







Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra Cooperación Suiza en América Central



Título: Nueva cartilla de la construcción

Managua, junio de 2011.

Comité de autoría Comité directivo

Gioconda Alvarado. Helman Taleno. MTI MTI Óscar Escobar. MTI lleana Silva. MTI Maritza Bustillo. Cooperación Suiza en MTI Jean Francois Golay.

Miguel Ángel Moreira. América Central MTI

Comité técnico de seguimiento

William Brenes. Jaime Matus Vigil. **INATEC** MTI

María Elena Quintanilla, SINAPRED Verónica Hernández. Cooperación Suiza en

Julio Medrano. **INVUR** América Central

Comité técnico consultivo

Isaías Montoya. **INETER** Julio Illescas. **MASELNIC** Socorro Sotelo. **INETER** Emiliano Zapata. MATECSA

Marcio Baca. Alberto Bernall. FUNDACIÓN COLMENA **INETER**

Fabio Segura. **INETER** Evangelina López. **CEMEX** Douglas Rosales. **PREFANICSA** Angélica Muñoz. **INETER** Jorge Wheelock. Manuel Zeledón. decoNcreto **INVUR** Ben Sandzer-Bell. CO₂ Bambú Karla Guerra. **INVUR SINAPRED** Ana Izaquirre. Arnoldo Guillén. **FUNDESONIC**

Carlos Renderos. Jairo Avilez Donaire. Constructora cristiana BETEL, S. A. MONOLIT

Luis Nieto. Guillermo Sánchez Avilez. Constructora cristiana MONOLIT

BETEL, S. A.

Yuri González. **PLYCEM** Ronald Cuevas. Jorge Boza. **PLYCEM** SUMINSA **HOPSA** Rodolfo Gross. Luis Carvajal. **CONSULTOR** Omar Baltodano. Sergio Obregón. **THERMOTEC CONSULTOR THERMOTEC** Julio Maltéz. Marvin Loásiaa. **CONSULTOR** Sigurd Somarriba. TECHOS TERMOACÚSTICOS Maurilio Reyes. **CONSULTOR** Vladimir Tercero. **CONCRETERA TOTAL** Rainer Parrales. **CONSULTOR**

Ν 690

N586 Nicaragua. Ministerio de Transporte e Infraestructura

> Nueva cartilla de la construcción / MTI. -- 1a ed. -- Managua: PAVSA, 2011 270 p.

ISBN: 978-99924-20-47-8

1. CONSTRUCCION DE VIVIENDAS 2. DESASTRES NATURALES 3. MATERIALES DE CONSTRUCCION 4. TECHOS 5. MAMPOSTERIA 6. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Cuido de edición: Lic. Francisco Arellano Oviedo. PAVSA

Diseño: Ina. Francisco Arellano Jr. PAVSA Tiro de esta primera edición: 10 000 ejemplares

FORTENIDO

Cari	A DE PRI	ESENTACIÓN	3			
		V				
1.	Los fi	ENÓMENOS NATURALES				
	1.1	Generalidades				
	1.2	Terremotos	13			
	1.3	Erupciones volcánicas				
	1.4	Deslizamientos de tierra	18			
	1.5	Huracanes				
	1.6	Inundaciones	30			
2.	Los sistemas constructivos					
	2.1	Mampostería	.37			
	2.2	Electromallas				
	2.3	Prefabricado de planchetas				
	2.4	Prefabricado de concreto armado.				
	2.5	Plycem				
	2.6	Madera				
	2.7	Prefabricado acerohomes superpanel				
	2.8	Sistema constructivo BLS				
	2.9	ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN MENOR.				
	2.10	El bambú como material de construcción				
		Adobe tradicional				
		Sistemas constructivos que cuentan con aval del MTI				
		Sistemas constructivos comunes en Nicaragua				
3.	Mezei	LAS UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCIÓN MENOR	165			
J.	3.1	MEZCLAS A BASE DE CEMENTO				
		Uso de la cal en la construcción				

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

4.	EL AC	ERO DE ALTA RESISTENCIA	177
	4.1	Introducción	
	4.2	El acero de alta resistencia	181
5 .	TECH	OS TERMOAGÚSTICOS	189
	5.1	Láminas termoacústicas	191
	5.2	Termotec	197
	5.3	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA CUBIERTAS DE TECHOS ONDULADAS PLYCEM	207
	5.4	Resolución ministerial- láminas de zinc	219
6.	EL SU	FLO	223
	6.1		
7.	EJEMI	PLOS DE BUENAS Y MALAS PRÁCTICAS EN MAMPOSTERÍA	233
	7.1	Procedimientos adecuados y no adecuados en mampostería	
8.	Proc	EDIMIENTOS COMPLEMENTARIOS PARA CONSTRUIR TECHOS CONTRA VIENTOS HURACANADOS	255
	8.1	Procedimientos complementarios para construir techos contra vientos huracanados	
Biblio	OGRAFÍA		267

LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

2.1 Mampostería

El ser humano en un tiempo vivió en cuevas o cavernas pero su gran capacidad de transformación del medio lo ha hecho hoy en día vivir en espacios techados de múltiples formas y diferentes materiales de construcción.

GONSTRUCTIVOS	¿Qué es la construcción de mampostería? Requisitos geométricos Ubicación de puertas y ventanas De la calidad de los materiales El refuerzo Mampostería reforzada interiormente El refuerzo Sitios que deben reforzarse Las uniones de mampostería El refuerzo horizontal	38 40 41 43 46 47 47 48
SISTAMAS	2.2 Electromallas Dimensiones del panel Mortero de repello Usos generales Detalles constructivos mínimos Unión techo y paredes de electromallas Fundaciones	58 58 58 58 62
Harfituto 2: Los	2.3 Prefabricado de planchetas	64656566
	2.4 Prefabricado de concreto armado	69 69
	2.5 Plycem Requerimientos constructivos para plycem Propiedades y ventajas Consideraciones mínimas de instalación Fijación de láminas: Consecuencias de no cumplir las reglas claves Entrepisos Sistema constructivos plycem 1000	73 73 75 81 .85
	2.6 Madera	10

¿Cómo construir las paredes

o cerramiento de madera?113 El techo115 Los clavadores117 Cerchas de techo117

El uso	de clavos y tornillos	117
	Prefabricado acerohomes superpanel pales beneficios del sistema	
Descri	ipción de la vivienda	120
	encia de construcción	
	Sistema constructivo BLS	
	oios básicos del sistemaogo de piezas	
Cone	xiones y juntas típicas del sistema	130
Tornillo	os de conexión	131
	encia de construcción	
Adhes	sivo de panelesa impermeabilizante	133
	a para juntas	
	Acero en la construcción menor	
Qué p	oodemos utilizar	136
Cómo	funciona el acero en la construcción	136
Qué r	no debemos de hacer	137
	El bambú como material	
Algun	de construcciónas características básicas del bambú:	138
	descripción	
Cimie	ntos	139
	tura	
	puertas y ventanas	
	na fisuración	
Corta	duración	142
	vación	
	esnnas y cubiertas	
	Disos	
Muros	o paredes repelladas	149
	s portantes y diafragmas de piso	
	Adobe tradicional	
	sistenciaructivos	
	olos de daños provocados por los techos	
pesac	dos y la poca capacidad a compresión	del
	e tradicional	155
	Sistemas constructivos	
	que cuentan con aval del MTI	156
	Sistemas constructivos	1.50
	comunes en Nicaragua	120

2.1 MAMPOSTERÍA

2.1

MAMPOSTERÍ

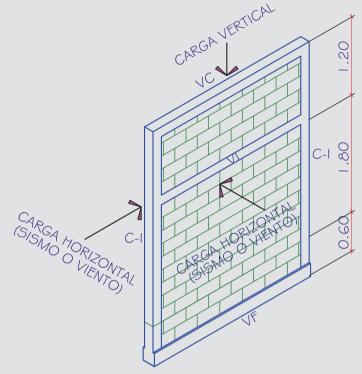
La mampostería es un término que involucra construcciones hechas con ladrillos. Estos pueden ser de una gran variedad, por ejemplo: de arcilla quemada, de suelo cemento, de piedra natural, como la piedra cantera, de mezclas de concreto o mortero y de suelo natural quemado al sol. como el ladrillo de adobe.

¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA?

Es uno de los sistemas más antiguos empleados por el ser humano; no obstante, en zonas expuestas a terremotos o vientos huracanados, el sistema constructivo debe protegerse con refuerzos varios. Aquí se definirá el refuerzo mínimo requerido para áreas donde la sismicidad es evidente, o sea que exista historia o precedentes y que, además, se presenten huracanes con cierta frecuencia, menores a 50 años.

Existen dos tipos de construcción en mampostería, la confinada y la reforzada. La más común y difundida en nuestro país es la confinada, que usa diferentes materiales para envolver o confinar al muro de mampuesto, ya fueren vigas y columnas de concreto reforzado, madera o acero. No obstante, estos dos últimos materiales requieren de ciertos requisitos para su adecuado comportamiento en sitios donde se producen terremotos o vientos huracanados. Es decir, que su uso es mejor en la zonas sísmicas A y B o las zonas 1 y 2 de vientos. Por otro lado, la mampostería reforzada lleva el refuerzo dentro de los hoyos de los bloques y son, principalmente, varillas de acero corrugadas dispuestas vertical y horizontalmente.

El prototipo o ejemplo básico de construcción con mampostería es el "muro portante" con capacidad para resistir fuerzas gravitacionales, como su propio peso, el techo de la vivienda, sus



Muro portante, movimiento de la mampostería

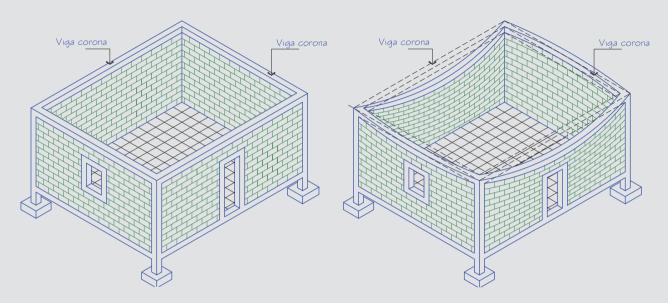
accesorios etc., y también resistir fuerzas laterales, que son producidas por los terremotos y vientos huracanados (ver figura). Su configuración es crear cajones debidamente unidos.

Por cuanto los muros portantes de mampostería para ser considerados como resistentes a sismos o vientos, deben cumplir con requisitos necesarios de carácter geométrico, posicionales y de refuerzo, los cuales expondremos a continuación.

Otro aspecto importante en el comportamiento de la mampostería reforzada, es que en nuestro país no acostumbramos techos a base de concreto armado o losas, por cuanto la resistencia a cargas horizontales producidas por sismos o vientos huracanados, depende de la resistencia de las vigas coronas o arreglos de vigas que puedan colaborar directamente a esta resistencia,

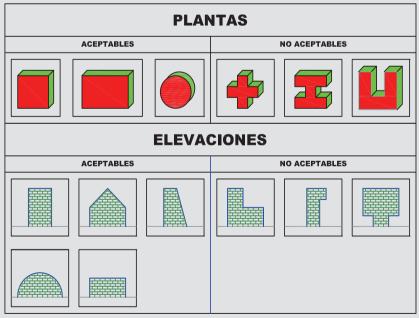
MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

por ejemplo la prolongación horizontal de la vigas o dinteles de puertas y ventanas, con un mínimo de esfuerzo podemos colocar las alturas de puertas y ventanas de tal forma que se aproximen a la viga corona, creando con esto un elemento colaborante y eficiente con esta. La gráfica siguiente muestra claramente este aspecto y como medidas simples como la expuesta dan una mejor capacidad a la estructura con un mínimo de esfuerzo y dinero.



REOUISITOS GEOMÉTRICOS

Se entienden como requisitos geométricos, todos aquellos que tienen que ver con la forma final de la construcción. Incluyen puertas, ventanas, longitud, altura, anchos, plantas, entre otros.

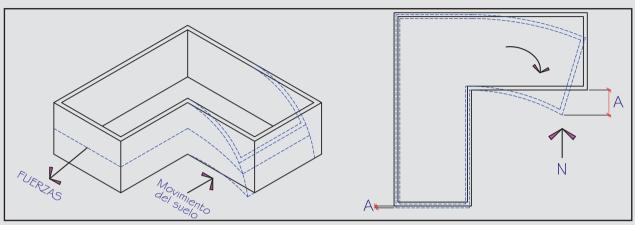


Requisitos geométricos

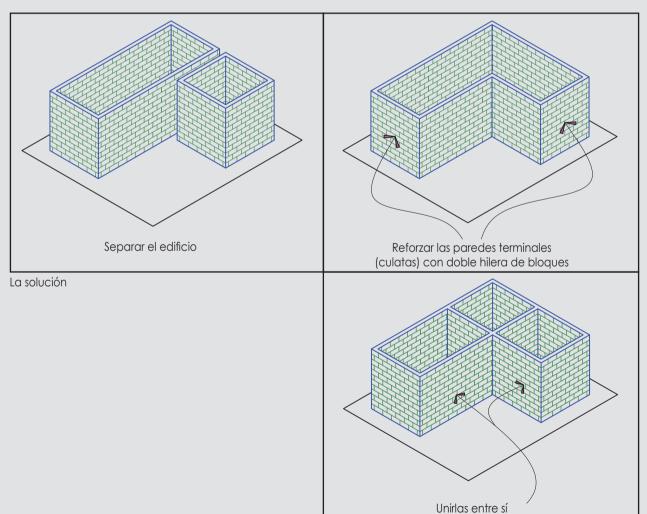
Los fenómenos naturales definen que ciertas formas geométricas son débiles y su respuesta sismorresistente y contravientos han sido no gratas, aun y a pesar de formar cajones, como se explicó anteriormente.

En la ilustración de requisitos geométricos se plasman algunos ejemplos de estas formas geométricas.

¿Por qué la forma geométrica es importante? Los gráficos siguientes muestran el movimiento de la estructura y sus consecuencias cuando ataca un sismo o un viento huracanado, dado que la estructura se parte en dos o más pedazos.



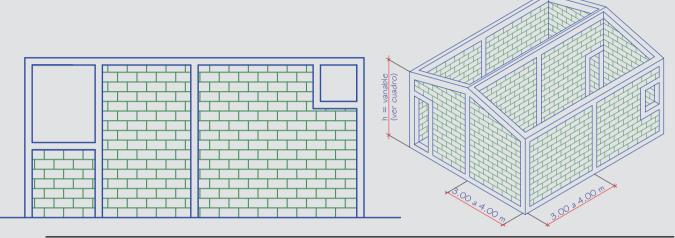
El problema



URICACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS

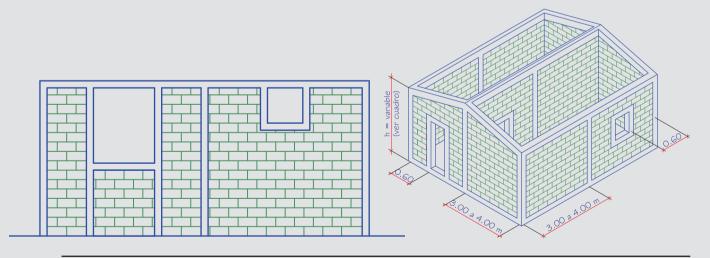
Otro aspecto fundamental para las construcciones de mampostería es la ubicación de los boquetes, tanto de puertas como de ventanas.

Como se puede observar, las ventanas o puertas no se deben pegar a las esquinas de la construcción porque esto debilita la unión.



Ubicación incorrecta de puertas y ventanas

Lo mejor es dejarlas separadas como mínimo 60 cm de la unión en esquina, a como se muestra en la figura siguiente.



Ubicación adecuada de puertas y ventanas

DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

- De hecho, en la construcción con mampostería entran en juego cuatro materiales de construcción: concreto, mortero, hierro y el mismo mampuesto (ladrillos, bloques, entre otros).
- El concreto, por lo general puede tener resistencias a la comprensión entre 150-210 kg/cm²; para llena de vigas y columnas. En mampostería confinada se usa 210 kg/cm² y para llena en mampostería reforzada se puede usar 150 kg/cm².
- El mortero debe tener una capacidad en compresión entre 100-150 kg/cm².
- Los bloques o ladrillos deben tener capacidades de compresión (f'c), en kilogramos por centímetro cuadrado, sobre su área bruta y por zona sísmica o de viento. Para 1 o 2 niveles de la construcción, ver tabla n.º 1.

La capacidad de compresión de los bloques es uno de los aspectos más importantes en la construcción con mampostería.

Tabla n.º 1. Capacidad a compresión de mampuestos comunes

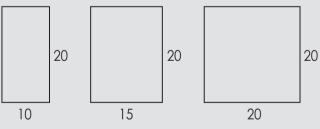
(f'c) kg/cm²	Bloque de mortero	Piedra cantera	Bloque de suelo cemento	Adobe	Bloque de arcilla
Zona Cy3 de viento	55	55	65	No usar	100
Zona B	45	55	50	15	80
Zona A	40	55	65	No usar	80

Nota: los bloques de piedra cantera y adobe estabilizado requieren el doble del refuerzo estipulado en su primer nivel.

El ancho de los bloques puede ser como mínimo de 10 a más cm; pero su altura no debe ser mayor a dos veces su ancho o una altura máxima de 20 cm.

Otro aspecto importante en los muros de mampostería es su altura libre, o sea sin elementos de amarre como vigas. El RNC-2007 define que la altura libre debe ser 20 veces el espesor del

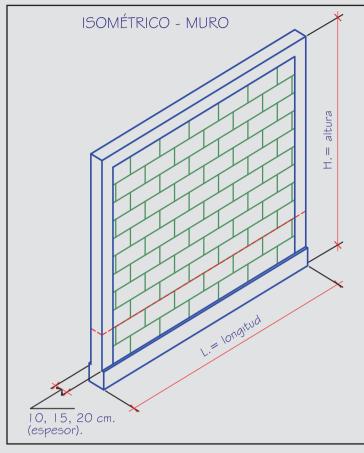
bloque o sea que podemos usar las relaciones siguientes:



Ancho de bloques

Tabla n.º 2. Altura de paredes de mampostería

Bloque	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm			
Altura de pared cm	200	300	400	600			
Longitud cm	300	400	400	400			
No se incluye el bloque de adobe							



Si la altura es mayor a lo estipulado, el muro debe de reforzarse con una viga de amarre de concreto reforzado.

Otros aspectos fundamentales de la construcción con mampostería son los siguientes:

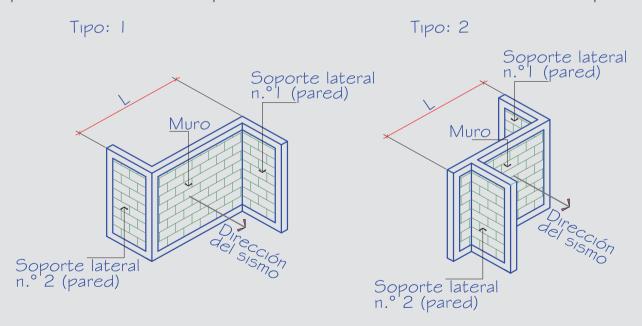
- La longitud del muro. En general, la longitud máxima para zonas con sismicidad comprobada o con impacto ciclónico es de 4 m, siempre y cuando exista soporte lateral del mismo material tratando de formar una caja.
- El soporte lateral en los muros de mampostería restringe este movimiento, que los hace trabajar siempre rectos, mejorando su capacidad ante fuerzas producidas por sismos y vientos huracanados. Por tal razón, se les conoce como sistemas constructivos tipo cajón.

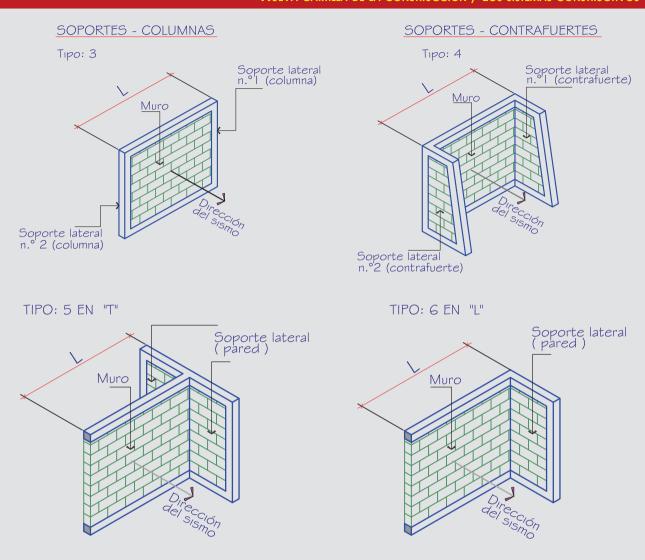
Los ejemplos siguientes son soportes en los extremos, que restringen el movimiento lateral de los muros. Su ancho debe ser por lo menos 60 cm.

Estos soportes laterales siempre deben existir al final de un muro y son más eficientes los que for-

man un ala, ya fuere en forma de "L" o "T", continuando así nuestra construcción.

Es claro, entonces, que si se quiere una construcción más fuerte, la longitud del muro antes descrito puede hacerse más corta. Este puede ser 3 m o 2.50 m. Un caso real es cuando se usa bloques de





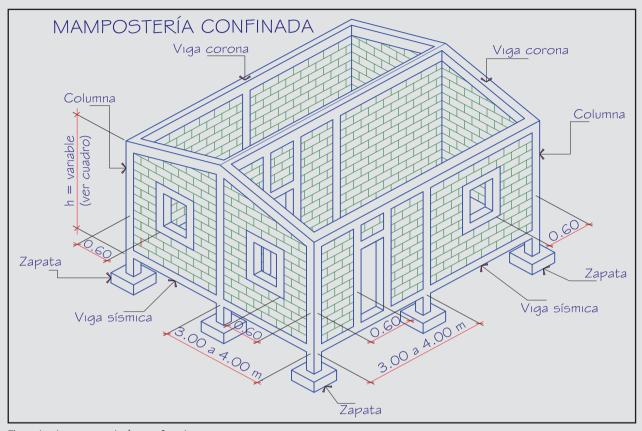
piedra cantera. Este mampuesto requiere de longitudes de muro con refuerzo más seguido como por ejemplo 2.5 metros, porque es más pesado y tiene poco espesor.

EL REFUERZO

¿Qué entendemos por refuerzo en la construcción con mampostería?

Simplemente son las vigas y columnas de concreto con acero de refuerzo lo que se conoce como mampostería confinada y el refuerzo de acero colocado en los hoyos de los bloques, los cuales se llenan de concreto, en lo concerniente a mampostería reforzada. Debe cumplirse con los requisitos mínimos (ver figura en página siguiente)

Como se observó anteriormente, la mampostería confinada lleva como refuerzo vigas y columnas de concreto armado, las cuales deben colocarse en puertas, ventanas, como viga corona, y como viga antisísmica en la parte baja de la construcción.



Ejemplo de mampostería confinada

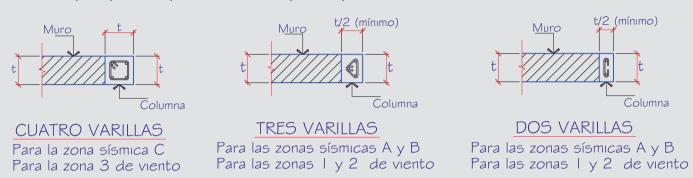
La tabla n.º 3 muestra el tamaño de vigas y columnas y el acero requerido de este refuerzo de confinamiento en los muros. Asimismo, dos tipos de concreto más usados o los más comunes en la construcción privada.

Tabla n.º 3. Acero a USARSE en vigas y columnas de concreto comunes

Concreto	Acero mínimo							
f´c	De 40 000 psi o 2810 Kg/cm² 60 000 o 70 000 psi o 4922 kg/cm²							
150	Acero tipo	Viga o columna 10x10 cm	Viga o columna 15x15 cm	Viga o columna 20x20 cm	10x10 cm	15x15 cm	20x20 cm	15x20 cm
Kg/cm² o 2,142 psi	Estándar	2Ø3	4Ø3	6Ø3	2Ø6.2	4Ø6.2	8Ø6.2	6Ø6.2
2,142 μ31	Comercial	2Ø3	4Ø3	8Ø3	2Ø7.2	3Ø7.2	6Ø7.2	4Ø7.2
	Milimetrado	3Ø3	5Ø3	10Ø3	2Ø9.5	2Ø9.5	3Ø9.5	3Ø9.5
	Acero tipo	10*10	15*15	20*20	10*10	15*15	20*20	15*20
210	Estándar	3Ø3	4Ø3	6Ø3	4Ø5.5	6Ø5,5	8Ø5,5	10Ø5,5
Kg/cm² o 3000 psi	Comercial	3Ø3	6Ø3	8Ø3	4Ø6.2	4Ø6.2	8Ø6.2	8Ø6.2
	Milimetrado	4Ø3	8Ø3	10Ø3	3Ø6.2	3Ø7,2	4Ø7.2	4Ø7.2

Para estribos puede usarse varilla n.º 2 de 40 000 psi con diámetro de 6.35 mm o de alta resistencia con diámetro de 5.50 mm. Para este caso no se recomienda acero milimetrado para estribos dado que deberían colocarse 2 varillas juntas. El tipo comercial cumple las mismas funciones que el n.º 2 estándar o legítimo.

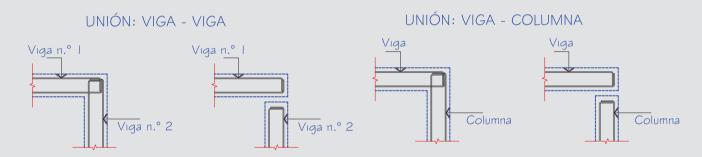
Los gráficos siguientes muestran los aspectos más relevantes del arreglo del refuerzo para vigas y columnas principales, esquineras, centrales, puertas y ventanas.



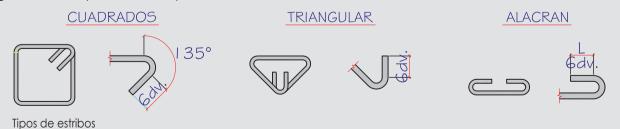
Para las zonas sísmicas C y 3 de viento se pueden usar 2 varillas como mínimo pero del n.º 3 en 40 000 libras por pulgada cuadrada o 2 varillas de 7.2 mm en alta resistencia 60 000 o 70 000 mil lbs /in². Pueden usarse también 4 varillas de 5.5 o 6.2 mm en alta resistencia con sus respectivos estribos.

La unión entre vigas y columnas es de vital importancia; así como los empalmes entre elementos de acero, los cuales deben de tener como mínimo 30 cm de largo (para acero igual o menor al n.º 3).

Las vigas y columnas deben estar presentes en todos los muros portantes de la construcción, así como en los marcos de puertas y ventanas, independientemente del refuerzo de acero empleado.

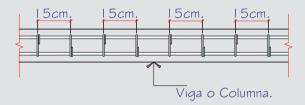


Los estribos deben colocarse siempre en vigas y/o columnas independientemente del tipo de arreglo del acero y no deben espaciarse en más de 15 cm, unos de otros.



ESPACIAMIENTO

Espaciamiento máximo de estribos para Vigas y Columnas.



Si se quiere un mejor confinamiento del concreto, podemos usar estribos más cercanos. No obstante, es mejor juntarlos al comienzo y al final del elemento. Puede ser cada 10 cm o 7 cm los primeros 5 estribos como mínimo o bien a 10 cm en toda la longitud del elemento.

MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

La diferencia con la mampostería confinada es que la mampostería con refuerzo interior usa el refuerzo dentro del bloque y, por ende, se hace uso de los huecos de los bloques.

El área mínima de estos huecos, para poder utilizarse en mampostería reforzada interiormente, es de 30 cm² y la forma del hueco puede ser cuadrada, rectangular o circular.

ÁREA MÍNIMA DE HUECOS



EL REFUERZO

Como se expresó anteriormente, el refuerzo consiste en varillas de acero tanto de 40 000 psi a 70 000 psi o su equivalente y mortero o concreto fluido de 150 a 210 kg/cm², que sirve para llenar las áreas o huecos de los bloques.

También deben llevar obligadamente su viga antisísmica abajo y su viga corona arriba, que es donde se ancla el refuerzo vertical.

SITIOS QUE DEBEN REFORZARSE

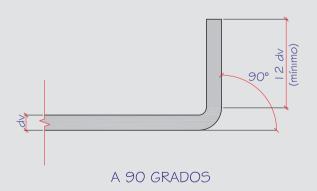
En mampostería reforzada interiormente, también los muros con boquetes de puertas y ventanas deben obligatoriamente reforzarse con varillas y llenar de concreto las celdas de los bloaues.

Este refuerzo debe anclarse en viga antisísmica y viga corona o viga dintel, según altura de la construcción.

Se pueden observar dos casos:

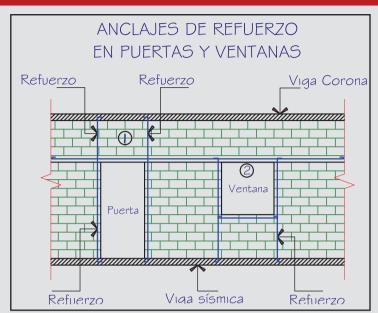
En el primero, el refuerzo se ancla con gancho estándar a viga antisísmica y corona.

En el segundo, el refuerzo se puede anclar a viga dintel, si esta existiera y también a viga antisísmica. Para mejor refuerzo, debe continuarse a viga corona.



Dv: diámetro de varilla

12 dv= 15 cm aceptable para acero de 40 000 psi o 25 cm para acero de 60 000 o 70 000 psi.

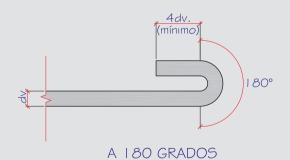


Anclajes de refuerzos en puertas y ventanas

Cuando el muro o pared no tiene puertas o ventanas (boquetes) y la longitud de este sea mayor a 80 cm es necesario reforzarla con acero vertical a cada 80 cm como máximo de separación y acero horizontal a cada 60 cm de máxima separación.

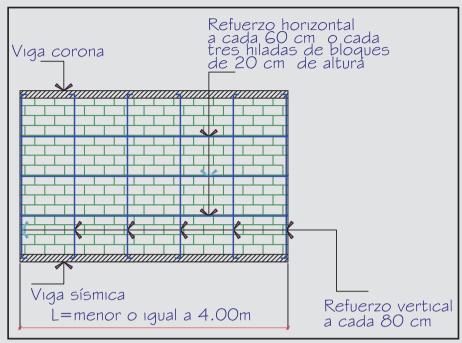
¿Qué es un gancho estándar?

Es un doblez que se les hace a las varillas de refuerzo en sus partes extremas y sirve para que el refuerzo desarrolle toda su fuerza. Hay dos tipos principales.



Dv: diámetro de varilla

4 dv= 5 cm en acero de 40 000 psi o 10 cm en acero de 60 000 o 70 000 psi.



Refuerzo en paredes sin boquetes

¿Qué refuerzo de acero se puede utilizar?

Cuando la altura del muro sea menor o igual a 3 m, se puede utilizar acero \$\Phi 3\$ estándar o comercial, a como se especifica en gráfico anterior. Pero si se usa acero milimetrado grado 40, se tiene que reducir su separación en la vertical a cada 60 cm de separación máxima y en la dirección horizontal a cada 40 cm.

También podemos utilizar refuerzo de acero de alta resistencia, ya sea de 60 000 o de 70 000 lb por 1 pul² o grado 70. Podemos utilizar acero de 6.2 o 7.2 mm de diámetro con las mismas separaciones del acero estándar de 3/8" grado 40.

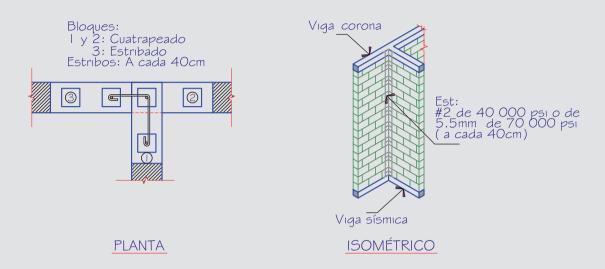
Para el caso de la viga antisísmica o viga corona, se puede usar tabla n.º 3 mostrada anteriormente.

Las uniones de mampostería

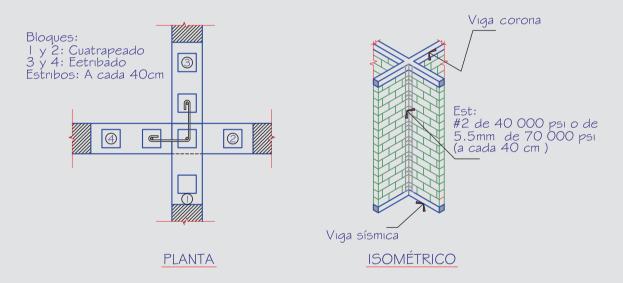
Este punto es clave para reducir el daño en la mampostería reforzada interiormente. Se deben colocar los bloques en uniones tipo "T", "L" o cruz siempre cuatrapeado, porque esto forma un engranaje que hace que la mampostería desarrolle toda su capacidad. Ver los ejemplos siguientes:



TIPO - "T"



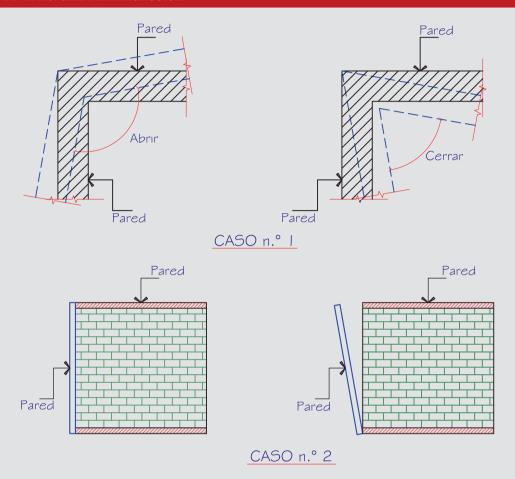
TIPO - "CRUZ"

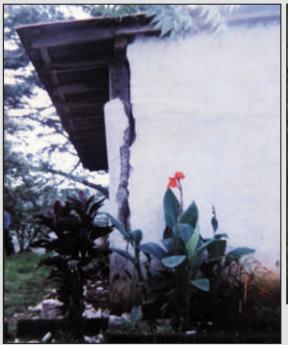


Para qué sirven los estribos en mampostería reforzada interiormente

Tienen dos funciones principales importantes.

- 1- Sirven para dar rigidez a las uniones de las paredes. Estas funcionan como una rodilla, pueden cerrarse o abrirse y el estribo mejora esta función.
- 2- Participan en el cortante cuando las paredes son movidas por sismos o vientos huracanados. Permiten que la construcción trabaje como un todo, es decir, las paredes no se separan.







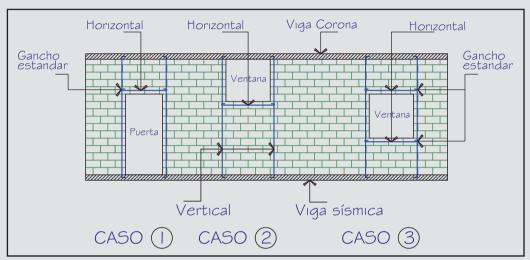
Las fotos mostradas son casos reales de los aspectos antes mencionados, ocurridos en el terremoto de Masaya, año 2000

EL REFUERZO HORIZONTAL

En la mampostería reforzada interiormente se usa refuerzo horizontal. Para construcciones con altura no mayor de 3 m consiste en varillas número 3 estándar o comercial y varilla de alta resistencia con diámetros de 6.2 o 7.2 milímetros.

Su función es mejorar la ductilidad o capacidad de deformación de las paredes, cuando estas son movidas lateralmente por sismos o vientos huracanados. También contribuyen con su capacidad a cortante.

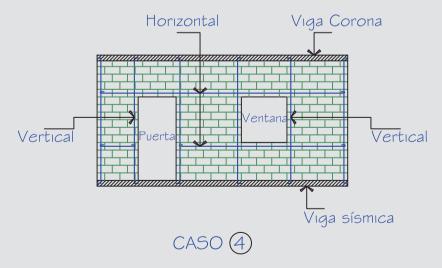
El anclaje de estas varillas, que pueden ser dos o una en dependencia de los costos o disponibilidad económica, debe hacerse al refuerzo vertical más próximo, usando un gancho estándar a 135 grados. También puede cubrirse totalmente el muro o pared y anclada al refuerzo vertical extremo del muro o pared. Veamos los ejemplos:



Anclaje en puertas y ventanas. Casos 1, 2 y 3

Caso 4

Este caso es importante porque permite acomodar el refuerzo con la altura de puertas y ventanas y cruzarlo a lo largo de la construcción. Esto mejora enormemente su capacidad de deformación, dado que en este ejemplo es débil por los huecos de puertas y ventanas.



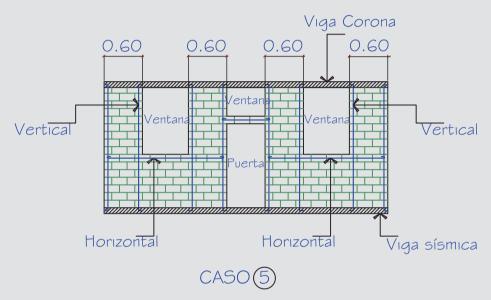
Anclaje en puertas y ventanas

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

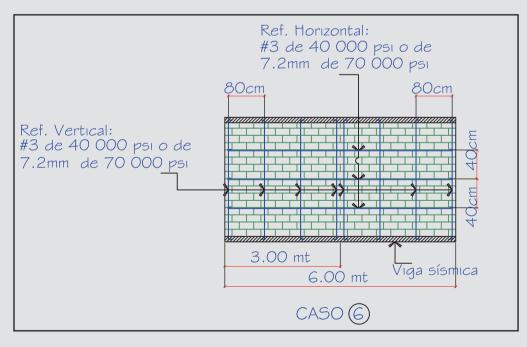
Casos especiales son los dinteles o espacios libres ya fueren de puertas o ventanas; estos, si tienen más de 1 m de claro, deben reforzarse adecuadamente. Es recomendable, como mínimo, 2 varillas del n.º 3 de 40 000 psi o 3 varillas de 6.2 o 2 de 7.2 mm cuando es de alta resistencia de 60 o 70 mil psi.

Caso 5

Este caso en especial deja un arreglo muy seguro para contrarrestar sismos o vientos huracanados. Como se aprecia el dintel es la viga corona; que, por lo general, tiene como mínimo 2 varillas de refuerzo.



Anclaje en puertas y ventanas. Caso 5



Caso 6

Cuando el muro no tiene puertas ni ventanas y su longitud es mayor a 4m pero menor o igual a 6m.

Refuerzo de muro sin boquetes

Esta es una variante cuando el muro tiene 6 m o menos de largo. Para este caso, a los 3 m debe existir un soporte lateral que puede consistir en llenar dos hoyos consecutivos con mezcla y refuerzo. Este consiste en 2 varillas n.º 4 estándar o comercial o 2 varillas de 7.2 mm de diámetro de alta resistencia.

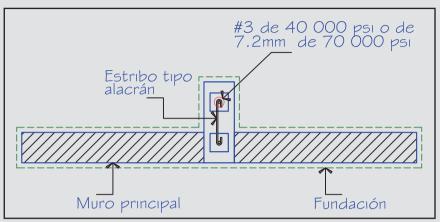
También puede usarse un refuerzo tipo "T" que consiste en cuatrapear con muro principal un bloque transversal, el cual también se integra a la fundación. Los hoyos donde se aloja el refuerzo se llenan de mezcla (ver gráfico).

Para la zona sísmica B y 1, 2 de viento puede utilizarse varilla de 6.2 mm de alta resistencia 60 o 70 mil lbs/in².

¿Se puede construir en dos niveles?

Sin ningún problema; pero es necesario seguir las siguientes recomendaciones para que nuestra construcción tenga capacidad sismorresistente o contra vientos huracanados.

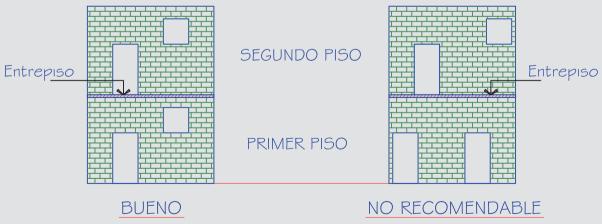
 Para construir en dos niveles se requieren vigas y columnas con cuatro elementos en el primer piso, ya fueren 4 varillas número 3 estándar o comercial o cuatro varillas de 7.2mm grado 60 o 70, y estribado a cada 12 cm de



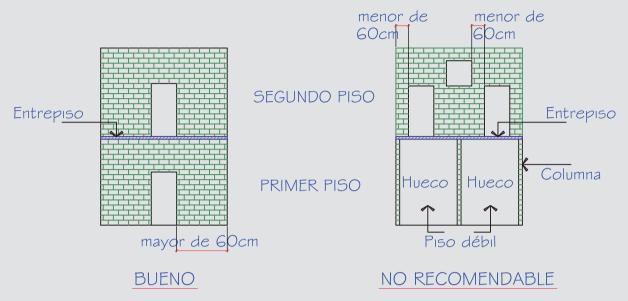
Refuerzo en "T" para paredes menores o iguales a 6.00 mt

espaciamiento máximo, reforzado con estribos a cada 7 cm los primeros 30 cm en las partes extremas de los elementos; aunque, en realidad, esta medida es por seguridad y se puede eliminar. En el segundo nivel, pueden usarse los requisitos anteriores.

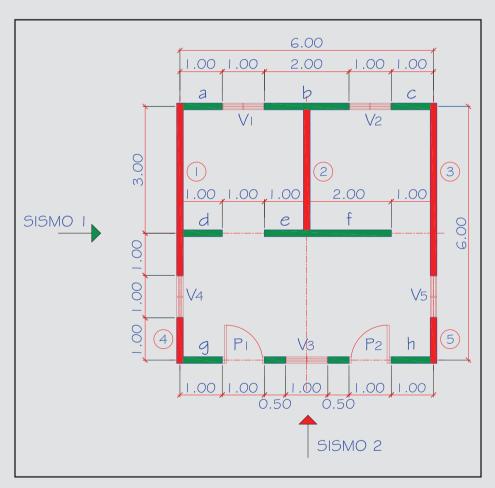
- 2. Es imprescindible usar bloques o ladrillos con una buena resistencia, como se especifica en tabla anterior. En el primer piso no es recomendable usar bloque de 10 cm de ancho o 4 in; pero, sí es posible usar en el segundo piso.
- 3. Un aspecto importante es el uso de simetría en altura. Esto significa que lo que tenemos abajo en el primer piso lo reproduzcamos en el segundo piso o superior. Veamos algunos ejemplos:



Simetría en altura



Simetría en altura



En conclusión, lo que se busca es la simetría del primero y segundo piso para una mejor repuesta antisísmica o contravientos huracanados.

Sin embargo, debe considerarse el siguiente aspecto importante en muchas estructuras de dos o más plantas que han sobrevivido a sismos intensos.

Se refiere a la cantidad de muros de más de 60 cm de ancho con que cuenta una construcción o índice de muro.

Veamos los ejemplos siguientes:

1- Se construirá una casa de 72 m² en dos niveles. La planta nos indica las dimensiones, ubicación y longitudes de puertas y ventanas.

Índice de muro 1

El sismo actúa en cualquier dirección; pero, se simplifica usando dos direcciones principales, que son las componentes sísmicas norte y sur y este-oeste. Verlo en el figura Índice de muro 1.

Datos básicos:

- a) Altura de primer piso= 2.8 m
- b) Altura de segundo piso= 2.5m
- c) Altura total = 5.3m
- d) Ancho de bloque = 10 cm de concreto.

El índice de muro o longitud total de muros portantes mayores o iguales a un ancho de 60 cm se cuenta en cada dirección donde actúa el sismo. Por comodidad lo numeramos sismo 1 y sismo 2.

Para la dirección sismo 1, el número total de muros portante sería la siguiente (se identifican con las letras a, b, c, d, e, f, g y h).

Longitud total = 1+2+1+1+1+2+1+1=10 m.

Se estudiaron muchas construcciones después del terremoto ocurrido en Managua en 1972, el más grande conocido y documentado a la fecha. Se definió que con un índice de muro del 3.5% del área total en planta de la construcción las casas no sufrieron daños cuantiosos, se mantuvieron en pie y muchas son habitadas actualmente. En cambio, aquellas casas con un índice de 2% del área total en planta, sufrieron daños cuantiosos y muchas no se pudieron reparar.

Para nuestro caso usaremos un índice de muro del 3% (por ciento) o 0.03 del área total que se va a construir.

Índice de muro primer nivel= 0.03 * 72 = 2.16 m²

Longitud de muro necesaria= 2.16 / 0.10 = 21.6 metros lineales

Conclusión:

El primer piso carga al segundo piso, por cuanto requiere 21 m lineales de muros portantes y solamente tiene 10 m. Por lo tanto, no pasa.

Veamos la dirección sismo 2

Los muros en esa dirección se numerarán del 1 al 5 y sus longitudes son las siguientes:

Del caso anterior vimos que necesitamos 21 m. Por lo tanto, no pasa.

¿Qué podemos hacer?

Existen varias alternativas, entre las principales tenemos:

- a. Usar bloque más ancho.
- b. Reducir dimensiones de puertas y ventanas.
- c. Incrementar el número de muros portantes.

Para el ejemplo usaremos las alternativas a y b:

- 1. Usaremos bloques de 15 cm de ancho.
- 2. Las puertas serán de 90 cm de ancho y 60 cm las ventanas.

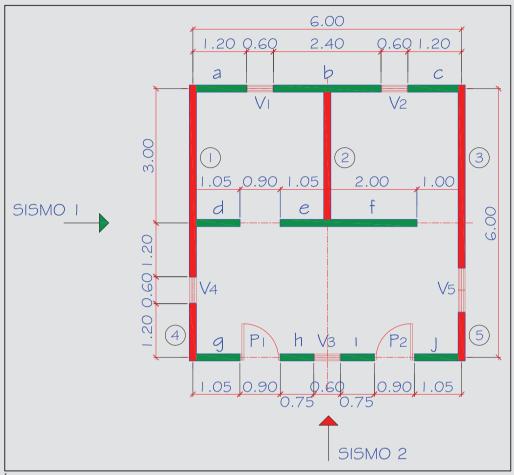
Longitud de muros nuevos

Sabemos que requerimos 2.16 m² de muro. Este total se divide entre 0.15 (el ancho del bloque) para obtener la longitud total requerida (Ltm).

Ltm =
$$\frac{2.16 \text{ m}^2}{0.15 \text{ m}}$$
 = 14.4 Metros lineales

¿Cuál es la nueva longitud de muros? (Ver figura Índice de muro 2)

Longitud total sismo 1



Índice de muro 2

Longitud total sismo 2,

Conclusiones

- Con eliminar 1 ventana en cada dirección cumpliríamos con los requisitos.
- Cuando se construye con mampostería, el ancho del muro, su altura y su espesor más su capacidad a compresión juegan un papel determinante en la resistencia de la estructura ante sismos y vientos huracanados.
- Las vigas y columnas que envuelven a los muros portantes, aunque no aportan gran cantidad de resistencia, le dan a los muros

integridad, o sea que no se desbaraten. Por lo tanto, tienen la capacidad de moverse, fracturarse y continuar aportando resistencia a la estructura.

- Lo anterior es parte importante de la capacidad sismoresistente y contra vientos huracanados de las estructuras construidas a base de mampostería con refuerzo o reforzada, ya fuere la modalidad confinada o reforzada interiormente.
- El piso del segundo nivel puede ser construido de muchas formas y materiales; desde un entramado con vigas de madera y cubierta de plywood, plycem, tablillas, láminas de acero, etc.
- También se pueden usar losas de concreto armado.

• La tabla siguiente resume las dimensiones mínimas de estos arreglos para conformar el piso intermedio.

Requerimientos mínimos para pisos de un segundo nivel

Claro (metros)	Madera Ver RNC-07	Acero de 36 000 psi	Losa de concreto de con acero de 40 000 psi	Losa de concreto con acero de 60 000 o 70 000 psi	Losa de concreto con refuerzo de electromalla de 60 000 psi
3	2x4 a cada 0.60 cm.	Caja de 2x4 en 3/32 a cada 60 cm.	10 cm de espesor con refuerzo # 3 en malla de 15 x15 cm.	10 cm de espesor con refuerzo de 7.2 mm en malla de 20x20cm.	10 cm de espesor y malla 66-33 más Ø6.2 a cada 30 cm como refuerzo extra
4	2x6 a cada 60cm.	Caja 2x6 en 3/32 a cada 60cm.	12 cm de espesor con refuerzo #4 en malla de 15x15 cm.	12 cm de espesor con refuerzo de 7.2 mm en malla de 15x15 cm.	12 cm de espesor y malla 66-33 más Ø 6.2 a cada 20 cm como refuerzo extra

Nota: el refuerzo superior será de dos fajas de malla 66-33 en ambas direcciones y en todo el perímetro de la construcción, con ancho de 1.20 m.