreto; para ello, deberán ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, teniendo como distancia uno de otro no menos de 50 mm de la sección considerada, pero si se usan conectores instalados de forma mecánica o clavos de acero, la separación máxima será de 450 mm.

Las mallas deberán rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes se extenderá al menos dos veces la separación entre alambres transversales. Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se aceptará colocar un refuerzo en forma de letra 'C' hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal. Se admitirá que la malla se fije en contacto con la mampostería (ver ilustración 16).

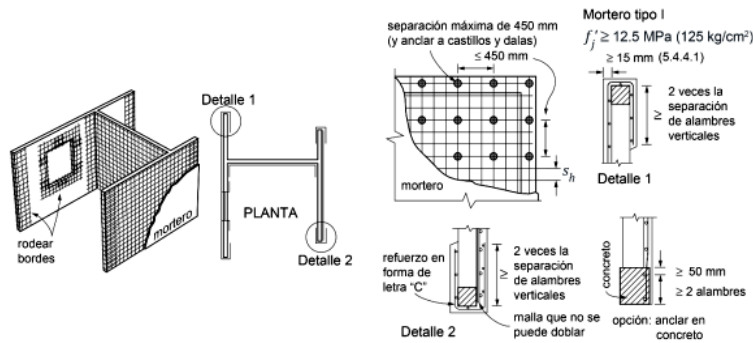


Ilustración 16.- Refuerzo con malla de alambre soldado y recubrimiento de mortero. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

2.3.6 Traslape de barras

En dalas, no se admite traslapar más del 50% del refuerzo en una sola sección. No se aceptan uniones de barras soldadas.

Traslape de barras verticales en castillos de muros confinados.- La longitud de traslape del acero longitudinal en castillos internos o externos de mampostería confinada se calculará de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, con excepción que en el primer nivel de mampostería de la estructura, el refuerzo longitudinal se podrá traslapar sólo en el tercio medio del entrepiso y los estribos en toda la longitud del traslape tendrán una separación menor o igual a la dimensión de la sección del castillo o dala que confina a un muro, paralela al plano del mismo ($hc/2$).

Cuando se requiera traslapar más del 50% del refuerzo en una sola sección del castillo (ver ilustración 17), la longitud de traslape calculada se incrementará en 20 el diámetro de barras de refuerzo (d_b) a la longitud de desarrollo de barras a tensión (L_d).

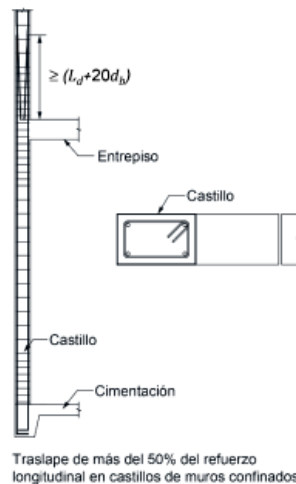


Ilustración 17.- Longitudes de traslape de barras en castillos de muros confinados. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

Traslape de barras verticales en muros con refuerzo interior. -La longitud de traslape de barras en el interior de piezas huecas rellenas de mortero de relleno o concreto de relleno no será menor que (L_t) calculada con la ecuación 1.

$$L_t = 1.56 \frac{d_b^2 f_y \beta_1}{\beta_2 \sqrt{f'_j}} \geq 40d_b \quad \left(L_t = 0.49 \frac{d_b^2 f_y \beta_1}{\beta_2 \sqrt{f'_j}} \geq 40d_b \right)$$

Donde:

d_b = Diámetro de la barra de refuerzo;

$\beta_1 = 1$ para barras de menor diámetro que las del No 5 o $= 1.3$ para barras del No. 5 o de mayor diámetro;

β_2 = Recubrimiento mínimo del mortero.

En bloques de concreto se debe tomar el recubrimiento del mortero más la mitad del espesor de la pared de la pieza. Este valor en ningún caso se tomará mayor que $5d_b$ y en ningún caso la longitud de traslape será menor que $40d_b$.

Los traslapes del refuerzo vertical se podrán ubicar en el tercio medio o en el tercio inferior del muro (ver ilustración 18), con excepción del primer nivel de estructura de mampostería, en el cual se podrán ubicar sólo en el tercio medio o a la misma altura a todo lo largo del muro. Cuando se traslape más de una barra, la longitud de traslape se incrementará en $20d_b$. (mampostería, 2004)

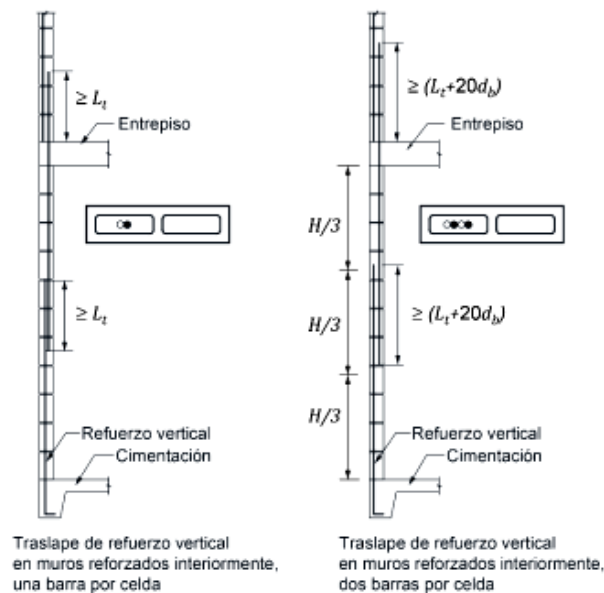


Ilustración 18.- Longitudes de traslape de barras en muros reforzados interiormente. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería. (2017)

2.4 Cimentaciones para mampostería (Guillermo, s.f)

¿Qué es una cimentación? - Es parte de una estructura que proporciona apoyo a la misma y a las cargas que actúan sobre ella.

Requisitos esenciales que debe satisfacer una cimentación.

- a) Seguridad contra falla por resistencia al corte.
- b) Asentamientos, no deben exceder de los límites permisibles.

Datos de estudio de la cimentación.

- a) Geología local.
- b) Estratigrafía del subsuelo.
- c) Propiedades índices y mecánicas.

2.4.1 Clasificación de las cimentaciones.



Superficiales (baja compresibilidad). -

- 1) Losas de cimentación se utilizan cuando se requiere reducir la presión de contacto con el terreno y son más económicas que zapatas grandes.
- 2) Las zapatas se utilizan cuando las capas superficiales del terreno son resistentes y de baja compresibilidad, se dividen en 2 tipos.
 - a. Zapata aislada: Se emplean bajo columna.
 - b. Zapata continua o corrida: Se emplean bajo muros de carga o hileras de columnas.

En ocasiones se utilizan combinadas cuando reciben descargas de más de dos columnas ya que incrementan la rigidez y asentamientos diferenciales. (Guillermo, s.f)

- 3) Los cajones se utilizan en terrenos compresibles para reducir la descarga neta al mismo, evitando incrementos de presión en la masa del subsuelo que pueden producir asentamientos intolerables. Generalmente están formados por losas de cimentación y tapa, retícula de traveses y muro de contención.

Tipos de comprensión:

- 1) Total: Si la descarga neta es igual a cero, es decir que el peso de la excavación sea el mismo que la del edificio (cargas permanentes).
- 2) Parcial: Si la descarga es solo una fracción del peso del edificio.
- 3) Sobre compensado: El peso del terreno excavado es mayor que el de la estructura.

Profundas (alta compresibilidad).

- 1) Pilotes se utilizan cuando las capas del subsuelo cercanas a las superficies son muy compresibles (arcilla blanda, suelo orgánico y limo) pueden ser de dos tipos:
 - a. Precolados (hincados a presión o presión estática).
 - b. Colados in situ.

Los pilotes se dividen en:

- 1) Adherencia o fricción: Transmiten cargas a través de la superficie lateral.
- 2) Punta: Transmiten el peso del edificio por su punta.
- 3) Especiales con dispositivos de control.
 - a. Con anclas y cabezal, donde se colocan celdas de madera entre ellos y el pilote.
 - b. Penetrante de sección variable.
 - c. Entrelazados.
 - d. Electro metálico.

Las pilas son coladas in situ en rocas o suelos compactos o duros, son de mayor diámetro que los pilotes por lo que su capacidad de carga es más alta, la parte inferior puede ampliarse como una campana, para su construcción existen diferentes métodos los cuales cambian dependiendo de las condiciones del subsuelo.

- 1) Seco.
- 2) Con ademe.
- 3) Con lodos. (Guillermo, s.f)

2.4.2 Características

Factores de los depende el tipo de cimentación.

- 1) Características del proyecto y subsuelo.
- 2) Factores ambientales.

Estructura.

- 1) Localización.
- 2) Tipo, forma y dimensiones.
- 3) Tipo de edificio.
- 4) Magnitud y distribución de las descargas al subsuelo (muertas, vivas y accidentales).
- 5) Rigidez y sensibilidad.
- 6) Colindancias.

Subsuelo.

- 1) Geología local.
- 2) Estratigrafía y propiedades índices y mecánicas de suelos y rocas.
- 3) Condiciones hidráulicas del subsuelo.

Ambientales.

- 1) Sismicidad.
- 2) Acción del viento.
- 3) Hundimiento regional.
- 4) Minas subterráneas o discontinuidades naturales.
- 5) Construcciones e instalaciones vecinas.
- 6) Acción de agua en obras costeras.
- 7) Estabilidad de laderas. (Guillermo, s.f)

2.4.3 Secuencia constructiva en cimentación

En el caso de muros desplantados sobre el terreno, éstos se deben apoyar en una zapata corrida de concreto reforzado, sobre cimientos de piedra o bien sobre losas de cimentación de concreto reforzado (Ilustración 18).

En el caso de suelos muy firmes como rocas sedimentarias, si el estudio de mecánica de suelos y el diseño estructural indican no construir cimiento, se desplantará el muro sobre una cadena de desplante de concreto reforzado de no menos de 200 mm de peralte sobre una plantilla de concreto pobre. (construcción, s.f)

Para el proceso de construcción de la cimentación se seguirán las siguientes actividades en el terreno:

- 1) Trazo.
- 2) Limpieza.

- 3) Despalme.
- 4) Excavación.
- 5) Nivelación.
- 6) Construcción de plantilla.

El proceso constructivo de la cimentación seguirá los requisitos para estructuras de concreto o para cimientos de piedra (ver ilustración 19), según corresponda.

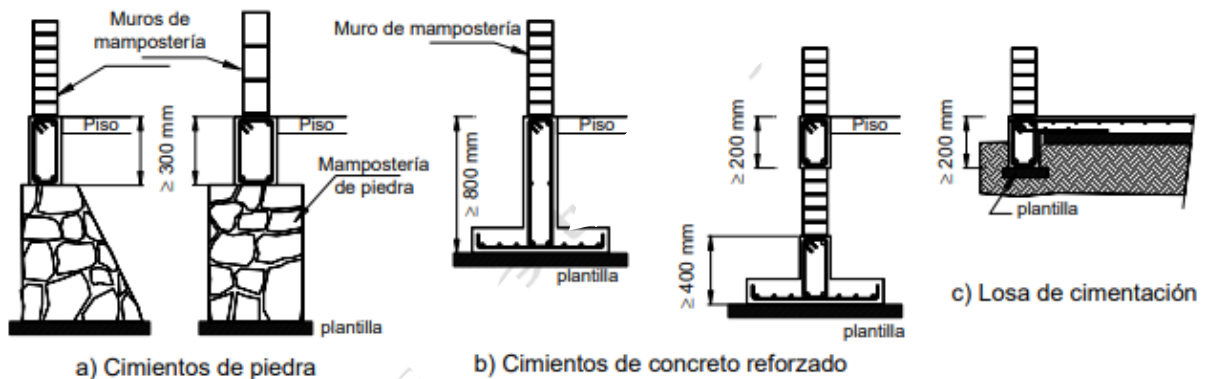


Ilustración 19.- Ejemplos de cimientos para muros de mampostería. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018

Antes de la construcción de los cimientos se trazarán y construirán las instalaciones subterráneas necesarias como son instalaciones hidráulicas, así como las sanitarias (ver ilustración 20) que saquen las aguas residuales o que pasen bajo la obra, de acuerdo con el proyecto y plano constructivo de instalaciones, cuidando los niveles y pendientes y garantizando que no se afecte a los elementos estructurales de la cimentación. (construcción, s.f)



Ilustración 20.- Ejemplo de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Fuente de autor

CAPITULO 3. MAMPOSTERÍA CONFINADA

Es la que está reforzada con castillos y dalas. En esta modalidad, los castillos o porciones de ellos se cuelan una vez construido el muro o la parte de él que corresponda. Los castillos serán externos si se construyen por fuera de la mampostería.

3.1 Clasificación

Estructura Tipo I:

- a) Superficie construida $<250\text{m}^2$
- b) Hasta dos niveles (incluye estacionamiento)
- c) Habitación unifamiliar o plurifamiliar, servicios, no más de diez viviendas en el predio;
- d) Pertenezcan al grupo B.

Estructura Tipo II:

Las que no sean del Tipo I (y todas las del grupo A), tales como edificios de tres niveles en adelante y desarrollos habitacionales.

3.2 Requisitos

3.2.1 Dalas y Castillos

Los castillos y dalas deberán cumplir con lo siguiente (ver ilustración 21):

- a) Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4 m. Los pretilos o parapetos deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- b) Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aun en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen los incisos e y g. Además, existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor que 3 m y en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.
- c) Los castillos y dalas (ver ilustración 22) tendrán como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t . En el caso de los castillos, la dimensión paralela al muro no será menor que 150 mm.
- d) El concreto de castillos y dalas de muros interiores y exteriores en ambientes no agresivos tendrá una resistencia a compresión, $f'c$, no menor que 15 MPa (150 kg/cm²).
- e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes verticales y horizontales correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de cuatro barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ecuación:

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} b_c h_c$$

Donde:

A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala, h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro y b_c la dimensión perpendicular al plano del muro.

- f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- g) Los castillos y dalas estarán reforzados transversal-mente por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la ecuación:

$$A_s = \frac{100000s}{f_y h_c} \quad (A_{sc}) = \frac{100000s}{f_y h_c}$$

La separación de los estribos, s , no excederá de $1.5t$ ni de 200 mm.

- h) En estructuras Tipo II, se suministrará refuerzo transversal con área igual a la calculada con la ecuación anterior, con una separación no mayor que $h_c/2$ dentro de una longitud H_0 en cada extremo de los castillos. La longitud H_0 se tomará como el mayor de $H/6$ y 400 mm.
- i) Para facilitar la colocación y compactación del concreto en castillos se podrán utilizar estribos “vuelta un cuarto”. Las barras a tensión podrán terminar con un dobléz a 90 o 180 grados. El tramo recto después del dobléz no será menor que $12db$ para dobleces a 90 grados, ni menor que $4db$ para dobleces a 180 grados, donde db es el diámetro de la barra. (construcción, s.f)

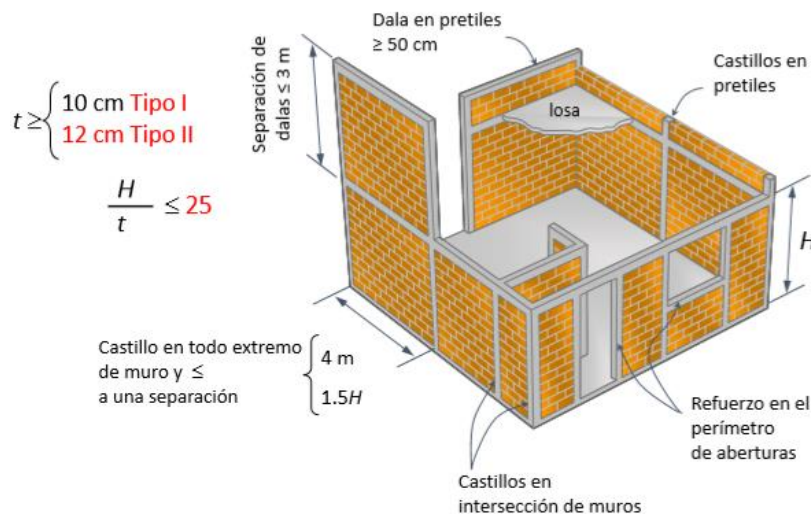
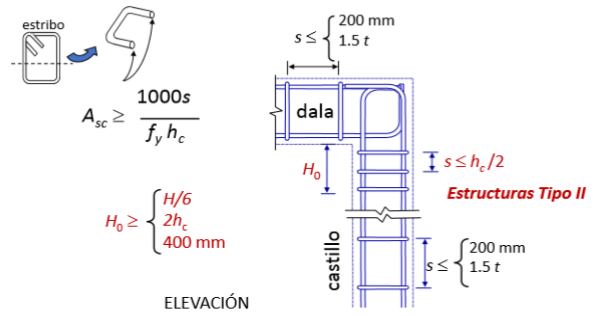
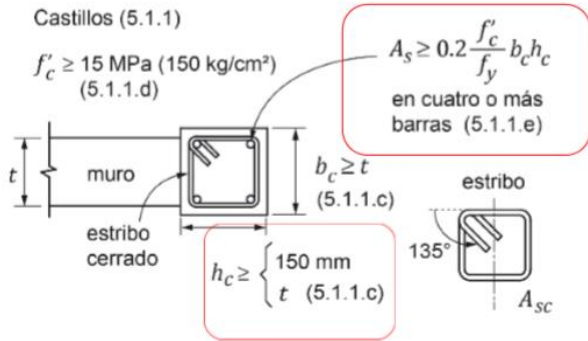
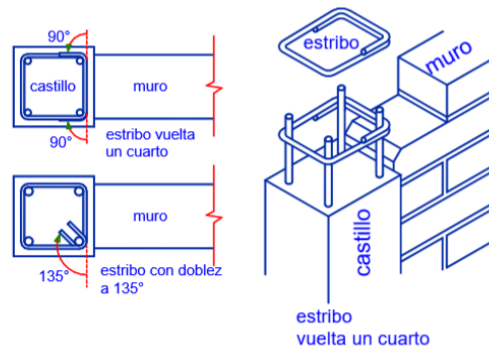
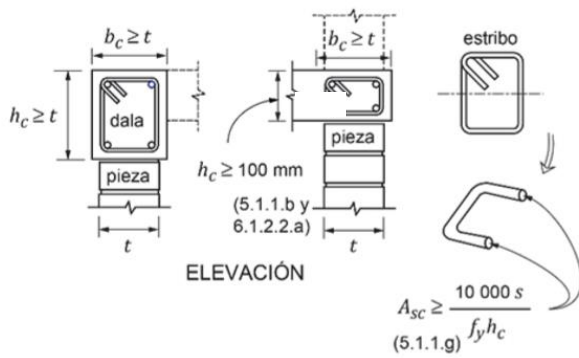


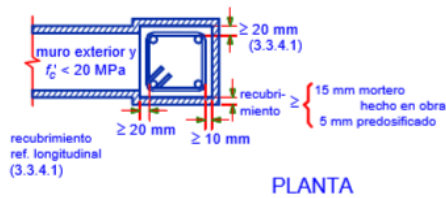
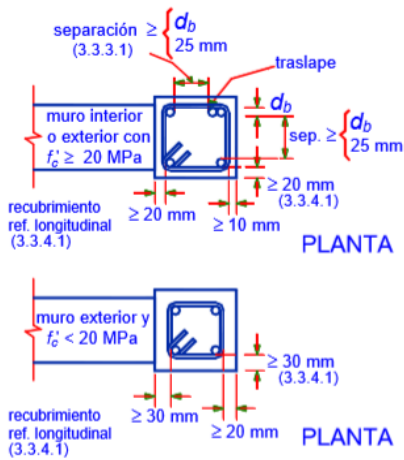
Ilustración 21. Requisitos mampostería confinada. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018



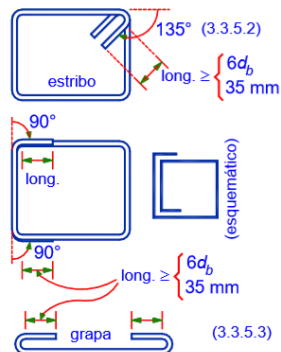
REQUISITOS DE SEPARACION DE ESTRIBOS EN CASTILLOS PARA ESTRUCTURAS TIPO II (EDIFICIOS)



OPCIONES DE SECCIONES DE ESTRIBO EN CASTILLOS



REQUISITOS DE PROTECCION DEL ACERO (RECUBRIMIENTO)



REQUISITOS DE DOBLECES Y GANCHOS PARA ESTRIBOS DE CASTILLOS

MUROS CON ABERTURAS

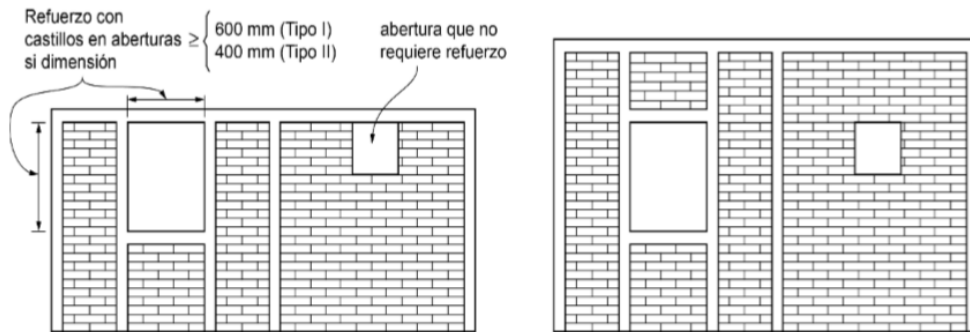


Ilustración 22. Dalas y Castillos. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018

3.2.2 Muros con aberturas

Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de 400 mm en estructuras Tipo I o 600 mm en estructuras Tipo II (ilustración 22). También se colocarán elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro.

En muros con castillos internos, se aceptará sustituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos internos que confinan a la abertura (ver ilustración 23). El refuerzo consistirá de barras capaces de alcanzar en conjunto una tensión a la fluencia de 29 kN (2950 kg). (construcción, s.f)

MUROS CON ABERTURAS

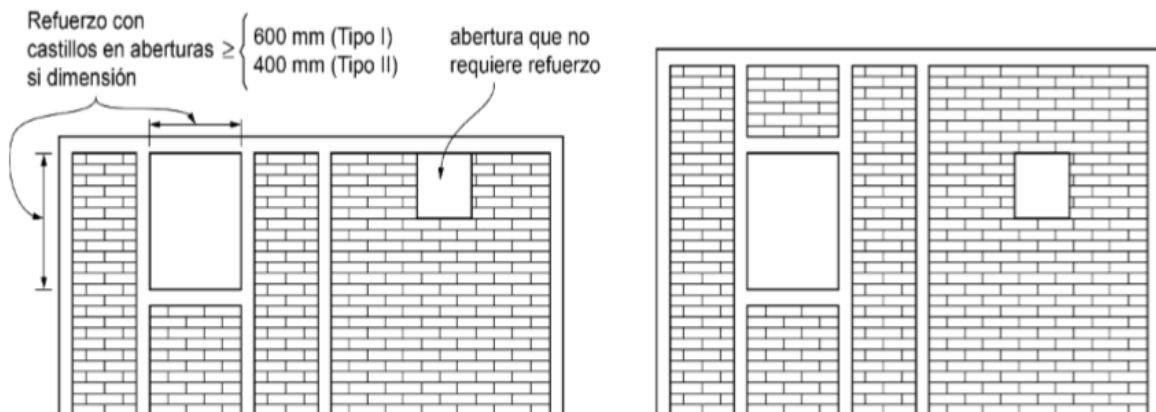


Ilustración 23. Refuerzo en el perímetro de aberturas. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018

3.3 Procedimientos constructivos preliminares.

3.3.1 Secuencia constructiva en cimentación.

En el caso de muros desplantados sobre el terreno, éstos se deben apoyar en una cimentación corrida de concreto reforzado, sobre cimientos de piedra o bien sobre losas de cimentación de concreto reforzado.

En el caso de suelos muy firmes como rocas sedimentarias, si el estudio de mecánica de suelos y el diseño estructural indican no construir cimiento, se desplantará el muro sobre una cadena de desplante de concreto reforzado de no menos de 200 mm de peralte sobre una plantilla de concreto pobre. (construcción, s.f)

Para el proceso de construcción de la cimentación se seguirán las actividades de trazo, limpieza y despalle del terreno, seguido de la excavación, nivelación y construcción de plantilla. El proceso constructivo de la cimentación seguirá los requisitos para estructuras de concreto o para cimientos de piedra, según corresponda (ver ilustración 24).

3.3.2 Secuencia constructiva en desplante de muros.

Para muros desplantados sobre cimientos de piedra se deberá construir una cadena de desplante de concreto reforzado sobre la corona del cimiento. En el caso de muros desplantados sobre una cimentación corrida de concreto reforzado o sobre una losa de cimentación no es necesaria la cadena de cimentación a menos que la indique el proyecto estructural. (construcción, s.f)

Ya sea que el muro se apoye en la contratrabe de una zapata corrida, sobre una losa de cimentación o sobre la cadena de desplante en cimientos de piedra o terreno rocoso, dichos elementos deberán ser colados dejando previamente anclados el acero de refuerzo vertical de los muros en la posición indicada por los planos, cumpliendo con la longitud de desarrollo para barras rectas o con doblez, L_{dh} , según corresponda (ver ilustración 24).

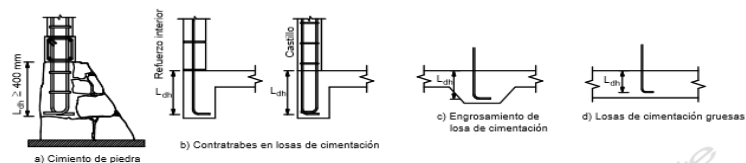


Ilustración 24. Anclaje del refuerzo vertical de muros en la cimentación. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018



Ilustración 25 Ejemplo anclaje del refuerzo vertical de muros en la cimentación. Fuente de autor

3.3.3 Secuencia constructiva en trazo.

Se hará la medición y marcado de los muros a construir (el trazo) sobre los cimientos, losas o vigas mediante hilos o líneas rectas dibujadas en la superficie (por ejemplo, con un tiralíneas o reventón), basados en puntos de referencia establecidos en proyecto, como son los paramentos o los ejes de referencia. El trazo ubicará el lugar y espacio que han de ocupar los muros de acuerdo con los planos de albañilería (ver ilustración 26).

Será necesario garantizar la ortogonalidad de muros perpendiculares entre sí, por medio de equipo topográfico o mediante triangulación con cinta métrica u otros medios de medir distancias (con precisión de 1 mm). Se deberán cumplir las tolerancias en el trazo. (construcción, s.f)

3.3.4 Secuencia constructiva en nivelación.

Tomando los puntos de referencia de la cimentación o sistema de piso se obtendrán los diferentes niveles del proyecto para obtener las desviaciones o diferencias de nivel que existan en la cimentación. Con esta información se hará referencia a un plano base imaginario para lograr los niveles con las hiladas de los muros para alcanzar el nivel de enrase del muro (nivel en su extremo superior). (construcción, s.f)

Para absorber las irregularidades de la cimentación o sistema de piso la primera junta de mortero puede tener un espesor variable entre un mínimo de 6 mm y máximo de 20 mm (ver ilustración 26). Solo se podrá ajustar el nivel con la primera junta horizontal. En caso de irregularidades mayores a 20 mm deberá absorberse con una cadena de nivelación o con una plantilla armada.

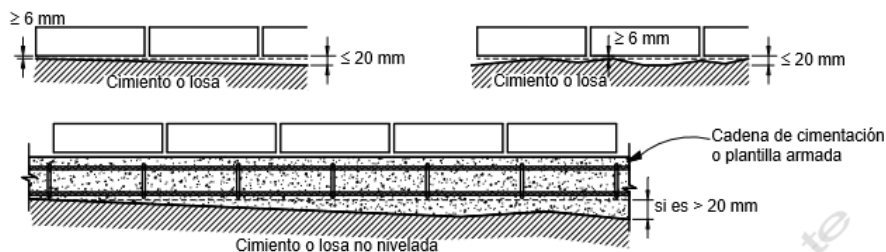


Ilustración 26. Nivelación de la primera hilada. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018

3.3.5 Secuencia constructiva en colocación de reglas.

Para la guía en la nivelación, alineamiento y verticalidad de las hiladas del muro se debe hacer uso de reglas colocadas en los extremos del muro.

Las reglas deben ser de un material rígido y recto (ver ilustración 27), fijadas de forma que no se pierda la alineación y verticalidad. Una vez colocadas las reglas, se debe marcar la altura de todas las hiladas, verificando el nivel (con manguera o quipo topográfico). Antes de iniciar la construcción de una nueva hilada se debe colocar el hilo en la marca correspondiente a la altura de la cara superior de las piezas de la hilada en construcción. Se debe cuidar que la tensión del hilo no deforme o mueva las reglas. (construcción, s.f)



Ilustración 27. Ejemplo de colocación de reglas. Fuente de autor

3.3.6 Secuencia constructiva en alineación

En cada inicio de construcción de un muro se alineará la primera hilada de piezas (ver ilustración 28) a la línea establecida en el trazo antes de fijarlas con mortero, de tal forma que se asegure la correcta posición de muros, espesores de aplanado, arranque y remate de muros, así como la ubicación de vanos de ventanas y puertas. (construcción, s.f)

Con la alineación y presentación de la primera hilada se verificarán dimensiones y especificaciones de colocación de las piezas y espesor de juntas verticales, así como la correspondencia con las medidas marcadas en los planos y se fijarán referencias. Para la construcción con bloques se deberá ajustar a la medida modular, según proyecto, para el uso de piezas enteras y mitades.



Ilustración 28. Ejemplo primer hilada. Fuente de autor

En el caso de mampostería con refuerzo interior se debe seguir las especificaciones del plano de despiece donde se ubiquen el refuerzo vertical en muros y las instalaciones ocultas (ver ilustración 29 y 30).

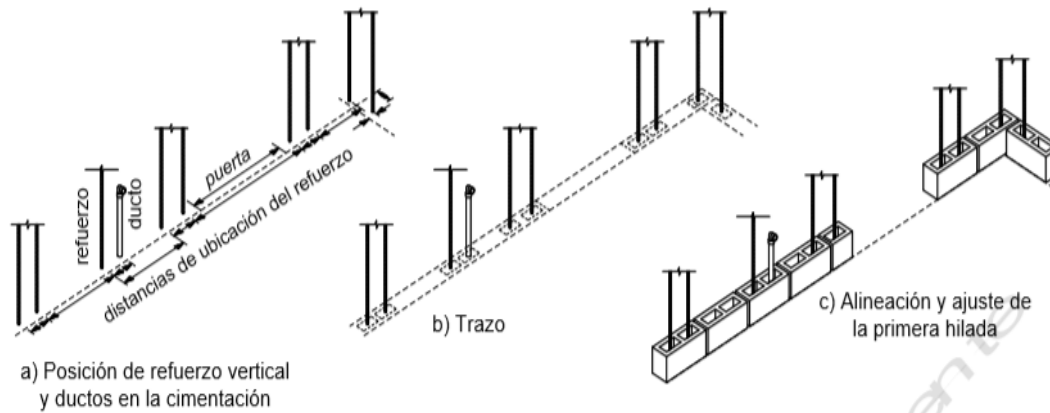


Ilustración 29. Presentación de piezas, verificación del espaciado y ubicación de refuerzo y ductos. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018



Ilustración 30. Ejemplo de presentación de piezas. Fuente de autor

3.3 Procedimientos constructivos de muros

En la construcción de muros se cumplirán además los siguientes requisitos:

- La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada no será menor de 100 mm
- Todos los muros que se toquen o crucen deberán anclarse o ligarse entre sí ya sea con elementos de refuerzo como castillos y dalas en el caso de mampostería confinada o con refuerzo horizontal y conectores para mampostería reforzada interiormente. En el caso de mampostería simple debe haber cuatrapeo de piezas en la unión, teniendo al menos la liga con una pieza por cada tres hiladas.
- Las superficies de las juntas de construcción de elementos de concreto deberán estar limpias y rugosas. Se deberán humedecer en caso de usar piezas de arcilla.
- Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deberán llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.
- Durante la construcción de todo muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales accidentales, incluido viento y sismo.

- f. En muros reforzados con mallas de alambre soldado y recubrimiento de mortero, la superficie deberá estar saturada y libre de materiales que afecten la adherencia del mortero. (construcción, s.f)

3.3.1 Secuencia de pegado de piezas

El aparejo de las piezas en el muro debe ser en forma cuatrapeada, medida con base en la longitud de la pieza, evitando planos verticales débiles formados por juntas verticales alineadas (ver ilustración 31).

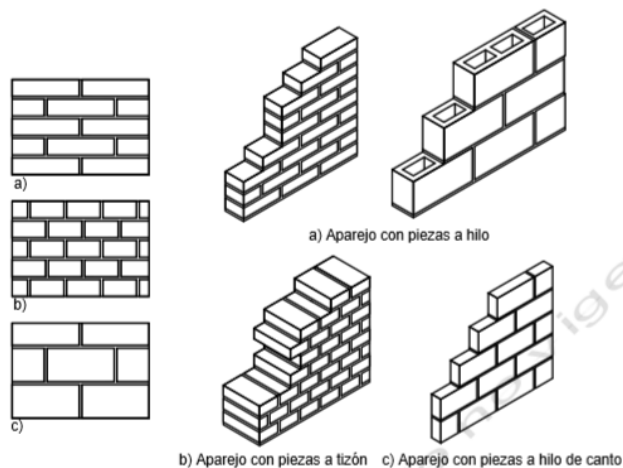


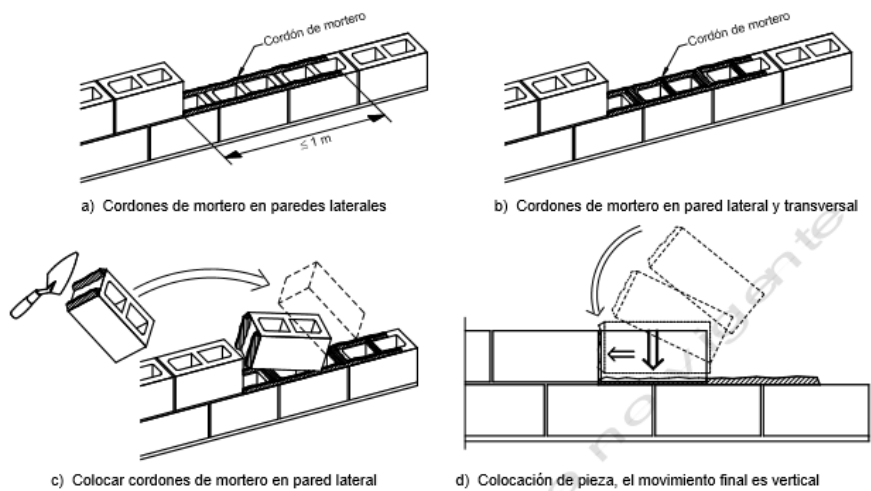
Ilustración 31 Aparejo cuatrapeado a media asta. *PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018*

3.3.2 Piezas Huecas

Las piezas huecas de concreto, por sus paredes cónicas, deben colocarse con el mayor espesor en la cara superior de las piezas. En piezas donde el hueco no atravesase toda la altura de la pieza se pondrá la cara sin hueco en la parte superior de la pieza.

Para la construcción de los muros se debe colocar el mortero sobre la hilada inferior sobre las paredes laterales de las piezas en una longitud no mayor de un metro (ver ilustración 32). Cuando el proyecto así lo indique debe colocarse mortero en las caras transversales de la pieza si hay coincidencia con las de las piezas de la hilada superior. Se debe colocar la pieza y por medio de pequeños golpes (con la cuchara o un martillo de goma) se debe alinear. Para el pegado se debe colocar la cantidad necesaria de mortero para lograr la junta final entre 6 y 15 mm. (construcción, s.f)

En el caso de bloques, el mortero de la junta vertical se debe colocar en dos cordones sobre la cara vertical de la pieza antes de asentarla. La pieza puede ser manipulada en forma inclinada hasta antes de tocar el mortero de la junta horizontal, tras lo cual debe asentarse desplazándose horizontalmente. En el caso de tabique se puede colocar la junta vertical de la misma manera o rellenarla una vez colocada la pieza. (construcción, s.f)



NOTA: PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018



Ilustración 32. Colocación y pegado de piezas huecas. Fuente de autor

3.3.3 Juntas constructivas de mortero

El espesor de las juntas horizontales debe medir entre 6 y 12 mm si se usan piezas de fabricación mecanizada con refuerzo horizontal, o entre 6 y 10 mm si se usan piezas de fabricación mecanizada sin refuerzo horizontal. Cuando se trate de piezas de fabricación artesanal deberá ser de 6 a 15 mm.

El espesor de las juntas verticales debe medir como mínimo 6 mm y como máximo 20 mm, estableciendo preferentemente una modulación que permita un despiece a partir de solo piezas completas y mitades de pieza. (construcción, s.f)

CAPÍTULO 4.- MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

Es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se distribuirá a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deberán cumplirse los requisitos:

4.1 Requisitos

1. El espesor mínimo de los muros confinados con castillos interiores debe ser de 20cm.
2. No podrán usarse mampostería confinada con castillos interiores cuando los espesores de los muros sean de 10,12 o 15 cm.
3. Para edificios de tres o más niveles y desarrollos habitaciones con más de 10 viviendas solo deben usarse piezas con 12 cm de ancho.
4. Dos celdas consecutivas con refuerzo en extremo de muro, intersección de muro y @ 3 m. (mampostería, 2004)

4.1.1 Cuantía de refuerzo. (mampostería, 2004)

La suma de las cuantías multiplicadas por el esfuerzo de fluencia especificado del refuerzo horizontal y vertical, no será menor que 0.84 MPa (8.4 kg/cm²) y ninguna será menor que 0.3 MPa (3 kg/cm²).

$$P_h f_{yh} + P_v f_{yv} \geq 8.4 \text{ kg/cm}^2$$
$$P_h f_{yh} \geq 3 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } P_v f_{yv} \geq 3 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

$$P_h = \frac{A_{sh}}{S_{ht}} ; P_v = \frac{A_{sv}}{S_{vt}}$$

A_{sh} : Área de acero de refuerzo horizontal colocada a una separación sh ;

A_{sv} : Área de acero de refuerzo vertical colocada a una separación sv ;

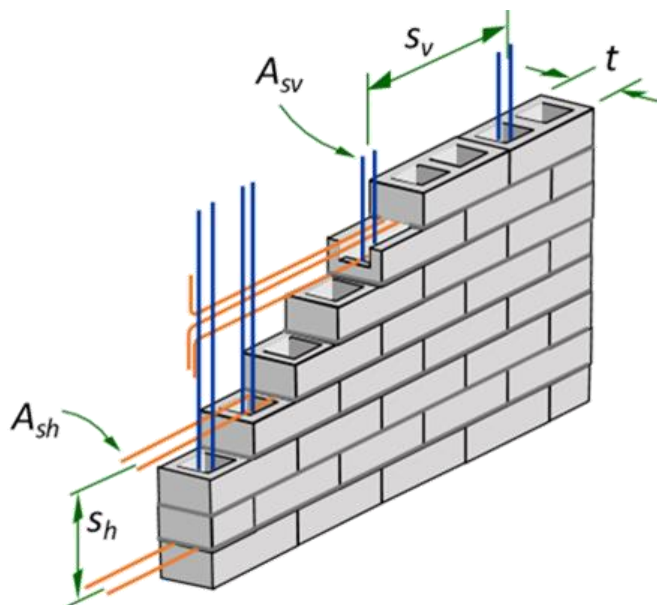
f_{yh} : Esfuerzo de fluencia especificado del refuerzo horizontal; y

f_{yv} : Esfuerzo de fluencia especificado del refuerzo vertical.

S_h : Distancia entre acero de refuerzo horizontal el cual debe ser @ 6 hiladas o 45cm.

S_v : Distancia entre acero de refuerzo vertical debe tener una separación no mayor a 6 veces el espesor del muro o 80 cm.

t: Espesor del muro, no menor a 10cm tipo I y 12cm tipo II, sin embargo, en ningún caso la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t , excederá de 25cm. ver ilustración 33) (mampostería, 2004)



NOTA: Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y construcción de estructuras de mampostería.



Ilustración 33. Requisitos para mampostería con refuerzo interior. Fuente del autor

4.1.2 Refuerzo en los extremos de muros.

Deberá colocarse, por lo menos, una barra vertical del No. 3 con esfuerzo de fluencia 4200 kg/cm², o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en las intersecciones entre muros o a cada 3 m

Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro (ver ilustración 34), a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aún en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal. El refuerzo

longitudinal de la dala deberá dimensionarse para resistir la componente horizontal del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de cuatro barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ecuación. (Álvaro G. P., 2018)

$$A_s \geq 0.2 \frac{f'_c}{f_y} b_c h_c$$

$$A_{sc} = \frac{1000_s}{f_y h_c}$$

Los pretilos o parapetos deberán reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical. Se deberá proporcionar refuerzo horizontal en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea superior a 50cm de acuerdo a la ilustración 34.

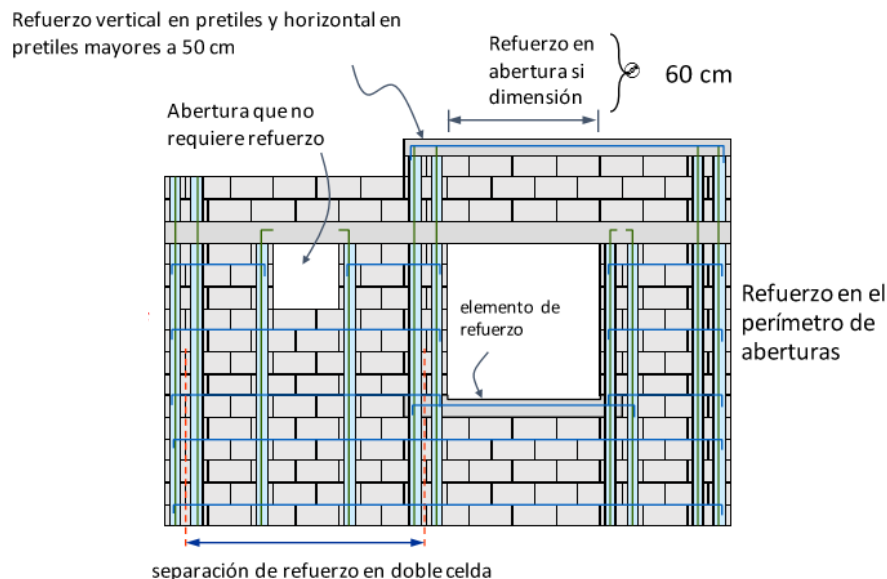


Ilustración 34. Refuerzo en los extremos. *Nuevo Requisitos para muros confinados y reforzados interiormente (2018).*

4.1.3 Refuerzo horizontal en juntas de mortero

El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero podrá estar formado por una o más barras y deberá ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente.

Si se requiere, se podrán anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales. No se admitirá el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

El refuerzo horizontal deberá anclarse en los castillos, ya sean externos o internos, o en las celdas rellenas reforzadas (figura 3.3.4), mediante dobleces a 90 grados colocados dentro de

los castillos o celdas. El doblez del gancho se colocará verticalmente dentro del castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería, sin afectar el recubrimiento del lado opuesto. (Álvaro G. P., 2018)

4.1.4 Muro transversales.

Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, será necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura (ver ilustración 35). Los dispositivos deberán ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente. (Álvaro G. P., 2018)

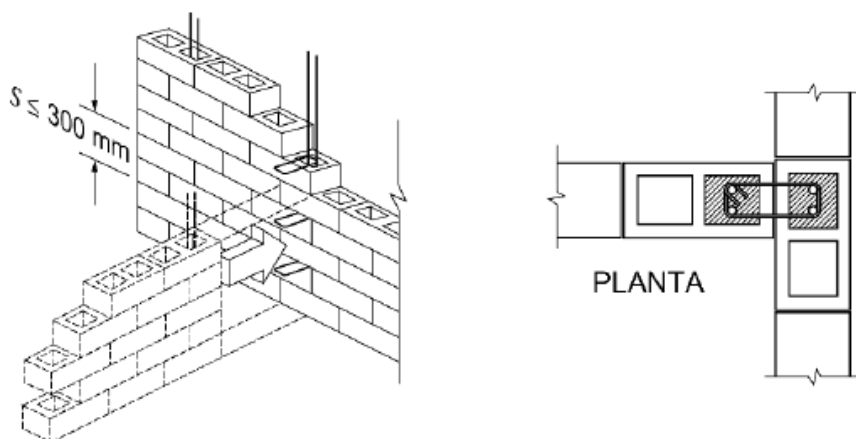


Ilustración 35.Conectores entre muros sin traslape de piezas. *Nuevo Requisitos para muros confinados y reforzados interiormente (2018).*

4.1.5Traslapes

No se admitirá traslape de alambres o barras de refuerzo colocadas en juntas horizontales, ni traslape de mallas de alambre soldado en una sección vertical del muro.

El refuerzo vertical en muros de mampostería reforzada interiormente se podrá traslapar a la misma altura y para no doblarlo para ensartar las piezas se manejarán traslapes a la altura media del entrepiso además de los extremos.

En caso de no contar con especificaciones se hará un traslape de no menos de cincuenta veces el diámetro de la barra o alambre (50db) para acero con esfuerzo de fluencia de 412 MPa (4200 kg/cm²) o menor, y de sesenta veces el diámetro de la barra (60db) para resistencias mayores. (construcción, s.f)

4.1.6 Colocación del refuerzo horizontal.

El refuerzo horizontal en el caso de las piezas huecas con espesor de pared lateral no menor que 30 mm, debe colocarse sobre el espesor de las caras exteriores embebido en el mortero de junteo. El refuerzo horizontal en los muros con piezas macizas, deben colocarse cerca del centro del espesor del muro, embebido en la junta de mortero.

Los extremos del refuerzo horizontal deben rematar en gancho a 90 o 180 grados anclados a los castillos o celdas reforzadas.

La escalerilla electrosoldada solo se puede usar para el control de esfuerzos por temperatura en los muros y cuando en el diseño no se consideró para incrementar la resistencia de los muros a cargas laterales. Si en el proyecto se indica refuerzo horizontal a base de varillas sueltas, éstas no pueden sustituirse por escalerilla de alambre soldado. (construcción, s.f)

4.1.7 Colocación de refuerzo vertical.

Previo a la construcción del muro, el acero de refuerzo debe estar anclado en su base, recto y en posición vertical. No debe ser doblado ni enderezado una vez iniciada la construcción del muro (ver ilustración 36). (construcción, s.f)

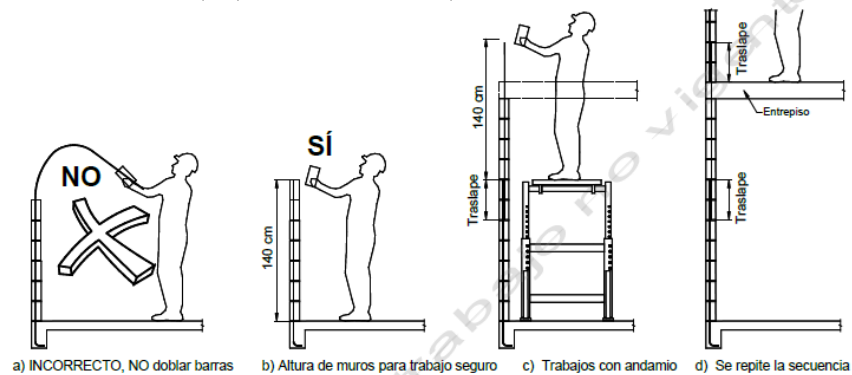


Ilustración 36. Construcción de muros con refuerzo interior con ayuda de andamios y usando traslapes. PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018

4.1.8 Secuencia constructiva en instalaciones dentro de los muros.

En mampostería de piezas macizas, multiperforadas macizas o huecas con relleno total se admite ranurar el muro para alojar las tuberías y ductos, siempre que:

1. La profundidad de la ranura no exceda de la cuarta parte del espesor de la mampostería del muro ($t/4$), evitando que se encuentre con otra ranura del otro lado del muro, debiendo separarlas al menos 20 cm;
2. El recorrido sea vertical;
3. El recorrido no sea mayor que la mitad de la altura libre del muro ($H/2$); y
4. Estas sean realizadas con disco de corte, taladro ranurador o broca sacabocado, o similares. Se debe evitar hacer el uso de maceta y cincel.
- 5.

Se debe evitar que las cajas de salidas eléctricas coincidan a ambos lados del muro para prevenir la transmisión de ruido, debiendo separarlas al menos 20 cm. En muros con piezas huecas las instalaciones deben pasar a través de los huecos, debiendo estos ser rellenos con concreto o mortero de relleno. En muros con piezas multiperforadas huecas, se deben de dejar intercaladas piezas doble hueco para alojar dentro de ellas la tubería y ductos. No se deben colocar tuberías y ductos en castillos que tengan función estructural, sean exteriores o interiores o en celdas reforzadas verticalmente. (construcción, s.f)

CAPÍTULO 5.-PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS EN MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE.

5.1 Cimentación

El acero de refuerzo vertical no se ancla de manera correcta en la cimentación de acuerdo al plano estructural establecido ya que lo van desplazando unos centímetros al presentarlo con las “distancias correctas” y el consecutivo tiene el mismo error, así mismo al colar la cimentación. Esto sucede por no tener una supervisión por parte del colocador o supervisión del proyecto.

Al tener un mínimo movimiento el refuerzo vertical la problemática afecta en instalaciones eléctricas, hidráulicas ya que estas se guían en la distribución porque ya no pueden seguir lo establecido en el plano.

El pegado de los bloques para el muro tiene las mismas consecuencias ya que no queda centrado el acero en el alveolo y pega con las paredes de los bloques, el problema más notable es que se realiza un bayoneteo (ver ilustración 37).



Ilustración 37. Ejemplos de problemas en la cimentación. Fuente del autor

5.2 Desplante de muros.

5.2.1 Primer hilada

En la preparación para el desplante de muros se quita el sobrante de concreto que sobresale en la losa ya que es demasiado por el mal terminado con la finalidad de que la superficie quede lisa y no existan desniveles al momento de iniciar con los muros, el desarrollar esta actividad minimiza el rendimiento de la presentación de la primera hilada.

El despiece se hace de forma errónea ya que los bloques al ir acabado las hiladas quedan centímetros desplazados quedando largos o cortos y se tiene que hacer ajustes para quedar de manera correcta (ver ilustración 38).



Ilustración 38. Problemas en primera hilada. Fuente del autor

5.2.2 Mezcla de pega y colado de muro

La elaboración de la mezcla en numerosas ocasiones se hace en obra ocupando mayor espacio y se contamina por el toque del suelo natural generando un desperdicio mayor aunado a la mala dosificación de los agregados (cemento, arena, grava y agua) ya que se realiza a consideración de cada obrero por no tener una supervisión o indicación directa de cuál es la dosificación correcta esto trae como más consecuencias como mala adherencia y baja resistencia.

La consistencia del mortero de asiento debe ser adecuada para lograr una mezcla trabajable. Debe sin embargo evitarse un mortero con exceso de agua pues se corre el riesgo de que escurra por las juntas y que además se produzcan contracciones de fragüe que provoquen fisuras (ver ilustración 39).

El mal resguardo de los bloques genera otra problemática en la pega de los mismos porque no se tapan y se mojan o humedecen en la intemperie provocando una mala adherencia (ver ilustración 40).



Ilustración 39. Ejemplo de mezcla en obra. *Fuente del autor*



Ilustración 40. Ejemplo de bloques descubiertos. *Fuente del autor*

5.2.3 Colocación de reglas de nivelación.

La guía en la nivelación, alineamiento y verticalidad de las hiladas del muro se hace con uso de reglas improvisadas colocadas en los extremos del muro porque no está firme ya que le colocan diferentes elementos como piedras, suéteres, clavos, etc. para obtener peso o nivelación, sin embargo, al no ser un elemento establecido y fijo puede tener movimiento y perder estabilidad (ver ilustración 41).



Ilustración 41 Ejemplo de reglas mal colocadas. *Fuente del autor*

5.2.4 Refuerzo vertical.

La práctica incorrecta del doblado del acero de refuerzo vertical es constante para ensartar piezas huecas para su colocación, esta mala práctica trae resultados no favorables de manera estructural ya que la varilla se está moviendo todo el tiempo y se va perdiendo verticalidad en el muro lo hace que haga mayor esfuerzo, así como movimiento en el muro, las piezas de bloques se despegan al ir avanzando en las hiladas (ver ilustración 42).



Ilustración 42. Ejemplo refuerzo vertical. Fuente del autor

5.2.5 Instalaciones

El tener un error en la colocación del acero vertical desde la cimentación hace que las instalaciones hidráulicas y eléctricas no queden centradas conforme a proyecto, se debe ir corrigiendo al momento del pegado del bloques cortándolos de formar irregulares y que afectan su composición y resistencia, moviendo bruscamente las instalaciones hasta que puedan quedar donde se indicaba en planos o en su defecto ya en el muro terminado realizar ranuras o cortes sin tener una forma adecuada ya que se usa marro y golpeando el muro.

Este tipo de procesos traen como resultado un exceso de consumo de material y mano de obra puesto que una persona debe resanar o en su caso cimbrar y colar algunos elementos para que tengan el terminado deseado (ver ilustración 43).

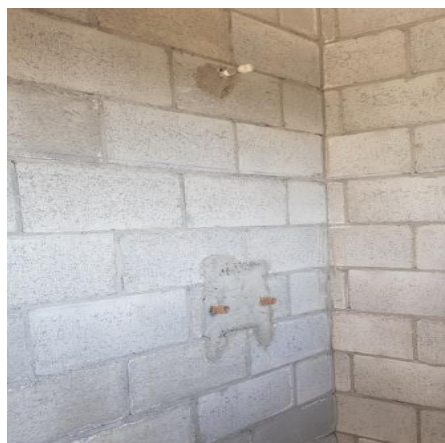


Ilustración 43.Ejemplo de errores en las instalaciones. *Fuente del autor*

5.2.6 Junteo

Es muy común tener grietas y fisuras en los muros terminados o que haya oquedades entre los bloques debido a una mala adherencia con el mortero debido a que no se realiza el junteo correcto pues se justifica por parte de los obreros que “alientiza” el proceso pues esto que se necesita tener un junteador que este específicamente en ese trabajo o en su caso el mismo

oficial realice dicha actividad en vez de avanzar en otra hilada, pierde tiempo en realizar el junteo así como una incorrecta supervisión de los trabajos (ver ilustración 44).

Esto anunado a la mala calidad del la elaboración del mortero a causa de que se realiza en obra afecta con una dosificación incorrecta provocando una alineación de las piezas poco regular.



Ilustración 44. Ejemplo de muro sin junteo correcto. *Fuente del autor*

Capítulo 6. MEJORAS CONSTRUCTIVAS

Es necesario tener la herramienta necesaria para una ejecución correcta (ver ilustración 45) y no realizar herramientas o cosas improvisadas.

Para una buena ejecución se necesita tener:

- Cuchara de albañil
- Hilo reventón
- Pinzas para hilo
- Artesas plásticas
- Reglas de esquina
- Pala
- Botes
- Carretilla
- Andamios
- Revolvedora
- Flexómetro
- Nivel de mano
- Tablero con soporte para mortero
- Junteador o rayador mortero Ilustración



Ilustración 45 . Herramientas. Sin fuente

6.1 Cimentación – Acero vertical

Para mejorar la cimentación con respecto a la acero vertical se debe hacer uso de escantillones hechos a base de PTR los cuales deben estar marcados con las distancias correctas de colocación del acero vertical conforme a proyecto, esto mejora notablemente los errores que se tienen por el desplace del acero.



Ilustración 46. Ejemplo de implementación de escantillón. Fuente del autor

Ya colocado el acero vertical, las instalaciones hidráulicas de bajo de la malla de refuerzo es necesario una supervisión para verificar la colocación correcta antes del colado y se puedan hacer las correcciones pertinentes.

El acero vertical que no tenga una unión con un estribo se coloca un tramo de acero en la base en el sentido del contratrabe y en la parte superior en el sentido transversal (ver ilustración 47), para no recorrer el acero hasta el estribo más cercano y desfasar el acero y no se tenga el problema de chocar el acero con las paredes de bloques

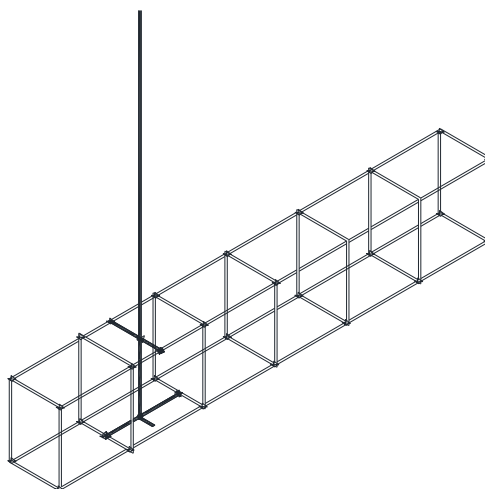


Ilustración 47 .Acero vertical sin unión con estribo. Fuente del autor

En caso de que el acero vertical se mueva lo que se realiza es doblar la varilla gradualmente a una distancia ya específica por altura de esa manera no se hace el bayoneteo en la base de la losa de cimentación moviendo toda la estructura (ver ilustración 48). El doblar del acero vertical con una inclinación 6 cm vertical por 1 cm horizontal.

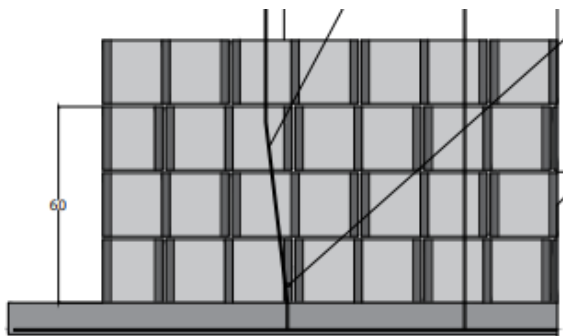


Ilustración 48. Acero vertical con bayoneteo gradual. Fuente del autor

6.2 Desplantes de muros

6.2.1 Plano de Despiece

Para el comienzo del desplante de muros es necesario realizar y verificar el plano con el despiece correcto donde puedan ubicar de las piezas de mampostería conforme al sembrado de las varillas (ver ilustración 49).

El despiece se debe empezar por los muros cortos, y continuar con los muros largos en una coordenada Y-0.00. en ambos sentidos y se pueda utilizar como base en un siguiente nivel dejando al final los muros intermedios.

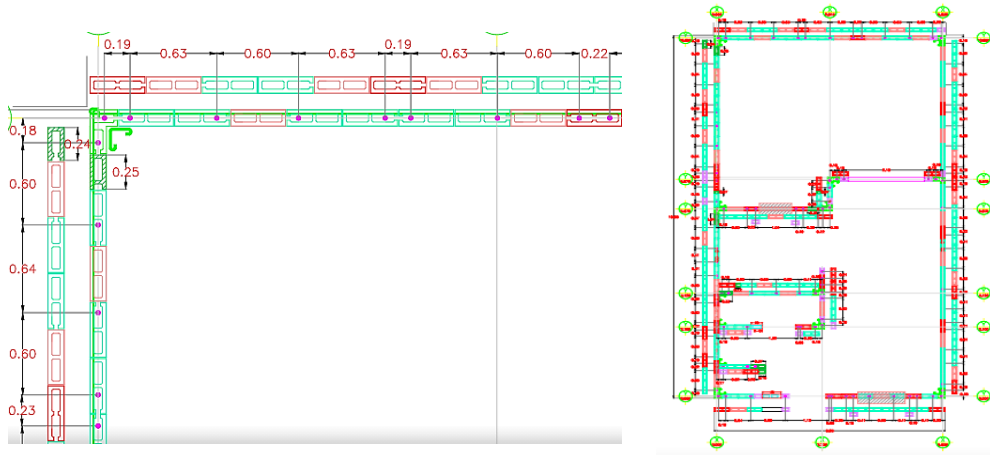


Ilustración 49. Plano de despiece. Fuente del autor

El comienzo por muros cortos, se utilizarían 3 reglas de esquina, dos en el muro corto y una en el largo de esta manera la colocación es sencilla ya que acero de refuerzo horizontal podría estorbar para la colocación de bloques (ver ilustración 50), en este caso se propone hacer el muro conjuntamente y el acero horizontal quedaría colocado de una forma gradual y no tener mucho acero junto que quizá pueda retardar el avance del pegado de bloques.

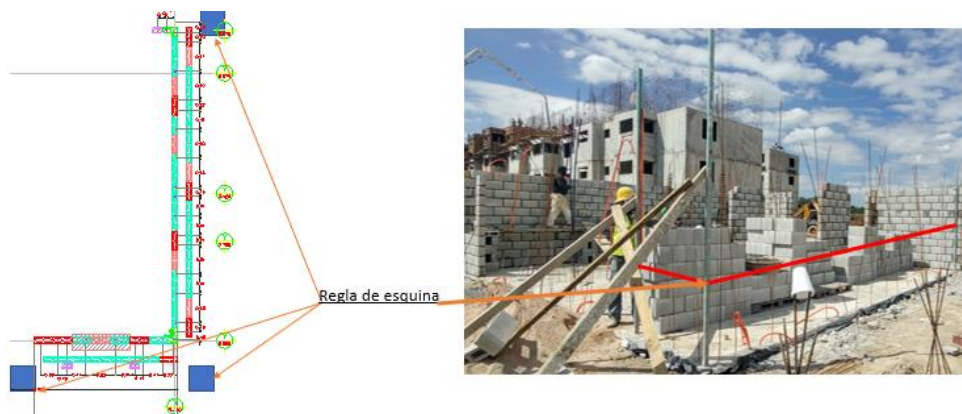


Ilustración 50. Regla esquina. Fuente del autor

6.2.2 Piezas Open End

Son un conjunto de piezas de bloques hueco de 12x20x40 de forma prismática de concreto con una o dos paredes laterales abiertas con la finalidad de insertar la pieza en el acero vertical sin tener que doblar la varilla o manejar un traslape intermedio (ver ilustración 51). Dentro de las piezas se tiene una pieza esquinera que evita las juntas verticales en las intersecciones de muros con el beneficio de reducir la aparición de fisuras en las esquinas.

Las piezas cumplen con la NMX-C-404-ONNCCE 2012 “Bloques, tabique, tabicón o ladrillo para uso estructural”

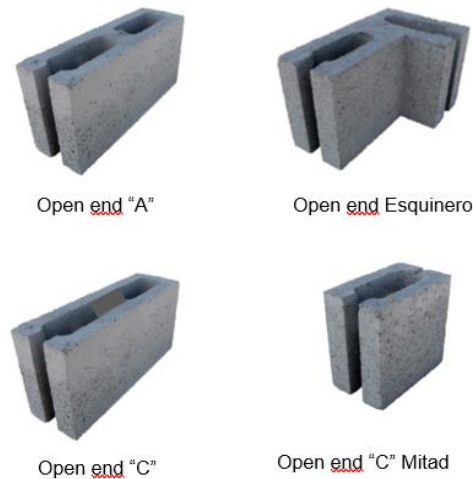


Ilustración 51. Piezas Open End. Industrial Bloquera

6.2.3 Trazo

Para poder empezar con la construcción del muro de mampostería reforzada interiormente es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Clasificar los diferentes tipos de piezas (ver ilustración 52) Open end para facilitar su colocación.



Ilustración 52. Clasificación de piezas. Fuente del autor

1. Trazar el eje de los muros en la cimentación y verificar el posicionamiento del refuerzo vertical (ver ilustración 53).

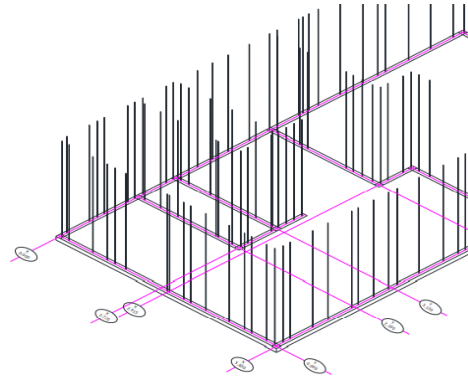


Ilustración 53. Trazo de ejes. Fuente del autor

2. Colocar las piezas esquinero en cada vértice del trazo de los muros y se iniciará con la presentación de la primera hilada y así no se realiza una junta fría y se elimina el gancho (ver ilustración 54).

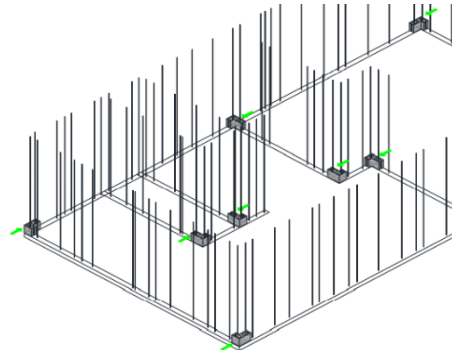


Ilustración 54. Colocación pieza esquinero. Fuente del autor

3. Presentar la primera hilada sin pegar las piezas comenzando por los muros largos o usando la pieza open end que se indique en el proyecto (ver ilustración 55).

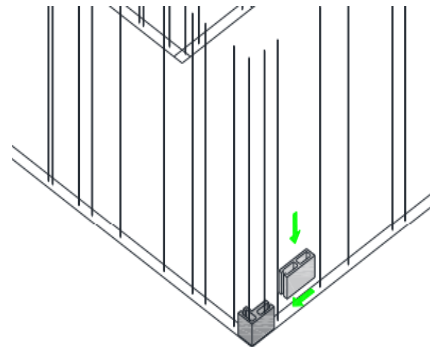


Ilustración 55. Primera hilada. Fuente del autor

- Presentar todas las piezas en cada uno de los ejes para identificar el tipo de pieza que corresponde al arreglo del refuerzo vertical (ver ilustración 56).

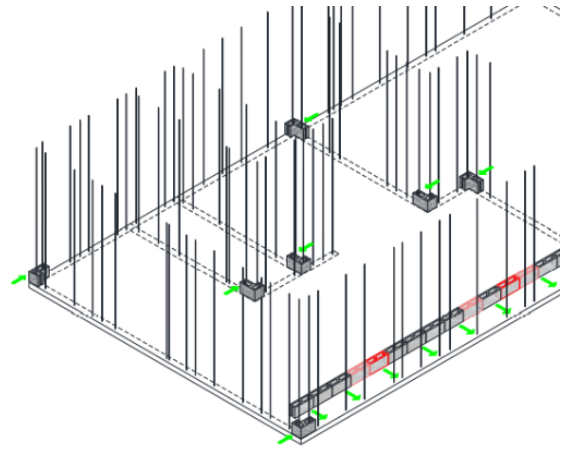


Ilustración 56. Identificación de piezas. Fuente del autor

- En el caso donde se encuentre dos aceros verticales juntos se recomienda usar la pieza open end "C" (ver ilustración 57).

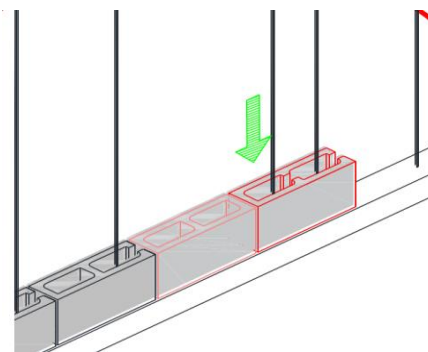


Ilustración 57. Pieza open end C con acero vertical junto. Fuente del autor

- Para muros cortos o ajuste se recomienda usar la pieza open end "C" mitad (ver ilustración 5).

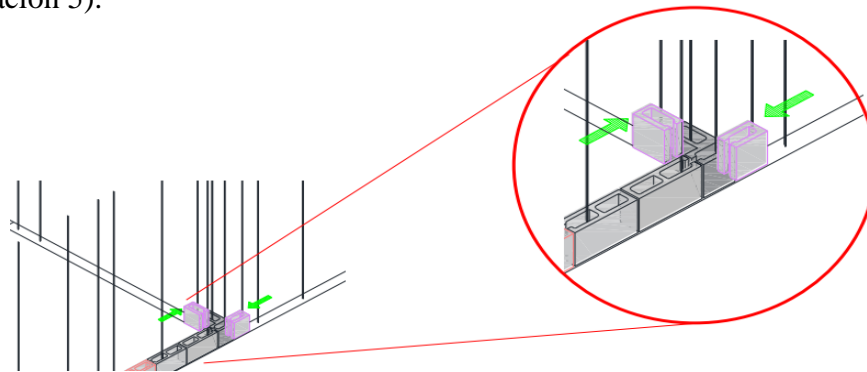


Ilustración 58. Muro corte, pieza mitad open end "C". Fuente del autor

7. Donde no se encuentre ningún acero se recomienda colocar la pieza estándar (ver ilustración 59).



Ilustración 59. Pieza estándar sin acero vertical. Fuente del autor

6.2.4 Pegado de bloques

Conforme a la NMX-C-486-ONNCCE-2014 mampostería mortero para uso estructural se debe usar un mortero tipo I con una resistencia promedio de 180 kg/m^2 (18 MPa), se recomienda un mortero estructural premezclado (ver ilustración 60), se debe agregar por @50 kg. 10 a 11 L de agua.

El uso de ese tipo de mortero te proporciona diferentes ventajas:

- Solo hay que agregar agua para usarse.
- Mejor manejabilidad y consistencia, mejorando el rendimiento.
- Mayor adherencia, eliminando fisuras en el junteo.
- Control exacto del material.
- Resistencias altas a edades tempranas.
- NO se baja o se escurre la junta al asentar la pieza.
- NO requiere saturar la pieza de barro con agua.



Ilustración 60. Mortero premezclado seco. Fuente del autor

6.2.5 Colado de Alveolos

Para un mejor control y menos desperdicio del concreto para el colado de alveolos de los bloques es recomendable usar un concreto premezclado seco (ver ilustración 61) con un $f'c$ 250 kg/cm² (24.6 MPa). El saco de 50kg se debe agregar de 7 a 8 L teniendo una relación agua concreto NO MAYOR a 0.16 litros/kilo, ya que si se agrega más agua se perderá la resistencia.

Este tipo de concreto puede dar diferentes ventajas:

- Solo se agrega agua limpia.
- Mayor rendimiento de mano de obra por su fácil elaboración.
- Menor desperdicio.
- Fácil control de almacenaje.
- Mejor manejabilidad y revenimiento.
- Puede ser elaborado de forma manual o mecánica

Para la elaboración es necesario un recipiente plástico o metálico para realizar el mezclado del concreto, esto es para evitar que el material pierda humedad y se reseque cuando se prepare (NO madera).

No preparar más producto del que pueda usar en un tiempo máximo de 30 minutos, después de ese tiempo se debe desechar. Si el Mezclado del concreto se realiza de forma mecánica como un trompo, el tiempo de mezclado debe ser por lo menos de 4 min a 120 revoluciones por minuto agregando la misma cantidad de agua indicada.



Ilustración 61. Concreto premezclado seco . Fuente del autor

6.2.6 Instalaciones

Al colocar la cimentación correctamente, el acero vertical y el trazo de las piezas de mampostería las instalaciones eléctricas como hidráulicas quedan de manera centrada en cada alveolo de las piezas mampostería (ver ilustración 62)., lo cual tiene como beneficio que las piezas no tengas que romperse de manera irregular o improvisar los cortes o mover las instalaciones.

Es necesario tener un banco de corte, así como las herramientas necesarias para un corte preciso y uniforme (discos de corte) ver ilustración 62.



Ilustración 62. Instalaciones centradas y cortadas con disco de corte. Fuente del autor

6.2.7 Dinteles y Emboquillado

Para un mejor beneficio en costo en los cerramientos se recomienda el uso de un bloque tipo dala ya que con ese proceso se puede reducir aproximadamente un 52.5% de concreto (ver ilustración 63)., así como acero y cimbra.

Para el bloque dala solo se utiliza un marco de madera o cualquier material que pueda resistir la carga de las piezas. El tiempo de colocación es de 30 o 45 minutos por ventana o puerta y el tiempo de colocación es más rápido.

Para el emboquillado en la ventana se propone un escantillón (ver ilustración 64)., este tendrá la función de limitar el espacio de la Ventana para que la superficie del bloque quede completamente nivelada en los cuatro lados. Con esto evitamos un trabajo posterior de emboquillado que genera tiempo de mano de obra y material.



Ilustración 63. Cerramiento antes y después. Fuente del autor

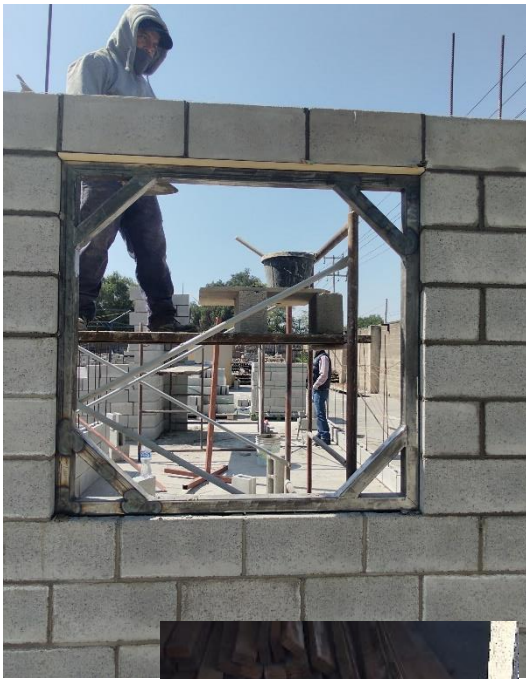


Ilustración 64. Escantillón antes y después. Fuente del autor

6.2.8 Rendimientos

El rendimiento por “x” m2 con una cuadrilla de dos personas un bloquero y un ayudante dependiendo el proceso constructivo conforme a la tabla 7:

Descripción	66.40 M2	96 m2
Sistema normal	1.7 a 2	3
Sistema con mejoras	2.3 a 3	3.5 a 4.2

Tabla 7. Rendimientos. Fuente del autor

Aunque el rendimiento en el sistema normal es menor ya que se caracteriza por una rapidez mayor, pero se generan fallas en la calidad y costos adicionales en los acabados o garantías, el sistema mejorado tiene un enfoque en garantizar la calidad y mejoras en el proceso constructivo de principio a fin.

La calidad también se ve en la efectividad de los trabajadores ya que al colocar piezas especiales su el esfuerzo físico es menor, ya que colocan las piezas por dentro sin tener que doblar la varilla o pasar la pieza por la cabeza para alcanzar la altura (ver ilustración 65).,



Ilustración 65. Colocación piezas. Fuente del autor

sin embargo, en costo se puede apreciar un beneficio en los algunos de los materiales (ver tabla 8).

DESCRIPCIÓN	SIST TRADICIONAL + GANCHOS		MEJORAS (SIN GANCHOS)		DIFERENCIA
CONCRETO DE RELLENO EN MUROS	\$16,891.52	Concreto hecho en obra	\$20,679.82	Seconcreto 150	-\$3,788.30
GANCHOS PARA UNION DE MUROS	\$448.88	Ganchos en uniones	\$0.00	Se eliminan ganchos por esquinero	\$448.88
DINTELES EN VENTANAS Y PUERTAS	\$10,886.53	Dinteles de concreto	\$5,156.91	Dinteles con block U	\$5,729.62
IMPORTE TOTAL MAS IVA SIN INDIRECTOS	\$28,226.93		\$25,836.73		\$2,390.20

Tabla 8. Beneficios de materiales. Fuente del autor

Capítulo 7. Conclusión

En un sistema mejorado donde se respetan procesos constructivos y la normatividad aplicable se tiene como primer paso el uso de regla de esquina para cuidar el alineamiento, pinzas y nivel para mejorar plomo y alineamiento de los muros durante su construcción, uso de escantillones para el trazo y colocación del refuerzo vertical en la cimentación y de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como piezas que facilitan la colocación del bloques sin doblar el refuerzo vertical así evitando dañar la cimentación por el movimiento que se genera al tratar de enderezar la varilla o al doblar la varilla para colocar el bloques tradicional e inclinación o falta de adherencia de la varilla y sin tener que elevar la pieza por arriba de la cabeza reduciendo el trabajo físico y mejorando el rendimiento del Bloquero.

El uso de la pieza esquinero permite el cuatropeo de los muros en las esquinas, eliminando la junta vertical que posteriormente aparece como una fisura vertical en los muros de fachada, así como los ganchos que se utilizaban para la unión entre muros y se obtiene un ahorro. La pieza “U” (tipo dala) para la construcción de los dinteles en lugar del colado de los mismos con cimbra reduce los costos y mejora los tiempos de ejecución.

Con el concreto y mortero premezclado elimina el uso de materiales a granel como la grava y la arena para fabricar concreto, mejora el rendimiento y elimina el trabajo de mezclado del material y garantiza la resistencia del concreto de relleno con la fluidez necesaria para el colado de las celdas, es necesario el rayado de las juntas para compactar el mortero de junteo y evitar las fisuras falsas en los muros, por lo tanto, el acabado muestra calidad.

Aunado a lo antes mencionado se tiene un mejor control de los materiales para elaborar el concreto de relleno al tener el número de exacto de sacos, se tiene una reducción de desperdicio de agregado y de concreto, rapidez en la elaboración del concreto, ya que el concreto y/o mortero solo requiere agua para su preparación.

La garantía en cuanto a la resistencia a compresión y el revenimiento para el relleno de las celdas de los bloques puede ser más controlado y por último permite tener una mayor limpieza en la obra.

En las instalaciones eléctricas e hidráulicas son favorecidas en la mejora ya que se tienen en las ubicaciones exactas y no se tienen que estar adecuando, los huecos en los muros para los registros eléctricos, contactos, apagadores, etc. con el uso de cortadora en lugar o un banco de corte como apoyo en de primera instancia para los bloques.

Todas estas mejoras deben ir acompañadas de una supervisión correcta la cual pueda ir identificando en tiempo las soluciones adecuadas a las necesidades que se suscitan en obra y se vienen empujando de tiempo atrás.

En todo proceso nuevo se necesita una adaptación en donde se tiene que tener un cuidado en la ejecución de todos los trabajos para obtener la calidad esperada. Donde se tienen áreas de mejora que pudiese dar un complemento extra al sistema.

Si todas las áreas que interviene en el proyecto (proyectos, costos, estructuristas, etc.) realizan señalamientos o propuestas en cada proceso donde intervienen se puede realizar una supervisión mejor en el proceso de construcción ya que de esa manera se podrá cumplir con la reglamentación correspondiente.

Bibliografía

- Álvaro, G. P. (2018). Los cambios en las NTC de mampostería 2017 y las normas NMX asociadas a la construcción y supervisión de las edificaciones. *Nuevos Requisitos para muros confiados y reforzados* (págs. 5-27). Ciudad de México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.
- Álvaro, P. G. (2015). Norma Mexicana NMX-C-486-ONNCCE-2014 Mortero para uso estructural. *Casas GEO* (págs. 5-11). Ciudad de México: Casas GEO.
- construcción, C. T. (s.f). *PROY-NMX-C-559-ONNCCE-2018 - Industria de la Construcción–Mampostería–Procedimientos Constructivos para Muros de Mampostería–Requisitos*. Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la construcción y edificación.
- Guillermo, C. S. (s.f). Curso sobre diseño y construcción de cimentaciones. *Notas sobre losas y cajones de cimentación*, 4-11.
- Leonardo, C. F. (2015). Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 Piezas para uso estructural. *Coordinación Nacional de Protección Civil* (págs. 16-25). Ciudad de México: Coordinación Nacional de Protección Civil.
- mampostería, N. T. (6 de octubre de 2004). *Secretaria de la Contraloria General de la Ciudad de México*. Obtenido de Prontuario Normativo: <http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/745.pdf>
- Organismo Nacional de la Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación. (2012). *NMX-C-404-ONNCCE-2012 Industria de la construcción - Mampostería - Bloques, Tabiques o Ladrillos y Tabicones de uso estructural*. Ciudad de México: Copyright, Derechos reservados ONNCCE.