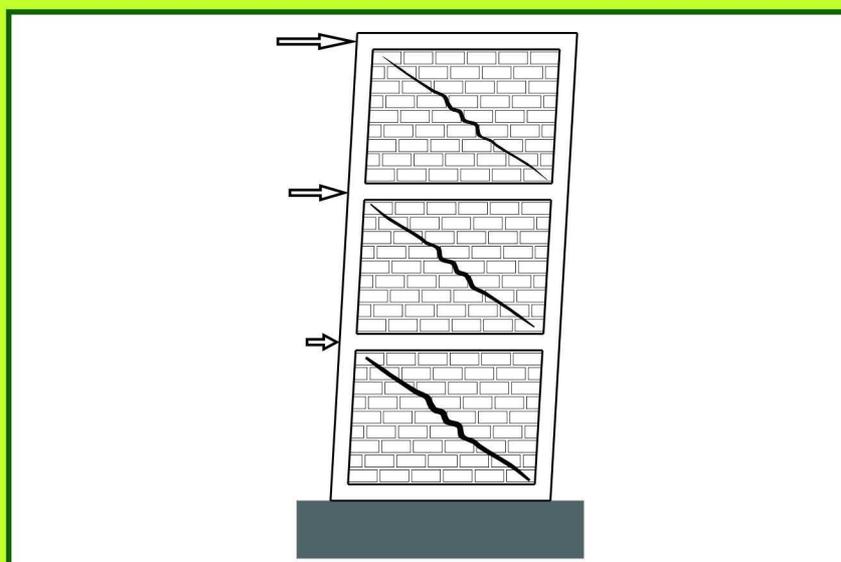


Reglamento INPRES-CIRSOC 103
Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda
Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública



REGLAMENTO ARGENTINO
PARA CONSTRUCCIONES
SISMORRESISTENTES

Parte III
CONSTRUCCIONES DE
MAMPOSTERÍA

Julio 2018

***REGLAMENTO ARGENTINO
PARA CONSTRUCCIONES
SISMORRESISTENTES***

***PARTE III
CONSTRUCCIONES DE
MAMPOSTERÍA***

EDICIÓN JULIO 2018

INPRES

**Rogert Balet N° 47 Norte
(5400) San Juan
Tel.: (54 264) 4239016 – 4239010 – PBX
FAX: (54 264) 4234463
e-mail: giuliano@inpres.gov.ar**

Internet: www.inpres.gov.ar

**DIRECTOR NACIONAL:
ING. ALEJANDRO P. GIULIANO**

**SUBDIRECTOR NACIONAL:
ING. MARIO BUFALIZA**

INTI CIRSOC

**Av. Cabildo 65 – Subsuelo Ala Savio
(C1426AAA) Buenos Aires
Telefax: (54 11) 4779-3182 / 3183 / 3184
e-mail: cirsoc@inti.gov.ar
cirsoc@ffmm.gov.ar**

Internet: www.inti.gov.ar/cirsoc

**DIRECTOR TÉCNICO:
ING. MARTA S. PARMIGIANI**

© 2018

**Editado por INTI
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
Av. Leandro N. Alem 1067 – 7° piso – Buenos Aires. Tel. 4515-5000/5001**

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos reservados.
Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso
en la Argentina.
Printed in Argentina.**

ORGANISMOS PROMOTORES

Secretaría de Obras Públicas de la Nación
Secretaría de Vivienda y Hábitat de la Nación
Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Instituto Nacional de Prevención Sísmica
Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas
Ministerio de Hacienda, Finanzas y Obras Públicas de la Provincia del Neuquén
Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
Dirección Nacional de Vialidad
Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires
Consejo Vial Federal
Cámara Argentina de la Construcción
Consejo Profesional de Ingeniería Civil
Asociación de Fabricantes de Cemento Pórtland
Instituto Argentino de Normalización
Techint
Acindar

MIEMBROS ADHERENTES

Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón
Asociación Argentina de Hormigón Estructural
Asociación Argentina de Hormigón Elaborado
Asociación Argentina del Bloque de Hormigón
Asociación de Ingenieros Estructurales
Cámara Industrial de Cerámica Roja
Centro Argentino de Ingenieros
Instituto Argentino de Siderurgia
Transportadora Gas del Sur
Quasdam Ingeniería
Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica
Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires
Cámara Argentina del Aluminio y Metales Afines
Cámara Argentina de Empresas de Fundaciones de Ingeniería civil

Esta Parte III, “Construcciones de Mampostería”, del Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes INPRES-CIRSOC 103, surge de un esfuerzo conjunto entre las siguientes instituciones y sus respectivos representantes:

Instituto Nacional de Prevención Sísmica

Ing. Alejandro Giuliano

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles

Ing. Marta S. Parmigiani

Ing. Daniel Alejandro Yañez

Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ingeniería

Dr. Ing. Francisco Javier Crisafulli

Ing. José Giunta

Ms. Sc. Ing. Carlos Ricardo Llopiz

Ing. Agustín Benito Reboredo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza

Ing. Eduardo Balasch

Dr. Ing. Carlos Daniel Frau

Ing. Daniel García Gei

Dr. Ing. Noemí Graciela Maldonado

Ing. Luis Matons

Ing. Eduardo Daniel Quiroga

Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos de Mendoza

Ing. Raúl Héctor Delle Donne

Ing. Roberto R. Nesossi

Centro de Ingenieros de Mendoza

Ing. Juan Camps

Ing. Norberto González

Ing. Elías Japaz

Ing. Raúl Giménez Mathus

La comisión redactora estuvo compuesta por los siguientes profesionales:

Ing. Juan Camps

Dr. Ing. Carlos Daniel Frau

Ing. Daniel García Gei

Ing. Alejandro Giuliano

Dr. Ing. Noemí Graciela Maldonado

Ing. Eduardo Daniel Quiroga

Ing. Agustín Benito Reboredo

Ing. Daniel Alejandro Yañez

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

1.0. SIMBOLOGÍA	1
1.1. CAMPO DE VALIDEZ	1
1.2. DISEÑO POR RESISTENCIA	2
1.3. FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA	2
1.4. COMBINACIONES DE ESTADOS DE CARGA	3
1.5. RIGIDECES DE MUROS	3
1.6. CAPACIDAD DE REDISTRIBUCIÓN	4

CAPÍTULO 2. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LA MAMPOSTERÍA

2.0. SIMBOLOGÍA	5
2.1. MAMPUESTOS	6
2.1.1. Clasificación de los mampuestos	6
2.1.2. Resistencia característica a compresión de los mampuestos	6
2.1.3. Condiciones de resistencia	7
2.2. MORTEROS	8
2.2.1. Tipificación de los morteros para juntas	8
2.2.2. Proporciones de los componentes de los morteros	9
2.2.3. Hormigón de grancilla o de gravilla	9
2.2.4. Condiciones de utilización de los morteros	10
2.3. RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA	10
2.3.1. Resistencia especificada a la compresión de la mampostería	10
2.3.2. Resistencia especificada al corte de la mampostería	13
2.4. DEFORMABILIDAD DE LA MAMPOSTERÍA	16
2.4.1. Módulo de elasticidad longitudinal	16
2.4.2. Módulo de corte	16

CAPÍTULO 3. CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS DE LOS MUROS Y DE LAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

3.0. SIMBOLOGÍA	17
3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS	17
3.1.1. Muros no resistentes o no portantes	17
3.1.2. Muros resistentes o portantes	17

3.2. CLASES DE MAMPOSTERÍA PARA MUROS RESISTENTES	18
3.2.1. Mampostería encadenada	18
3.2.2. Mampostería reforzada con armadura distribuida	18
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS RESISTENTES	18
3.4. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MUROS RESISTENTES	19
3.4.1. Materiales	19
3.4.2. Espesores mínimos de muros resistentes	19
3.4.3. Longitudes mínimas de muros resistentes	20
3.5. ALTURA MÁXIMA Y NÚMERO MÁXIMO DE PISOS EN LAS CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA	20
3.6. TIPOS DE MAMPOSTERÍA A UTILIZAR EN CONSTRUCCIONES DE LOS GRUPOS A₀ Y A	21
3.7. COMBINACIONES DE DIFERENTES CLASES DE MAMPOSTERÍA	22

CAPÍTULO 4. MAMPOSTERÍA ENCADENADA SIMPLE

4.0. SIMBOLOGÍA	23
4.1. REQUISITOS DE ESTRUCTURACIÓN	25
4.1.1. Generalidades sobre los encadenados	25
4.1.2. Áreas y dimensiones máximas de paneles	25
4.1.3. Esfuerzo de corte en paneles	26
4.1.4. Ubicación de las vigas de encadenado	26
4.1.5. Ubicación de las columnas de encadenado	27
4.2. MATERIALES DE LOS ENCADENADOS	29
4.3. VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL MURO	29
4.3.1. Resistencia al corte del muro	29
4.3.2. Resistencia a flexocompresión	30
4.3.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro	30
4.4. DISEÑO DE VIGAS DE ENCADENADO	30
4.4.1. Sección transversal de vigas de encadenado de hormigón armado	30
4.4.2. Esfuerzos axiales últimos	31
4.4.3. Resistencia de diseño	31
4.4.4. Armadura longitudinal	31
4.4.5. Armadura transversal	32
4.5. DISEÑO DE COLUMNAS DE ENCADENADO	33
4.5.1. Sección transversal de columnas de encadenado de hormigón armado	33

4.5.2. Esfuerzos axiales últimos	34
4.5.3. Resistencia de diseño	34
4.5.4. Armadura longitudinal	35
4.5.5. Armadura transversal	35
4.6. ANCLAJES DE ARMADURAS LONGITUDINALES	37
4.6.1. Longitudes requeridas de anclaje de armaduras longitudinales	37
4.6.2. Anclajes de armaduras longitudinales en uniones entre encadenados	37
4.6.3. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en cimientos comunes o armados	38
4.6.4. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en zapatas o vigas de fundación	38
4.6.5. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en plateas de fundación	38
4.6.6. Observaciones complementarias sobre anclajes entre encadenados	38
4.7. EMPALMES DE ARMADURAS LONGITUDINALES	39
4.7.1. Longitudes requeridas de empalme por yuxtaposición	39
4.7.2. Ubicación de los empalmes	40
4.8. DISEÑO DE NUDOS DE ENCADENADO	40
4.9. ANTEPECHOS Y DINTELES DE ABERTURAS	40
4.9.1. Antepechos de aberturas	40
4.9.2. Dinteles de aberturas	41

CAPÍTULO 5. MAMPOSTERÍA ENCADENADA ARMADA

5.0. SIMBOLOGÍA	43
5.1. GENERALIDADES	43
5.2. ARMADURA HORIZONTAL EN MUROS ENCADENADOS ARMADOS	43

CAPÍTULO 6. MAMPOSTERÍA SIN ENCADENADOS VERTICALES

6.0. SIMBOLOGÍA	45
6.1. GENERALIDADES	45
6.2. VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL MURO SIN ENCADENADOS VERTICALES	45
6.2.1. Resistencia al corte del muro	45
6.2.2. Resistencia a flexocompresión	45
6.2.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro	46

CAPÍTULO 7. MAMPOSTERÍA REFORZADA CON ARMADURA DISTRIBUIDA

7.0. SIMBOLOGÍA	47
7.1. DEFINICIÓN Y REQUISITOS DE ESTRUCTURACIÓN	47
7.2. DISEÑO DEL MURO	48
7.2.1. Diseño a corte en el plano del muro	48
7.2.2. Resistencia a flexocompresión en el plano del muro	48
7.2.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro	49
7.3. PRESCRIPCIÓN SOBRE ARMADURAS	50
7.3.1. Prescripciones generales	50
7.3.2. Armaduras mínimas	51
7.3.3. Anclajes de armaduras	51
7.3.4. Empalme de armaduras	51

CAPÍTULO 8. ACCIONES PERPENDICULARES AL PLANO DEL MURO

8.0. SIMBOLOGÍA	53
8.1. GENERALIDADES	53
8.2. ACCIONES	54
8.3. ESTABILIDAD LATERAL	54
8.4. RESISTENCIA A FLEXIÓN DE PANELES	54

CAPÍTULO 9. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y UTILIZACIÓN DE OTROS MATERIALES

9.1. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS REFERIDOS A LOS COMPONENTES	57
9.1.1. Mampuestos	57
9.1.2. Morteros	57
9.1.3. Especificación de los materiales	57
9.2. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS REFERIDOS A LA EJECUCIÓN	57
9.2.1. Juntas	57
9.2.2. Disposición de los mampuestos	58
9.2.3. Colocación del hormigón	58
9.2.4. Disposición de las armaduras	58
9.2.5. Estabilidad de los muros durante su construcción	58
9.2.6. Curado de los morteros	59
9.2.7. Verticalidad de los muros	59
9.2.8. Canalizaciones	59
9.3. UTILIZACIÓN DE OTROS MATERIALES	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Factor de reducción de resistencia	2
Tabla 2.1-a.	Tipificación y proporciones de morteros cementicios	9
Tabla 2.1-b.	Tipificación y proporciones de morteros con cemento de albañilería	9
Tabla 2.2.	Factores de corrección de la resistencia en función de la esbeltez de las pilas de mampostería	11
Tabla 2.3.	Factor f_{co} de correlación entre f'_m y f'_u	12
Tabla 2.4.	Valores de f'_m en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros tipificados, referidos al área bruta	13
Tabla 2.5.	Valores de f'_v en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros tipificados, referidos al área bruta	15
Tabla 3.1.	Alturas máximas h_n y número máximo n de pisos en las construcciones de mampostería	21
Tabla 4.1.	Área y dimensiones máximas de los paneles de muros portantes	26
Tabla 4.2.	Armadura mínima de antepecho de aberturas	40
Tabla 5.1.	Armadura mínima de muros de mampostería encadenada armada	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Esquema de ensayo a la compresión diagonal de muretes de mampostería.	15
Figura 4.1.	Sección transversal de vigas de encadenado de hormigón armado.	30
Figura 4.2.	Sección transversal de columnas de encadenado de hormigón armado.	33
Figura 4.3.	Anclaje de la armadura longitudinal de encadenados de hormigón armado.	39
Figura 7.1.	Bloque rectangular equivalente de tensiones.	49

CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

1.0. SIMBOLOGÍA

- A_e área efectiva de la sección transversal del muro, en mm^2 .
- A_g área bruta de la sección transversal del muro, en mm^2 .
- C_a parámetro característico del espectro de diseño, según Tabla 3.1 del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**.
- D acción permanente, compuesta por el peso de todos los componentes estructurales o no, equipos e instalaciones fijados permanentemente a la estructura, en N .
- E efecto total de la acción sísmica, en N .
- E_H efecto horizontal de la acción sísmica, en N .
- E_V efecto vertical de la acción sísmica, en N .
- I_e momento de inercia efectivo de la sección transversal del muro, en mm^4 .
- I_g momento de inercia de la sección bruta transversal del muro, en mm^4 .
- L sobrecarga debida a la ocupación y a los equipos móviles, en N .
- R_d resistencia de diseño, es la resistencia confiable mínima del muro de mampostería.
- R_n resistencia nominal del muro de mampostería.
- S acción de la nieve, en N .
- S_u sollicitación última o resistencia requerida proveniente de las combinaciones de estados de cargas dadas en el artículo 1.4.
- f_1 factor de participación de la sobrecarga de ocupación o de uso.
- f_2 factor de participación de la sobrecarga de nieve.
- ϕ factor de reducción de resistencia según la Tabla 1.1.
- γ_r factor de riesgo, según artículo 2.4. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**.

1.1. CAMPO DE VALIDEZ

En esta **Parte III** se establecen los requerimientos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería en construcciones sismorresistentes emplazadas en las zonas sísmicas 1, 2, 3 y 4.

Estos requerimientos complementan y/o modifican las prescripciones contenidas en el **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013** y las correspondientes al **Reglamento Argentino de Estructuras de Mampostería – CIRSOC 501 – 2007**, cuyos principios y requerimientos deberán aplicarse con carácter general, excepto aquéllos que resulten específicamente modificados por las prescripciones contenidas en esta **Parte III**.

Los requerimientos aquí establecidos se aplicarán exclusivamente a los estados de cargas que incluyan la acción sísmica.

1.2. DISEÑO POR RESISTENCIA

El requisito básico para el diseño por resistencia de los muros de mampostería se cumple cuando la resistencia de diseño del muro (R_d) es igual o superior a la resistencia requerida o sollicitación última (S_u).

$$R_d = \phi R_n \geq S_u \quad [1 - 1]$$

1.3. FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA

En la determinación de la resistencia de diseño de los muros de mampostería deberán utilizarse los factores de reducción de resistencia que se establecen en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Factor de reducción de resistencia

Solicitud / Situación		Factor de reducción de resistencia ϕ
Combinación de flexión y carga axial	Mampostería encadenada simple y armada	0,90
	Mampostería reforzada con armadura distribuida	0,90
	Mampostería sin encadenados verticales	0,60
Corte	Mampostería	0,80
	Encadenados	0,80
Tracción	Encadenados	0,90
Flexión perpendicular al plano del muro		0,85

1.4. COMBINACIONES DE ESTADOS DE CARGA

1.4.1. Se adoptará la combinación más desfavorable de efectos correspondiente a las siguientes alternativas:

$$1,00 D \pm E + f_1 L + f_2 S \quad [1 - 2]$$

Donde los factores de participación de sobrecarga f_1 y f_2 provienen de Tabla 3.3 del Capítulo 3 del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**.

1.4.2. Los efectos provocados por la acción sísmica, se determinarán de la manera siguiente:

$$E = E_H \pm E_V \quad [1 - 3]$$

siendo:

E_H el efecto horizontal de la acción sísmica de acuerdo con lo especificado en los Capítulos 6 y 7 del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**.

E_V el efecto vertical de la acción sísmica que se determinará según la expresión siguiente:

$$E_V = \frac{C_a}{2} \gamma_r D \quad [1 - 4]$$

1.4.3. La estructura deberá, además, verificarse con las combinaciones de estados de cargas pertinentes que no incluyan la acción sísmica de acuerdo con lo especificado en el artículo 9.1.2. del **Reglamento Argentino de Estructuras de Mampostería – CIRSOC 501 – 2007**.

1.4.4. No se considera necesaria la verificación bajo la acción simultánea de viento y sismo.

1.4.5. Se considerará que la acción sísmica horizontal actúa independientemente en cada dirección, según el artículo 3.2. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**.

1.5. RIGIDECES DE MUROS

Las rigideces de los muros deberán determinarse según los siguientes lineamientos:

- Se admite comportamiento elástico lineal del muro.

- Deberán considerarse deformaciones originadas por solicitaciones de flexión y corte.
- Las áreas y los momentos de inercia se determinarán considerando la sección horizontal bruta del muro.
- El cálculo de los momentos de inercia de la sección horizontal de los muros para determinar su rigidez a flexión, se podrá realizar considerando la colaboración de los muros transversales. En este caso, el ancho efectivo del ala hacia cada lado del muro considerado no excederá de **4** veces el espesor de dicho muro, ni de **1/16** de su altura, medida desde el nivel considerado hasta el nivel extremo superior. También se admite considerar la colaboración de los muros transversales para la rigidez del sistema de fundación.
- Para la estimación de la rigidez, deberán tenerse en cuenta los efectos del agrietamiento. Para ello, se consideran áreas y momentos de inercia efectivos referidos a la sección bruta transversal como se indica a continuación:

$$A_e = 0,60 A_g \quad [1 - 5]$$

$$I_e = 0,40 I_g \quad [1 - 6]$$

- Alternativamente se podrá utilizar el modelo de bielas para determinar la rigidez del muro, en particular en los casos de muros con aberturas. En este caso las bielas de mampostería tendrán una sección transversal rectangular cuyos lados serán el espesor de la mampostería y **1/10** de la longitud de la biela. El módulo de elasticidad longitudinal será el especificado en el artículo 2.4.1.

1.6. CAPACIDAD DE REDISTRIBUCIÓN

Para los casos de mampostería encadenada armada y mampostería reforzada con armadura distribuida se admite la redistribución de corte de acuerdo al artículo 8.1.1. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013.**

CAPÍTULO 2. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LA MAMPOSTERÍA

2.0. SIMBOLOGÍA

- A_g área bruta de la sección transversal del murete según la dirección paralela a las hiladas, en un ensayo a la compresión diagonal de murete de mampostería, en mm^2 .
- E_m módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería, en MPa .
- G_m módulo de corte de la mampostería, en MPa .
- P_R carga de rotura a compresión diagonal, en un ensayo a la compresión diagonal de murete de mampostería, en N .
- V_R proyección de la carga de rotura sobre la dirección paralela a las hiladas, en un ensayo a la compresión diagonal de murete de mampostería, en N .
- f_1 factor de correlación entre f'_m y f'_u , según se indica en la Tabla 2.3.
- f_i resistencia individual de cada espécimen ensayado, en MPa .
- f'_g resistencia característica a compresión del hormigón de grancilla o de gravilla, en MPa .
- f'_m resistencia especificada a la compresión de la mampostería, en MPa .
- f_{mm} promedio de los valores de las resistencias a la compresión de las pilas de mampostería ensayadas, en MPa .
- f'_u resistencia característica a compresión del mampuesto, basada en la sección bruta, en MPa .
- f_{um} promedio de los valores de las resistencias determinadas mediante los ensayos correspondientes, en MPa .
- f_v resistencia al corte del murete ensayado, en un ensayo a la compresión diagonal de murete de mampostería, en MPa .
- f'_v resistencia especificada al corte de la mampostería, en MPa .
- f_{vm} promedio de los valores de las resistencias al corte de los muretes de mampostería ensayados, en MPa .
- n número de especímenes ensayados.
- r longitud de repartición de la carga aplicada, en un ensayo a la compresión diagonal de murete de mampostería, en mm .
- δ_m el coeficiente de variación.

2.1. MAMPUESTOS

2.1.1. Clasificación de los mampuestos

Los mampuestos admitidos para la ejecución de mampostería sismorresistente son:

- **Ladrillos Cerámicos Macizos** (LCM)
- **Bloques Huecos Portantes Cerámicos** (BHPC)
- **Bloques Huecos Portantes de Hormigón** (BHPH)

Se considerarán **ladrillos cerámicos macizos (LCM)** aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta mínima del **80 %** del área bruta correspondiente, no presenten agujeros cuyas secciones transversales según el mismo plano tengan un área individual mayor que el **4 %** del área bruta, y el espesor de sus paredes sea mayor que **25 mm**.

Se considerarán **bloques huecos portantes** aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta mínima del **40 %** del área bruta.

En ningún caso la altura de los mampuestos será mayor que **2/3** de su longitud, con excepción de los medios mampuestos utilizados en los bordes verticales de los muros para obtener la trabazón correspondiente.

No se admite la utilización de los **bloques huecos con tubos horizontales** para la construcción de muros resistentes.

Se admitirá la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos de los especificados, siempre que satisfagan los requisitos que esta **Parte III** establece para los mampuestos cerámicos y de hormigón, lo que deberá comprobarse mediante ensayos.

No se admite la **reutilización de mampuestos** en la ejecución de muros resistentes, a menos que se demuestre su aptitud mediante ensayos, especialmente de adherencia entre morteros y mampuestos.

2.1.2. Resistencia característica a compresión de los mampuestos

Para realizar las verificaciones de resistencia y control de calidad establecidas en esta **Parte III** se utilizará la resistencia característica a compresión del mampuesto (f'_u), determinada teniendo en cuenta su **área bruta** de asiento.

La resistencia característica se determinará considerando la probabilidad de que su valor sea alcanzado por el **90 %** de las piezas ensayadas.

Los ensayos para determinar la resistencia a compresión de cada tipo de mampuesto, se realizarán de acuerdo con la norma o especificación correspondiente, según se establece en el artículo 2.1.3.

(a) Ladrillos cerámicos macizos

La resistencia característica a compresión de ladrillos cerámicos macizos f'_u se evaluará sobre una muestra representativa, compuesta de **30** ó **más** unidades, empleando la siguiente expresión:

$$f'_u = f_{um} (1 - 1,3 \delta_m) \quad [2 - 1]$$

Siendo δ_m el coeficiente de variación, cuyo valor se determinará con la siguiente expresión, (no podrá emplearse para la determinación de f'_u un valor de $\delta_m < 0,12$):

$$\delta_m = \frac{\sqrt{\frac{\sum (f_i - f_{um})^2}{n - 1}}}{f_{um}} < 0,25 \quad [2 - 2]$$

(b) Bloques huecos portantes cerámicos y de hormigón

La resistencia característica a compresión de bloques huecos portantes cerámicos o de hormigón f'_u se evaluará sobre una muestra representativa, compuesta de **10** ó **más** unidades, empleando la siguiente expresión:

$$f'_u = f_{um} (1 - 1,4 \delta_m) \quad [2 - 3]$$

Donde el coeficiente de variación δ_m se determina mediante la expresión [2-2], no podrá emplearse para la determinación de f'_u un valor de $\delta_m < 0,12$.

2.1.3. Condiciones de resistencia

2.1.3.1. Ladrillos cerámicos macizos

Los ladrillos cerámicos macizos deberán cumplir con la norma *IRAM 12566-1*, excepto en lo relativo al valor de la resistencia característica mínima a compresión f'_u que no podrá ser inferior a $f'_u = 5,0 \text{ MPa}$.

Se podrán adoptar resistencias características a la compresión f'_u mayores que la indicada, cuando así resulte de aplicar el criterio probabilístico establecido en el artículo 2.1.2.(a).

También se podrán adoptar resistencias declaradas por el fabricante cuando éste presente una certificación emitida por tercera parte independiente, otorgada por un organismo reconocido, a través de laboratorios acreditados o de trayectoria altamente confiable y que se encuentre vigente a la fecha de presentación, siempre que esas resistencias verifiquen la resistencia característica mínima indicada en este artículo.

2.1.3.2. Bloques huecos portantes cerámicos

Los bloques cerámicos huecos deberán cumplir con la norma *IRAM 12566-2* y tener una resistencia característica a compresión f'_u , basada en sección bruta, no menor que $f'_u = 5,5 \text{ MPa}$.

La sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento del bloque deberá tener un área neta mínima del **40 %** del área bruta correspondiente.

Se podrán adoptar resistencias características a la compresión f'_u mayores que la indicada, cuando así resulte de aplicar el criterio probabilístico establecido en el artículo 2.1.2.(b).

También se podrán adoptar resistencias declaradas por el fabricante cuando éste presente una certificación emitida por tercera parte independiente, otorgada por un organismo reconocido, a través de laboratorios acreditados o de trayectoria altamente confiable y que se encuentre vigente a la fecha de presentación, siempre que esas resistencias verifiquen la resistencia característica mínima indicada en este artículo.

2.1.3.3. Bloques huecos portantes de hormigón

Los bloques huecos de hormigón deberán cumplir con la norma *IRAM 11561* y tener una resistencia característica a compresión f'_u , basada en sección bruta, no menor que $f'_u = 5,5 \text{ MPa}$.

La sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento del bloque deberá tener un área neta mínima del **40 %** del área bruta correspondiente.

Se podrán adoptar resistencias características a la compresión f'_u mayores que la indicada, cuando así resulte de aplicar el criterio probabilístico establecido en el artículo 2.1.2.(b).

También se podrán adoptar resistencias declaradas por el fabricante cuando éste presente una certificación emitida por tercera parte independiente, otorgada por un organismo reconocido, a través de laboratorios acreditados o de trayectoria altamente confiable y que se encuentre vigente a la fecha de presentación, siempre que esas resistencias verifiquen la resistencia característica mínima indicada en este artículo.

2.2. MORTEROS

2.2.1. Tipificación de los morteros para juntas

Los morteros utilizados en la ejecución de las juntas horizontales y verticales se tipifican en función de su resistencia mínima a compresión a **28** días según lo indicado en la Tabla 2.1.

La resistencia a compresión de los morteros se determinará con los procedimientos usuales sobre probeta cúbica de **70 mm** de arista, sobre series de **3** probetas como mínimo.

Tabla 2.1-a. Tipificación y proporciones de morteros cementicios

Tipo de mortero	Calidad de Resistencia	Partes de cemento de Uso General IRAM 50000	Partes de cal	Partes de arena suelta (1)	Resistencia mínima a compresión a 28 días (MPa)
<i>E</i>	<i>Elevada</i>	<i>1</i>	<i>0 a 1/4</i>	<i>3</i>	<i>15</i>
<i>I</i>	<i>Intermedia</i>	<i>1</i>	<i>1/2</i>	<i>4</i>	<i>10</i>
<i>N</i>	<i>Normal</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>5 a 6</i>	<i>5</i>

(1) En ningún caso las partes de arena suelta serán menos de **2,25** ni más de **3** veces la suma de los volúmenes de cemento y cal.

Tabla 2.1-b. Tipificación y proporciones de morteros con cemento de albañilería

Tipo de mortero	Calidad de Resistencia	Partes de cemento de Albañilería IRAM 1685	Partes de cal	Partes de arena suelta	Resistencia mínima a compresión a 28 días (MPa)
<i>NA</i>	<i>Normal de Albañilería</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>4 a 5</i>	<i>2,5</i>

2.2.2. Proporciones de los componentes de los morteros

Las proporciones en volúmenes, recomendadas para obtener los diferentes tipos de morteros, se indican en la Tabla 2.1.

2.2.3. Hormigón de grancilla o de gravilla

El hormigón de **grancilla** o de **gravilla** es una mezcla de elevada fluidez compuesta de materiales conglomerantes, agregados y agua que se coloca dentro o entre la mampostería. Su principal finalidad es lograr que la armadura insertada trabaje de manera monolítica con la mampostería y aumentar la resistencia del conjunto.

La resistencia especificada o característica a la compresión del hormigón de grancilla f'_g , deberá ser igual o mayor que f'_m con un máximo de **30 MPa**.

Para el diseño se adoptará la resistencia del hormigón de grancilla o gravilla igual a la resistencia de la mampostería.

2.2.4. Condiciones de utilización de los morteros

Los morteros utilizados deberán satisfacer la totalidad de las condiciones que se detallan a continuación:

- (a) En ningún caso se podrán utilizar morteros cuya resistencia a compresión a **28** días sea menor que **5 MPa**.
- (b) Se utilizará la menor cantidad de agua compatible con la obtención de un mortero fácilmente trabajable y de adecuada adherencia con los mampuestos.
- (c) No se admitirá el empleo de morteros que tengan únicamente cal como aglomerante.
- (d) En general se utilizarán morteros elaborados con cal, ya que ésta mejora su trabajabilidad.
- (e) Cuando un muro contenga armaduras en las juntas se ejecutará exclusivamente con mortero cementicio puro (sin cal) de resistencia elevada (Tipo E); no se admite el uso de cemento de albañilería en estos casos.
- (f) Los materiales aglomerantes y cementicios, los agregados y el agua a utilizar deberán satisfacer los requisitos de las normas *IRAM* correspondientes. El tamaño máximo de las partículas de arena será de **3 mm**.
- (g) En todos los casos, deberán tomarse las juntas horizontales y verticales entre los mampuestos que conforman los muros.

2.3. RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA

Las cualidades resistentes de la mampostería se caracterizan mediante los siguientes parámetros, los cuales se tendrán en cuenta en su diseño y control:

- **Resistencia especificada a la compresión de la mampostería, basada en la sección bruta correspondiente, f'_m**
- **Resistencia especificada al corte de la mampostería, basada en la sección bruta correspondiente, f'_v**

La resistencia de la mampostería a la tracción en dirección perpendicular a las juntas de asiento, originada por la flexión contenida en el plano del muro, se considerará nula.

2.3.1. Resistencia especificada a la compresión de la mampostería

La resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , basada en el **área bruta de la sección correspondiente**, constituye un índice de la resistencia de la mampostería a la compresión, y se utilizará para su diseño y control.

La determinación de la resistencia f'_m se realizará durante la fase de proyecto y se verificará luego mediante controles efectuados durante la fase de construcción.

La resistencia f'_m se podrá determinar, con fines de diseño y control, mediante alguno de los procedimientos (a), (b) o (c) siguientes:

(a) Ensayos a la compresión de pilas de mampostería

Cuando se realicen ensayos a la compresión de pilas de mampostería, el valor de la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m podrá tomarse igual a la resistencia característica, la cual se determinará considerando que su valor debe ser alcanzado en el **90 %** de los ensayos realizados sobre el número de especímenes (pilas) que más adelante se especifica.

Los especímenes se ensayarán a la edad de **28** días, la cual se considera como edad de referencia. Si eventualmente las pilas deben ensayarse a los **7** días de edad, el valor de la resistencia a los **28** días podrá obtenerse en forma aproximada utilizando el factor de corrección **1,1**.

Las pilas de mampostería deberán elaborarse reflejando, tanto como sea posible, las condiciones y calidad de materiales y mano de obra que se tendrán efectivamente en la construcción. En este aspecto, se tendrán especialmente en cuenta la consistencia y el tipo de mortero, el contenido de humedad de los mampuestos y los espesores de las juntas.

Las pilas estarán formadas, como mínimo, por tres mampuestos superpuestos, y no podrán tener una altura menor que **350 mm**. Tendrán una esbeltez (relación entre la altura y el espesor) no menor que **2,5** ni mayor que **5**. Se recomienda utilizar una esbeltez de **4**, la cual se considera como esbeltez de referencia. Cuando ello no sea posible, el valor de la resistencia se modificará empleando los factores de corrección que se indican en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Factores de corrección de la resistencia en función de la esbeltez de las pilas de mampostería

Esbeltez	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Factor de corrección	0,83	0,90	0,95	1	1,02	1,05

Las condiciones de almacenamiento, encabezado y metodología de ensayo deberán ajustarse, a las del ensayo a la compresión de probetas de hormigón, según se establece en el **Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón – CIRSOC 201 – 2005**.

Se ensayarán, como mínimo, **6** pilas elaboradas con mampuestos provenientes de dos grupos diferentes de la provisión que se utilizará en la obra.

La resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m se determinará mediante la siguiente expresión:

$$f'_m = f_{mm} (1 - 1,45 \delta_m) \quad [2 - 4]$$

Donde el coeficiente de variación δ_m se determina mediante la expresión [2-2], no podrá emplearse para la determinación de f'_m un valor de $\delta_m < 0,12$.

El valor de la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m así determinado, no podrá ser mayor que **2,0** veces los valores indicados en la Tabla 2.4.

(b) Resistencia de mampuestos y morteros tipificados

Cuando no resulte posible la ejecución de ensayos sobre pilas, la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , podrá determinarse en base a la resistencia característica a compresión f'_u de los mampuestos utilizados (artículo 2.1.2.) y al tipo de mortero empleado (artículo 2.2.1.).

La correlación entre la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , la resistencia característica a compresión f'_u de los mampuestos y el tipo de mortero, se establecerá mediante la siguiente expresión:

$$f'_m = f_1 f'_u \quad [2 - 5]$$

Tabla 2.3. Factor f_1 de correlación entre f'_m y f'_u

Tipo de mampuesto	Valores de f_1			
	Tipo de mortero			
	Resistencia elevada (E)	Resistencia intermedia (I)	Resistencia normal (N)	Cemento de Albañilería (NA)
Ladrillos cerámicos macizos	0,50	0,45	0,35	0,13
Bloques huecos portantes cerámicos				
Bloques huecos portantes de hormigón				

El valor de la resistencia especificada a la compresión f'_m así determinado, no podrá ser mayor que **1,5** veces los valores indicados en la Tabla 2.6.

(c) Valores indicativos

Este procedimiento consiste en adoptar los valores normativos de la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , indicados en la Tabla 2.4., en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros.

En este caso no se requieren determinaciones experimentales, pero deberán tomarse las precauciones necesarias para obtener en la obra, las características mínimas exigidas para los materiales a utilizar.

Tabla 2.4. Valores de f'_m en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros tipificados, referidos al área bruta.

Tipo de mampuesto	Valores de f'_m en MPa			
	Tipo de mortero			
	Resistencia elevada (E)	Resistencia intermedia (I)	Resistencia normal (N)	Cemento de Albañilería (NA)
Ladrillos cerámicos macizos	2,75	2,25	1,75	0,65
Bloques huecos portantes cerámicos	2,25	1,75	1,40	0,52
Bloques huecos portantes de hormigón	2,25	1,75	1,40	0,52

2.3.2. Resistencia especificada al corte de la mampostería

La resistencia especificada al corte de la mampostería f'_v , basada en el **área bruta de la sección correspondiente**, constituye un índice de la resistencia de la mampostería al corte, y se utilizará para su diseño y control.

La determinación de la resistencia f'_v se realizará durante la fase de proyecto y se verificará luego mediante controles efectuados durante la fase de construcción.

La resistencia f'_v podrá determinarse, con fines de diseño y control, mediante alguno de los procedimientos (a) o (b) siguientes:

(a) Ensayos a la compresión diagonal de muretes de mampostería

Cuando se realicen ensayos a la compresión diagonal de muretes de mampostería, el valor de la resistencia especificada al corte de la mampostería f'_v podrá tomarse igual que la resistencia característica, la cual se determinará considerando que su valor debe ser alcanzado en el **90 %** de los ensayos realizados sobre el número de especímenes (muretes) que más adelante se especifica.

Los especímenes se ensayarán, a la edad de **28** días, la cual se considera como edad de referencia. Si eventualmente los muretes deben ensayarse a los **7** días de edad, el valor de la resistencia a los **28** días podrá obtenerse en forma aproximada utilizando el factor de corrección **1,1**.

Los muretes de mampostería deberán elaborarse reflejando, tanto como sea posible, las condiciones y calidad de materiales y mano de obra que se tendrán efectivamente en la construcción. En este aspecto, se tendrán especialmente en cuenta la consistencia y el tipo de mortero, el contenido de humedad de los mampuestos y los espesores de las juntas.

Los muretes estarán formados, como mínimo, por un mampuesto y medio en una dirección y un número adecuado de hiladas en la dirección perpendicular, de modo que el espécimen tenga forma aproximadamente cuadrada. Los lados del murete no podrán ser menores que **550 mm**.

Para el manipuleo, almacenamiento, encabezado y metodología de ensayo se aplicarán, en lo posible, las indicaciones relativas a los ensayos a la compresión de pilas de mampostería (artículo 2.3.1.(a)).

Se ensayarán, como mínimo, **10** muretes elaborados con mampuestos provenientes de tres grupos diferentes de la provisión que se utilizará en la obra.

La resistencia especificada al corte de la mampostería f'_v se determinará mediante la siguiente expresión:

$$f'_v = 0,75 f_{vm} (1 - 1,45 \delta_m) \quad [2 - 6]$$

Donde el coeficiente de variación δ_m se determina mediante la expresión [2-2], no podrá emplearse para la determinación de f'_v un valor de $\delta_m < 0,12$.

El ensayo a la compresión diagonal de muretes de mampostería se efectuará aplicando una carga de compresión según una diagonal del murete, hasta llegar a la rotura.

La resistencia al corte de cada murete ensayado se determinará dividiendo la proyección de la carga de rotura sobre la dirección paralela a las hiladas, por el área bruta de la sección transversal del murete según la misma dirección. A tal fin se utilizarán las siguientes expresiones (ver la Figura 2.1.):

$$V_R = 0,7 P_R \quad [2 - 7]$$

$$f_v = \frac{V_R}{A_g} \quad [2 - 8]$$

La longitud r (ver la Figura 2.1.) de repartición de la carga aplicada P_R deberá ser igual o mayor que el **30 %** de la longitud del lado del murete ensayado, y como mínimo será igual a **200 mm**.

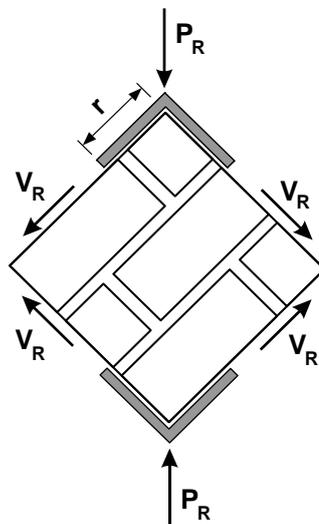


Figura 2.1. Esquema de ensayo a la compresión diagonal de muretes de mampostería.

El valor de la resistencia especificada al corte de la mampostería f'_v así determinado, no podrá ser mayor que **1,6** veces los valores correspondientes a ladrillos cerámicos macizos, y que **1,3** veces los valores correspondientes a bloques huecos portantes cerámicos o de hormigón, que se indican en la Tabla 2.5.

(b) Valores indicativos

Este procedimiento consiste en adoptar los valores normativos de la resistencia especificada al corte de la mampostería f'_v , indicados en la Tabla 2.5., en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros.

Tabla 2.5. Valores de f'_v en función de los tipos usuales de mampuestos y morteros tipificados, referidos al área bruta.

Tipo de mampuesto	Valores de f'_v en MPa			
	Tipo de mortero			
	Resistencia elevada (E)	Resistencia intermedia (I)	Resistencia normal (N)	Cemento de Albañilería (NA)
Ladrillos cerámicos macizos	0,26	0,22	0,19	0,07
Bloques huecos portantes cerámicos	0,22	0,19	0,15	0,055
Bloques huecos portantes de hormigón	0,22	0,19	0,15	0,055

En este caso no se requieren determinaciones experimentales, pero deberán tomarse las precauciones necesarias para obtener en la obra, las características mínimas exigidas para los materiales a utilizar.

2.4. DEFORMABILIDAD DE LA MAMPOSTERÍA

Las características de deformabilidad de la mampostería se definen mediante los siguientes parámetros, referidos al área bruta de la sección:

- **Módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería, E_m**
- **Módulo de corte de la mampostería, G_m**

2.4.1. Módulo de elasticidad longitudinal

El módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería E_m para acciones dinámicas, referido al área bruta, podrá determinarse experimentalmente o bien establecerse en forma aproximada según se indica en la siguiente expresión:

$$E_m = 1200 f'_m \quad [2 - 9]$$

Siendo f'_m la resistencia especificada a la compresión de la mampostería determinada según el artículo 2.3.1.

2.4.2. Módulo de corte

El módulo de corte de la mampostería G_m para acciones dinámicas, referido al área bruta, se determinará mediante las siguientes expresiones:

$$G_m = 0,20 E_m \quad (\text{para muros de ladrillos macizos}) \quad [2 - 10]$$

$$G_m = 0,10 E_m \quad (\text{para muros de bloques huecos}) \quad [2 - 11]$$

CAPÍTULO 3. CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS DE LOS MUROS Y DE LAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

3.0. SIMBOLOGÍA

- H*** altura del muro, medida entre los centros de los apoyos horizontales (entrepisos, techos) o entre el centro del apoyo horizontal superior (entrepiso, techo) y el borde superior de la fundación (cimiento, zapata, platea, etc.), en *mm*.
- L*** longitud del muro, medida entre sus bordes extremos, en *mm*.
- h_n*** altura total máxima medida desde el borde superior de la fundación hasta el nivel extremo superior (techo), en *mm*.
- n*** número máximo de pisos de las construcciones de mampostería, según Tabla 3.1.

3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS

A los fines de la aplicación de este Reglamento, los muros de mampostería se clasifican en:

- ***Muros no resistentes o no portantes***
- ***Muros resistentes o portantes***

3.1.1. Muros no resistentes o no portantes

Son aquellos que de acuerdo con las prescripciones del presente Reglamento carecen de capacidad para resistir cargas contenidas en su plano. Estos muros no podrán ser utilizados para la transmisión de cargas horizontales o verticales. Sin embargo, deberán poseer adecuada resistencia ante las acciones sísmicas perpendiculares a su plano, que derivan de su peso propio.

Se incluyen en esta categoría todos aquellos muros que no cumplan con alguna de las condiciones establecidas en el artículo 3.4. Se debe considerar la interacción e influencia de estos muros no portantes con la estructura resistente.

3.1.2. Muros resistentes o portantes

Son aquellos que de acuerdo con las prescripciones de este Reglamento, poseen capacidad para resistir cargas contenidas en su plano. Se incluyen en esta categoría los muros que cumplan con todas las condiciones establecidas en este reglamento.

3.2. CLASES DE MAMPOSTERÍA PARA MUROS RESISTENTES

Según la forma de disposición de las armaduras, se consideran dos clases básicas de mampostería para muros resistentes:

- **Mampostería encadenada**
- **Mampostería reforzada con armadura distribuida**

3.2.1. Mampostería encadenada

Es aquella que se encuentra confinada en su perímetro por encadenados verticales y horizontales, conformados y dispuestos según se establece en el Capítulo 4 de esta **PARTE III** del Reglamento.

La mampostería encadenada, a su vez, se clasifica en los siguientes tipos:

(a) Mampostería encadenada simple:

Es aquélla en que no se dispone armadura en ninguna junta horizontal.

(b) Mampostería encadenada armada:

Es aquélla en que las juntas horizontales llevan armadura de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 5 de esta **PARTE III** del Reglamento.

(c) Mampostería sin encadenados verticales:

Es aquélla en que se prescinde de los encadenados verticales. Este tipo de mampostería sólo podrá utilizarse en muros interiores construidos de ladrillos cerámicos macizos, en las zonas sísmicas **1** y **2**, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en los Capítulos 2, 3 y 6 de esta **PARTE III** del Reglamento.

3.2.2. Mampostería reforzada con armadura distribuida

Es aquella en que se dispone armadura horizontal y vertical distribuida en todo el muro, colocada de manera tal que acero y mampostería trabajen en forma conjunta. En esta clase de mampostería no es necesario disponer encadenados verticales.

3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS RESISTENTES

Según los tipos básicos de mampuestos y la disposición de las armaduras, los muros resistentes se clasifican en los siguientes tipos:

- **Tipo M.1.:** Ladrillo Cerámico Macizo Encadenado Simple.
- **Tipo M.2.:** Ladrillo Cerámico Macizo Encadenado Armado.
- **Tipo M.3.:** Ladrillo Cerámico Macizo Reforzado (Armadura Distribuida).
- **Tipo M.4.:** Bloque Hueco Portante Cerámico Encadenado Simple.
- **Tipo M.5.:** Bloque Hueco Portante Cerámico Encadenado Armado.
- **Tipo M.6.:** Bloque Hueco Portante Cerámico Reforzado (Armadura Distribuida).
- **Tipo M.7.:** Bloque Hueco Portante de Hormigón Encadenado Simple.
- **Tipo M.8.:** Bloque Hueco Portante de Hormigón Encadenado Armado.
- **Tipo M.9.:** Bloque Hueco Portante de Hormigón Reforzado (Armadura distribuida).
- **Tipo M.10.:** Ladrillo Cerámico Macizo Común (sin encadenados verticales). Solamente utilizable en zonas sísmicas **1** y **2** en muros interiores, si se cumplen los requisitos establecidos en los Capítulos 2, 3 y 6 de esta **PARTE III** del Reglamento.

3.4. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MUROS RESISTENTES

3.4.1. Materiales

Deberán cumplirse los requerimientos sobre mampuestos y morteros establecidos en el Capítulo 2 de esta **PARTE III** del Reglamento.

3.4.2. Espesores mínimos de muros resistentes

El espesor mínimo (sin revoque) de los muros resistentes será de **180 mm**, excepto en los casos que se indican a continuación:

(a) Zonas sísmicas **3** y **4**:

Se podrán considerar como resistentes los muros interiores **Tipo M.2.** según el artículo 3.3., de **120 mm** de espesor, para construcciones de los **Grupos B** y **C** (artículo 2.4. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**), que no excedan de un piso ni de **3 m** de altura.

(b) Zonas sísmicas **1** y **2**:

Se podrán considerar como resistentes los muros **Tipo M.1.** y **Tipo M.2.** según el artículo 3.3., de **120 mm** de espesor, para construcciones de los **Grupos B** y **C**, que no excedan de dos pisos ni de **6,0 m** de altura.

Los muros de **120 mm** de espesor mínimo sin revoques, aludidos en los puntos (a) y (b) precedentes, en ningún caso podrán tener canalizaciones para instalaciones destinadas a la distribución de agua, gas, electricidad, etc.

3.4.3. Longitudes mínimas de muros resistentes

Deberán cumplirse los requerimientos establecidos en los siguientes casos:

(a) Muros con dos apoyos horizontales.

Los muros resistentes en que ninguno de sus bordes verticales esté restringido en dirección perpendicular a su plano por otros muros resistentes transversales u otros elementos estructurales resistentes y con suficiente rigidez frente a acciones horizontales, deberán cumplir la siguiente condición:

$$L \geq \frac{H}{2,2} \quad [3 - 1]$$

Adicionalmente deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- **$L \geq 1,50m$** para muros de mampostería encadenada.
- **$L \geq 1,20m$** para muros de mampostería reforzada con armadura distribuida.

(b) Muros con tres o más apoyos perimetrales.

Los muros resistentes en que, por lo menos, uno de sus bordes verticales esté restringido en dirección perpendicular a su plano por otro muro resistente transversal u otro elemento estructural resistente y con suficiente rigidez frente a acciones horizontales, deberán cumplir la siguiente condición:

$$L \geq \frac{H}{2,6} \quad [3 - 2]$$

Adicionalmente deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- **$L \geq 0,90m$** para muros de mampostería encadenada.
- **$L \geq 0,80m$** para muros de mampostería reforzada con armadura distribuida.

3.5. ALTURA MÁXIMA Y NÚMERO MÁXIMO DE PISOS EN LAS CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA

La altura total máxima h_n medida desde el borde superior de la fundación hasta el nivel extremo superior (techo), y el número máximo n de pisos de las construcciones de mampostería, se establecerá en función del tipo de muro y de la zona sísmica, según se indica en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Alturas máximas h_n y número máximo n de pisos en las construcciones de mampostería

Muros resistentes		Zonas sísmicas 1 y 2		Zonas sísmicas 3 y 4	
Tipo de mampuesto	Tipo de muro	Altura máxima h_n (m)	Nº máximo de pisos n	Altura máxima h_n (m)	Nº máximo de pisos n
Ladrillos cerámicos macizos	M.1. Encadenado Simple	12,50	4	9,50	3
	M.2. Encadenado Armado	15,50	5	12,50	4
	M.3. Reforzado con Armadura Distribuida	15,50	5	12,50	4
Bloques huecos portantes cerámicos	M.4. Encadenado Simple	9,50	3	6,50	2
	M.5. Encadenado Armado	9,50	3	6,50	2
	M.6. Reforzado con Armadura Distribuida	12,50	4	9,50	3
Bloques huecos portantes de hormigón	M.7. Encadenado Simple	9,50	3	6,50	2
	M.8. Encadenado Armado	9,50	3	6,50	2
	M.9. Reforzado con Armadura Distribuida	12,50	4	9,50	3
Ladrillos cerámicos macizos	M.10. Sin Encadenados Verticales	6,50 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾	---	---
		3,50	1		

⁽¹⁾ La construcción completa se debe verificar adoptando un coeficiente sísmico igual al cuádruplo del correspondiente a una situación normal.

3.6. TIPOS DE MAMPOSTERÍA A UTILIZAR EN CONSTRUCCIONES DE LOS GRUPOS A₀ Y A

En las construcciones pertenecientes a los **Grupos A₀** y **A** (artículo 2.4. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**) sólo podrán emplearse muros resistentes ejecutados con los siguientes tipos de mampostería:

- Mampostería encadenada armada: Muros **Tipo M.2.**, **Tipo M.5.** y **Tipo M.8.**
- Mampostería reforzada con armadura distribuida: Muros **Tipo M.3.**, **Tipo M.6.** y **Tipo M.9.**

3.7. COMBINACIONES DE DIFERENTES CLASES DE MAMPOSTERÍA

- (a) Para la ejecución de muros resistentes deberá utilizarse un sólo tipo de mampuesto en cada planta o nivel.
- (b) Se admiten combinaciones en planta de mampostería encadenada con mampostería con armadura distribuida.
- (c) Se podrán efectuar combinaciones en altura, de muros encadenados simples con muros encadenados armados. En este caso, los límites de altura y número de pisos corresponderán a los establecidos en la Tabla 3.1. para muros encadenados simples.

CAPÍTULO 4. MAMPOSTERÍA ENCADENADA SIMPLE

4.0. SIMBOLOGÍA

- A_g área bruta de la sección horizontal del muro, determinada sin considerar revoques ni alas constituidas por muros transversales, en mm^2 .
- A_s sección total de armadura longitudinal del encadenado, en mm^2 .
- $A_{s\ mín}$ sección total mínima de armadura longitudinal del encadenado, en mm^2 .
- A_{te} sección de estribos en una capa, en mm^2 .
- B_c área de la sección bruta de la columna de encadenado, en mm^2 .
- E_c módulo de elasticidad longitudinal de las barras de hormigón del reticulado ficticio, en MPa .
- E_m módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería, en MPa .
- H distancia entre ejes de apoyos horizontales del muro (entrepisos, techos, borde superior de la fundación, etc.), en mm .
- H_o distancia entre los ejes de las vigas de encadenado superior e inferior del panel de mampostería considerado, en mm .
- L_o distancia entre ejes de las columnas de encadenado que confinan el panel considerado, en mm .
- N_{dc} resistencia de diseño axial de la columna de encadenado, en N .
- N_{dv} resistencia de diseño axial de la viga de encadenado, en N .
- N_{nc} resistencia nominal axial de la columna de encadenado, en N .
- N_{nv} resistencia nominal axial de la viga de encadenado, en N .
- N_{uc} esfuerzo axial requerido o último en la columna de encadenado, en N .
- N_{uv} esfuerzo axial requerido o último en la viga de encadenado, en N .
- V_d resistencia de diseño de corte del muro, en N .
- V_{dc} resistencia de diseño de corte de la columna de encadenado, en N .
- V_n resistencia nominal de corte del muro, en N .
- V_{nc} resistencia nominal de corte de la columna de encadenado, en N .
- V_u esfuerzo de corte requerido o último sobre el muro, en N .
- V_{uc} esfuerzo de corte requerido o último sobre la columna de encadenado, en N .
- V_{up} esfuerzo de corte actuante en el panel considerado, en N .

- b_c ancho de la sección transversal de la columna de encadenado, en *mm*.
- b_v ancho de la sección transversal de la viga de encadenado, en *mm*.
- d_b diámetro de la barra longitudinal de acero, en *mm*.
- d_{be} diámetro de la barra del estribo, en *mm*.
- f_e coeficiente mediante el cual se tiene en cuenta el porcentaje de barras empalmadas.
- f_o tensión media de compresión que actúa sobre el muro, determinada con el mínimo valor obtenido de la combinación de estados de cargas dada por la expresión [1-2], en *MPa*.
- f_y tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal (corresponde al límite de fluencia nominal de la Norma **IRAM-IAS**), en *MPa*.
- f'_c resistencia especificada a la compresión del hormigón, en *MPa*.
- f'_v resistencia especificada al corte de la mampostería, en *MPa*.
- h_c altura de la sección transversal de la columna de encadenado, medida según el plano del panel, en *mm*.
- h_v altura de la sección transversal de la viga de encadenado, medida según el plano del panel, en *mm*.
- h_1 dimensión transversal, en el plano considerado, del encadenado al que pertenece la barra que se ancla, en *mm*.
- h_2 dimensión transversal, en el plano considerado, del encadenado en que se ancla la barra, en *mm*.
- k cantidad de pisos por encima del nivel analizado. Por ejemplo, para construcciones de un piso: $k = 0$; para construcciones de dos pisos: en el primero $k = 1$, en el segundo $k = 0$; y así sucesivamente.
- l_c longitud de la zona crítica en encadenados, en *mm*.
- l_e longitud de empalme de barras por yuxtaposición, en *mm*.
- l_f longitud de la rama recta final del anclaje de una barra de armadura longitudinal de encadenado, en *mm*.
- l_1 longitud de anclaje de una barra de armadura longitudinal de encadenado, en *mm*.
- s separación entre estribos cerrados o paso de la hélice, en *mm*.
- t espesor del muro, sin considerar revoques, en *mm*.
- ϕ factor de reducción de resistencia.

4.1. REQUISITOS DE ESTRUCTURACIÓN

4.1.1. Generalidades sobre los encadenados

Los encadenados verticales (columnas de encadenado) y encadenados horizontales (vigas de encadenado) que confinan un muro de mampostería le permiten mantener una considerable resistencia luego de producido su agrietamiento, evitando un comportamiento frágil y posibilitando la disipación de energía en el campo inelástico (comportamiento dúctil).

Para obtener las propiedades mencionadas precedentemente, los encadenados verticales y horizontales que confinan los muros deben conformar un reticulado espacial en el que ninguna de las barras posea un extremo libre. Esto es, deberá asegurarse continuidad en los nudos mediante adecuadas disposiciones de anclaje de las armaduras.

La valoración de los esfuerzos axiales últimos que solicitan los encadenados de muros resistentes de mampostería solicitados por fuerzas contenidas en su plano, se podrá realizar admitiendo que los encadenados conforman un reticulado plano con nudos articulados.

Este reticulado plano está compuesto por cordones verticales y horizontales constituidos por los encadenados, y por diagonales equivalentes de mampostería. Se supondrá que las diagonales de mampostería tienen el espesor del muro, y su ancho se podrá tomar aproximadamente igual a la décima parte ($1/10$) de la longitud de la diagonal medida entre centros de nudos.

Para las barras de hormigón armado del reticulado ficticio (encadenados) se adoptará un módulo de elasticidad longitudinal $E_c = 20000 \text{ MPa}$, y para las diagonales de mampostería los valores de E_m indicados en el artículo 2.4.1. de esta **Parte III** del Reglamento.

4.1.2. Áreas y dimensiones máximas de los paneles

En los muros portantes de mampostería se dispondrá un conjunto de vigas y columnas de encadenado, que subdividirán a los mismos en paneles enmarcados en todo su perímetro (excepto en los casos de muros sin encadenados verticales). Cada uno de los paneles resultantes deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

- (a) El área máxima y las dimensiones máximas admitidas en los paneles se indican en la Tabla 4.1. Las áreas y dimensiones máximas indicadas podrán excederse siempre que se justifique detalladamente la resistencia del muro a cargas verticales, considerando las excentricidades producidas por las solicitaciones sísmicas perpendiculares al plano del muro.
- (b) La distancia máxima entre ejes de columnas de encadenado L_o deberá cumplir con:

$$L_o \leq 2 H \quad [4 - 1]$$

Siendo **H** la distancia entre ejes de apoyos horizontales (entrepisos, techos, borde superior de la fundación, etc.).

- (c) El panel se subdividirá a mitad de altura con una viga de encadenado, o con una junta armada horizontal cuya armadura tenga una sección equivalente a la de la viga de encadenado, cuando la distancia máxima entre ejes de encadenados horizontales **H_o** cumpla con:

$$H_o > 1,5 L_o \quad [4 - 2]$$

Tabla 4.1. Área y dimensiones máximas de los paneles de muros portantes

Zona Sísmica	Área Máxima del panel (m ²)	Dimensión máxima del panel (m)	
		muros de espesor neto $\geq 180 \text{ mm}$	muros de espesor neto $< 180 \text{ mm}$ y $\geq 120 \text{ mm}$
1	30	7,00	4,50
2	25	6,00	4,00
3 y 4	20	5,00	4,00

4.1.3. Esfuerzo de corte en paneles

Para el caso de muros portantes subdivididos en dos o más paneles enmarcados por vigas y columnas de encadenado, el esfuerzo de corte en cada panel **V_{up}** podrá determinarse en forma aproximada distribuyendo el esfuerzo de corte total del muro **V_u** entre los distintos paneles proporcionalmente a la longitud de cada panel. De manera que en cada muro se debe satisfacer:

$$V_u = \sum V_{up} \quad [4 - 3]$$

4.1.4. Ubicación de las vigas de encadenado

4.1.4.1. Prescripciones generales

Se dispondrán vigas de encadenado en los niveles que se detallan a continuación:

- (a) A nivel fundación.
- (b) A nivel de entrepisos.
- (c) A nivel de cubierta o techo.

- (d) En niveles intermedios, cuando sean necesarias para cumplir con los requerimientos de áreas y dimensiones máximas de los paneles, según el artículo 4.1.2.
- (e) Cuando el ángulo que forma el plano del techo con un plano horizontal es mayor que **15°**, en los muros trapeciales vinculados con el techo deberá disponerse además del encadenado correspondiente al borde superior inclinado, una viga de encadenado horizontal a nivel de arranque del techo o cubierta.

4.1.4.2. Prescripciones particulares

- (a) Las vigas de encadenado podrán formar parte de las losas de entrepiso o techo, siempre que ellas sean de hormigón armado.
- (b) Las fundaciones tipo zapata corrida armada, plateas de fundación de hormigón armado o cimientos de hormigón armado podrán desempeñar la función de vigas de encadenado inferior.
- (c) Cuando los entrepisos o cubiertas sean considerados totalmente flexibles (artículo 8.2.1.2., del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**), las vigas de encadenado, además de confinar los muros resistentes, constituyen apoyos que reciben las solicitaciones sísmicas horizontales transmitidas por los entrepisos o techos y las derivadas del peso propio del muro, perpendicularmente al muro. Por lo tanto, las vigas de encadenado deberán diseñarse tanto para las acciones contenidas en el plano del muro como en el plano perpendicular al muro de acuerdo al Capítulo 8 de esta **parte III**.

4.1.5. Ubicación de las columnas de encadenado

4.1.5.1. Prescripciones generales

En todos los muros resistentes (perimetrales o interiores) se dispondrán columnas de encadenado de acuerdo a las siguientes prescripciones:

- (a) En los extremos libres y en las intersecciones con otros muros resistentes.
- (b) Cuando según el artículo 4.1.2. resulten necesarias por las restricciones por área y dimensiones máximas del panel.
- (c) En los bordes verticales de paneles adyacentes a las aberturas.

4.1.5.2. Exención de ejecución de columnas de encadenado

Se admitirá la no ejecución de columnas de encadenado en muros de mampostería encadenada en los siguientes casos:

4.1.5.2.1. Intersección de muros portantes

Podrá prescindirse de la columna de encadenado correspondiente a un muro resistente en su intersección con otro muro, cuando la distancia entre su eje y los ejes de dos columnas ubicadas en un mismo plano, a ambos lados de la intersección, sea igual o menor que **5,0** veces el espesor del muro considerado.

4.1.5.2.2. Muros interiores

Cuando por sus dimensiones y naturaleza un muro interior pueda considerarse como muro resistente, pero no se lo tenga en cuenta en el cómputo de la resistencia a cargas horizontales ni se lo utilice para la transmisión de cargas verticales. Sin embargo, en tal caso, deberán verificarse las condiciones de resistencia del muro ante las sollicitaciones perpendiculares a su plano, derivadas de las excitaciones sísmicas.

4.1.5.2.3. Muros portantes con aberturas

Podrá prescindirse de disponer columnas de encadenado en bordes de aberturas, en los siguientes casos:

(a) Aberturas aproximadamente centradas con relación al panel

Se considerará que la abertura está aproximadamente centrada cuando todos sus bordes se ubican a una distancia (medida normal al borde) igual o mayor que el **25%** de la dimensión correspondiente del panel, y no menos de **900mm** para la distancia en horizontal y **600 mm** para la distancia en vertical.

Deberán verificarse simultáneamente las siguientes condiciones:

- El área de la abertura es igual o menor que el **10 %** del área total del panel considerado.
- Las dimensiones máximas de la abertura son iguales o menores que el **35 %** de las dimensiones correspondientes del panel.

(b) Aberturas ubicadas en cualquier posición con relación al panel

Son aquéllas no comprendidas en el caso (a). Deberán verificarse simultáneamente las siguientes condiciones:

- El área de la abertura es igual o menor que el **5 %** del área total del panel considerado.
- Las dimensiones máximas de la abertura son iguales o menores que el **25 %** de las dimensiones correspondientes del panel.

4.2. MATERIALES DE LOS ENCADENADOS

Las prescripciones contenidas en esta **Parte III** comprenden la mayoría de los aspectos relacionados con los encadenados de hormigón armado. Estas prescripciones se complementarán, cuando sea necesario, con las especificaciones del **Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón – CIRSOC 201 – 2005**. Sin embargo, las prescripciones de dicho Reglamento no podrán modificar los requerimientos que sobre encadenados de hormigón armado se establecen en esta **Parte III**.

4.2.1. Hormigón

La mínima resistencia especificada a la compresión del hormigón f'_c a utilizar en la ejecución de los encadenados de hormigón armado será de **20MPa**.

4.2.2. Acero

Para las barras longitudinales y estribos de los encadenados de hormigón armado podrán utilizarse los siguientes tipos de acero (Tabla 3.8 del **Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón – CIRSOC 201 – 2005**):

ADN 420 ADN 420 S

4.2.3. Otros Materiales

Los encadenados de hormigón armado prescritos en este capítulo podrán ser sustituidos por elementos estructurales de otros materiales siempre que presenten condiciones equivalentes de rigidez, resistencia y vinculación con la mampostería.

4.3. VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL MURO

4.3.1. Resistencia al corte del muro

La resistencia de diseño de corte de un muro V_d deberá ser mayor o igual que el esfuerzo de corte requerido o último V_u determinado según las combinaciones de estados de carga establecidas en el artículo 1.4.

$$V_d = \phi V_n \geq V_u \quad [4 - 4]$$

La resistencia nominal de corte del muro se determinará con la siguiente expresión:

$$V_n = (f'_v + 0,40 f_o) A_g \leq 2,00 f'_v A_g \quad [4 - 5]$$

4.3.2. Resistencia a flexocompresión

Se admitirá que la mampostería encadenada simple satisface la verificación a flexocompresión siempre que los encadenados horizontales y verticales satisfagan las prescripciones establecidas en este Capítulo.

4.3.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro

La verificación de resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro se realizará de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 8 de esta **Parte III**.

4.4. DISEÑO DE VIGAS DE ENCADENADO

4.4.1. Sección transversal de vigas de encadenado de hormigón armado

(a) Las vigas de encadenado serán de sección rectangular de ancho igual al espesor del muro que confinan y de altura mínima igual al semiespesor de dicho muro, pero no menor que **150 mm**, ver figura 4.1.(a).

En las zonas sísmicas **1** y **2**, cuando se utilicen losas macizas de hormigón armado, la altura mínima de las vigas de encadenado será de **100 mm**. Se deberá utilizar una granulometría adecuada para garantizar la compacidad del hormigón.

(b) En el caso de muros resistentes de espesor igual o mayor que **200 mm**, el ancho de la viga de encadenado podrá reducirse por razones estéticas, de aislación térmica, etc., en no más de un tercio del espesor del muro, siempre que la altura se aumente de forma tal que se restituya el área de la sección a los valores que resultan de la aplicación del punto (a) precedente, ver figura 4.1.(b).

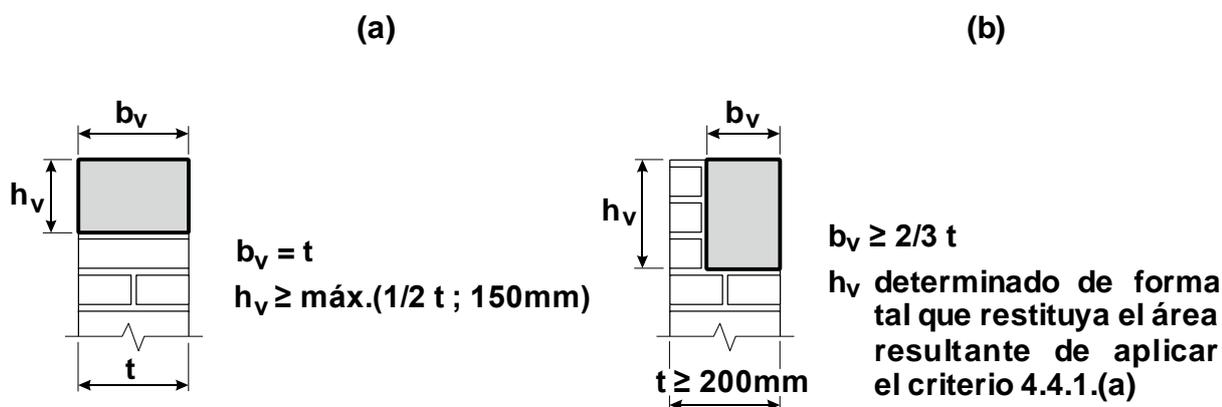


Figura 4.1. Sección transversal de vigas de encadenado de hormigón armado.

4.4.2. Esfuerzos axiales últimos

4.4.2.1. Procedimiento general. Esquema de reticulado

La valoración de los esfuerzos axiales últimos que solicitan a los encadenados de muros resistentes de mampostería solicitados por fuerzas contenidas en su plano, se podrá realizar admitiendo que los encadenados y la mampostería conforman un reticulado plano con nudos articulados, de acuerdo a lo establecido en el artículo 4.1.1.

4.4.2.2. Procedimiento aproximado para vigas de encadenado

Alternativamente al procedimiento general indicado en el artículo 4.4.2.1., la valoración del esfuerzo axial último que solicita una viga de encadenado puede determinarse aproximadamente mediante la siguiente expresión:

$$N_{uv} = V_{up} \quad [4 - 6]$$

4.4.3. Resistencia de diseño

La resistencia de diseño axial de una viga de encadenado N_{dv} , deberá ser mayor o igual que el esfuerzo axial requerido o último N_{uv} determinado según el artículo 4.4.2.

$$N_{dv} = \phi N_{nv} \geq N_{uv} \quad [4 - 7]$$

La resistencia nominal axial de la viga de encadenado se determinará con la siguiente expresión:

$$N_{nv} = A_s f_y \quad [4 - 8]$$

4.4.4. Armadura longitudinal

(a) La sección total de armadura longitudinal se integrará con cuatro o más barras, las que deberán ser repartidas lo más uniforme posible en todo el perímetro del encadenado, con una separación máxima entre barras de **200 mm**.

(b) En ningún caso la armadura longitudinal del encadenado será menor que la indicada a continuación:

En zonas sísmicas **1 y 2**: **4 barras $d_b = 6 \text{ mm}$**

En zonas sísmicas **3 y 4**: **4 barras $d_b = 8 \text{ mm}$**

(c) La sección total de armadura longitudinal de la viga de encadenado, cuando el esfuerzo axial último N_{uv} sea determinado según el procedimiento aproximado indicado en el

artículo 4.4.2.2., no podrá ser menor que la obtenida de las siguientes expresiones:

$$\text{En zonas sísmicas 1 y 2:} \quad A_{s \text{ mín}} = (250 + 130 k) \frac{t}{f_y} \quad [4 - 9]$$

$$\text{En zonas sísmicas 3 y 4:} \quad A_{s \text{ mín}} = (350 + 180 k) \frac{t}{f_y} \quad [4 - 10]$$

4.4.5. Armadura transversal

La armadura transversal de las vigas de encadenado estará conformada por estribos cerrados, helicoidales, o estribos suplementarios de una rama. Los estribos cerrados y cada extremo de un estribo suplementario de una rama deberán estar anclados por un gancho de por lo menos **135°** con su rama terminal de longitud no menor que diez veces el diámetro del estribo.

4.4.5.1. Zonas a considerar en vigas de encadenado

A los fines del diseño de la armadura transversal para vigas de encadenado, se distinguirán las zonas críticas y las zonas normales. Serán consideradas **zonas críticas** los extremos de las vigas de encadenado, en una longitud de **600 mm** medida a partir del borde interno de la columna correspondiente. Será considerada **zona normal** la longitud de viga comprendida entre zonas críticas.

4.4.5.2. Dimensionamiento de estribos en zonas normales

En las **zonas normales** de vigas de encadenado, el diámetro de la armadura transversal se determinará mediante la siguiente expresión:

$$d_{be} = (0,02 + 0,01 k)s \geq 6mm \quad [4 - 11]$$

La separación **s** entre estribos cerrados o paso de la hélice en las **zonas normales** de vigas de encadenado, no podrá ser mayor que la mínima dimensión transversal del encadenado, ni mayor que **200 mm**.

4.4.5.3. Dimensionamiento de estribos en zonas críticas

En las **zonas críticas** de vigas de encadenado, el diámetro de la armadura transversal se determinará mediante la siguiente expresión:

$$d_{be} = (0,04 + 0,02 k)s \geq 6mm \quad [4 - 12]$$

La separación **s** entre estribos cerrados o paso de la hélice en las **zonas críticas** de vigas de encadenado, no podrá ser mayor que **1/2** de la mínima dimensión transversal del encadenado, ni mayor que **100 mm**.

4.5. DISEÑO DE COLUMNAS DE ENCADENADO

4.5.1. Sección transversal de columnas de encadenado de hormigón armado

- (a) Las columnas de encadenado correspondientes a encuentros de muros resistentes serán de sección rectangular de lados respectivamente iguales a los espesores de los muros que confinan, pero el lado menor será, como mínimo, igual a dos tercios del espesor mayor y en ningún caso menor que **150 mm**, ver figura 4.2.(a).
- (b) Las columnas de encadenado que no correspondan a encuentros de muros serán de sección rectangular, en la que el lado perpendicular al plano del muro será igual al espesor de éste y el otro será, como mínimo, igual a dos tercios de dicho espesor y en ningún caso menor que **150 mm**, ver figura 4.2.(b).
- (c) En el caso de muros resistentes de espesor igual o mayor que **200 mm**, la dimensión perpendicular al plano del muro de la columna de encadenado, podrá reducirse por razones estéticas, de aislamiento térmica, etc., en no más de un tercio del espesor del muro, siempre que se aumente la otra dimensión de forma tal que se restituya el área de la sección a los valores que resultan de la aplicación de los puntos (a) ó (b) precedentes, ver figura 4.2.(c).

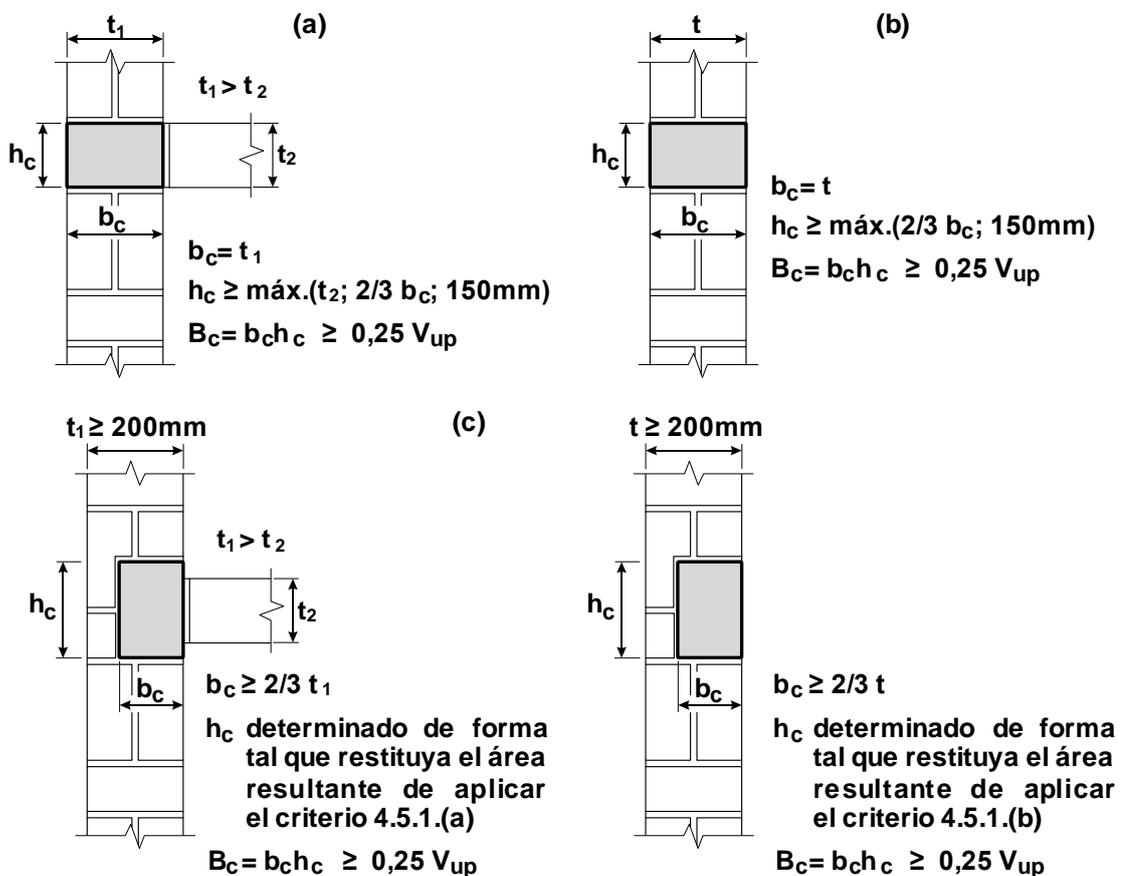


Figura 4.2. Sección transversal de columnas de encadenado de hormigón armado.

(d) En las construcciones del **Grupo B** (artículo 2.4. del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**) de altura total igual o menor que **4 m** en zonas sísmicas **3** y **4**, y que **6,5 m** en zonas sísmicas **1** y **2**, se podrán construir las columnas de encadenado dentro de los huecos de bloques portantes de hormigón o cerámicos especiales, siempre que se satisfagan las siguientes condiciones:

- Dimensiones mínimas de huecos rectangulares: **120 mm** de lado.
- Diámetro mínimo de huecos circulares: **140 mm**.
- La sección de hormigón colocada in situ deberá ser igual o mayor que la mitad de la resultante de aplicar los requerimientos (a) ó (b) precedentes.
- La sección de hormigón deberá satisfacer el requerimiento indicado en el punto (e) siguiente.
- El hormigonado se realizará por tramos no mayores que **800 mm** de altura, simultáneamente con la ejecución del muro.

(e) En todos los casos, la sección B_c de hormigón de las columnas de encadenado deberá satisfacer la siguiente condición:

$$B_c \geq 0,25 V_{up} \quad [4 - 13]$$

4.5.2. Esfuerzos axiales últimos

4.5.2.1. Procedimiento general. Esquema de reticulado

La valoración de los esfuerzos axiales últimos que solicitan a los encadenados de muros resistentes de mampostería solicitados por fuerzas contenidas en su plano, se podrá realizar admitiendo que los encadenados y la mampostería conforman un reticulado plano con nudos articulados, de acuerdo a lo establecido en el artículo 4.1.1.

4.5.2.2. Procedimiento aproximado para columnas de encadenado

Alternativamente al procedimiento general indicado en el artículo 4.5.2.1., la valoración del esfuerzo axial último que solicita una columna de encadenado puede determinarse aproximadamente mediante la siguiente expresión:

$$N_{uc} = (1 + 0,25 k) V_{up} \frac{H_o}{L_o} \quad [4 - 14]$$

4.5.3. Resistencia de diseño

La resistencia de diseño axial de una columna de encadenado N_{dc} , deberá ser mayor o igual que el esfuerzo axial requerido o último N_{uc} determinado según el artículo 4.5.2.

$$N_{dc} = \phi N_{nc} \geq N_{uc} \quad [4 - 15]$$

La resistencia nominal axial de la columna de encadenado se determinará con la siguiente expresión:

$$N_{nc} = A_s f_y \quad [4 - 16]$$

4.5.4. Armadura longitudinal

- (a) La sección total de armadura longitudinal se integrará con cuatro o más barras, las que deberán ser repartidas lo más uniforme posible en todo el perímetro del encadenado, con una separación máxima entre barras de **200 mm**.
- (b) En ningún caso la armadura longitudinal del encadenado será menor que la indicada a continuación:

En zonas sísmicas **1 y 2**: **4 barras $d_b = 6 \text{ mm}$**

En zonas sísmicas **3 y 4**: **4 barras $d_b = 8 \text{ mm}$**

- (c) La sección total de armadura longitudinal de la columna de encadenado, cuando el esfuerzo axial último N_{uc} sea determinado según el procedimiento aproximado indicado en el artículo 4.5.2.2., no podrá ser menor que la obtenida de las siguientes expresiones:

En zonas sísmicas **1 y 2**:
$$A_s \text{ mín} = (250 + 130 k) \frac{t}{f_y} \quad [4 - 17]$$

En zonas sísmicas **3 y 4**:
$$A_s \text{ mín} = (350 + 180 k) \frac{t}{f_y} \quad [4 - 18]$$

4.5.5. Armadura transversal

La armadura transversal de las columnas de encadenado estará conformada por estribos cerrados, helicoidales, o estribos suplementarios de una rama. Los estribos cerrados y cada extremo de un estribo suplementario de una rama deberán estar anclados por un gancho de por lo menos **135°** con su rama terminal de longitud no menor que diez veces el diámetro del estribo. La posición de los ganchos se alternará, en lo posible, a lo largo de la columna de encadenado.

4.5.5.1. Zonas a considerar en columnas de encadenado

A los fines del diseño de la armadura transversal para columnas de encadenado, se distinguirán las zonas críticas y las zonas normales.

Serán consideradas **zonas críticas** los extremos de las columnas de encadenado en una longitud l_c , medida desde el borde interno de la viga de encadenado correspondiente. La longitud l_c será igual o mayor que los siguientes valores:

- Un quinto de la distancia entre ejes de las vigas de encadenado superior e inferior del panel ($1/5 H_0$).
- Dos veces la dimensión transversal de la columna de encadenado, medida según el plano del panel ($2 h_c$).
- **600 mm.**

Será considerada **zona normal** la longitud de columna comprendida entre zonas críticas.

4.5.5.2. Dimensionamiento de estribos en zonas normales

En las **zonas normales** de columnas de encadenado, el diámetro de la armadura transversal se determinará mediante la siguiente expresión:

$$d_{be} = (0,02 + 0,01 k)s \geq 6mm \quad [4 - 19]$$

La separación s entre estribos cerrados o paso de la hélice en las **zonas normales** de columnas de encadenado, no podrá ser mayor que la mínima dimensión transversal del encadenado, ni mayor que **200 mm**.

4.5.5.3. Dimensionamiento de estribos en zonas críticas

En las **zonas críticas** de columnas de encadenado, la resistencia de diseño de corte V_{dc} deberá ser mayor o igual que el esfuerzo de corte requerido o último V_{uc} determinado según la siguiente expresión:

$$V_{dc} = \phi V_{nc} \geq V_{uc} = V_{up}/2 \quad [4 - 20]$$

La resistencia nominal de corte de la columna de encadenado se determinará con la siguiente expresión:

$$V_{nc} = \frac{A_{te} f_y h_c}{s} \quad [4 - 21]$$

La sección de estribos en una capa A_{te} que resulte de la expresión [4-20] no podrá ser menor que el doble de la resultante de aplicar los criterios para zonas normales según el artículo 4.5.5.2.

El diámetro mínimo de las barras para estribos será de **6mm**. La separación s entre estribos cerrados o paso de la hélice en las **zonas críticas** de columnas de encadenado, no podrá ser

mayor que $1/2$ de la altura de la sección de la columna de encadenado h_c , medida según el plano del panel, ni mayor que 100 mm .

4.6. ANCLAJES DE ARMADURAS LONGITUDINALES

4.6.1. Longitudes requeridas de anclaje de armaduras longitudinales

Se adoptarán las siguientes longitudes requeridas de anclaje l_1 en función del diámetro d_b de la barra que se ancla:

$$l_1 = 60 d_b, \text{ con extremo recto.}$$

$$l_1 = 50 d_b, \text{ con gancho terminal o gancho en ángulo recto terminal.}$$

Alternativamente, se admiten las longitudes de anclaje que resultan de la aplicación del Capítulo 12 del **Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón – CIRSOC 201 – 2005**, pero no se podrá efectuar ninguna reducción en función de la relación entre las secciones de armadura requerida y armadura adoptada.

4.6.2. Anclajes de armaduras longitudinales en uniones entre encadenados

Los anclajes de las barras longitudinales en la zona de unión entre encadenados se efectuarán mediante codos dirigidos hacia la cara opuesta del encadenado al que pertenece la barra que se ancla, pueden presentarse los dos casos siguientes:

(a) Anclaje con codo a 90°

Cuando resulta posible la utilización de codos a 90° respetando la regla básica anterior, la longitud requerida de anclaje l_1 se computará a partir del plano de la cara más cercana del encadenado en que se ancla la barra, y la longitud l_f de la rama recta final del codo a 90° deberá ser no menor que $0,8 l_1$, ver figura 4.3.(a).

(b) Anclaje con doble codo a 180°

Cuando no resulta posible la utilización de codos a 90° respetando la regla básica mencionada anteriormente, deberá utilizarse un doble codo a 180° , ver figura 4.3.(b). La longitud requerida de anclaje l_1 se computará a partir del plano de la cara más cercana del encadenado en que se ancla la barra. La rama recta final del anclaje (reentrante en el encadenado al que pertenece la barra que se ancla), deberá tener una longitud l_f no menor que los dos valores siguientes:

$$l_f = 0,5 l_1 \quad [4 - 22]$$

$$l_f = 0,5 h_1 + 0,85 h_2 \quad [4 - 23]$$

4.6.3. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en cimientos comunes o armados

Las barras longitudinales de las columnas de encadenados de muros resistentes se anclarán en el cimiento de fundación, ver figura 4.3.(c).

La longitud total de anclaje, medida a partir de la sección correspondiente a la unión de la columna de encadenado con la fundación, deberá tener una longitud no menor que $70 d_b$, siendo d_b el diámetro de la barra que se ancla. La rama recta vertical del anclaje deberá tener una longitud no menor que $40 d_b$ ni menor que 400 mm . El anclaje deberá terminar en un codo de 90° con la rama recta final de una longitud no menor que $20 d_b$.

En la zona de anclaje deberán colocarse los estribos correspondientes a las zonas normales de columnas de encadenado (artículo 4.5.5.2.).

En la zona del cimiento común en que se anclan las barras longitudinales de las columnas de encadenado, no podrá utilizarse cal en el ligante.

4.6.4. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en zapatas o vigas de fundación

Se adoptarán las longitudes requeridas de anclaje l_1 según se establece en el artículo 4.6.1., medidas a partir de la sección correspondiente a la unión de la columna con la fundación, ver figura 4.3.(d). En todos los casos el anclaje deberá terminar en un codo a 90° , con la rama recta final de una longitud no menor que $20 d_b$, siendo d_b el diámetro de la barra que se ancla.

El codo y su rama terminal deberán disponerse lo más próximos posible a la armadura inferior de la fundación, y preferentemente, deberán dirigirse hacia la cara opuesta de la columna (cruce de armaduras).

4.6.5. Anclaje de armaduras longitudinales de columnas de encadenado en plateas de fundación

En el caso de plateas de fundación, el anclaje de las barras longitudinales de columnas de encadenado se realizará de acuerdo con las prescripciones de los artículos 4.6.1. y 4.6.2.

4.6.6. Observaciones complementarias sobre anclajes entre encadenados

- Los anclajes de las barras longitudinales deben quedar dentro de los estribos que corresponden a las zonas de nudos y a los encadenados que lo forman.
- Los anclajes de las barras longitudinales de un encadenado se dispondrán lo más próximos posibles a las barras longitudinales del otro encadenado que concurre al nudo, a fin de permitir una adecuada transferencia de esfuerzos.

- En los nudos terminales de más de dos encadenados, los anclajes se organizarán de manera que permitan un comportamiento adecuado de los planos sismorresistentes.

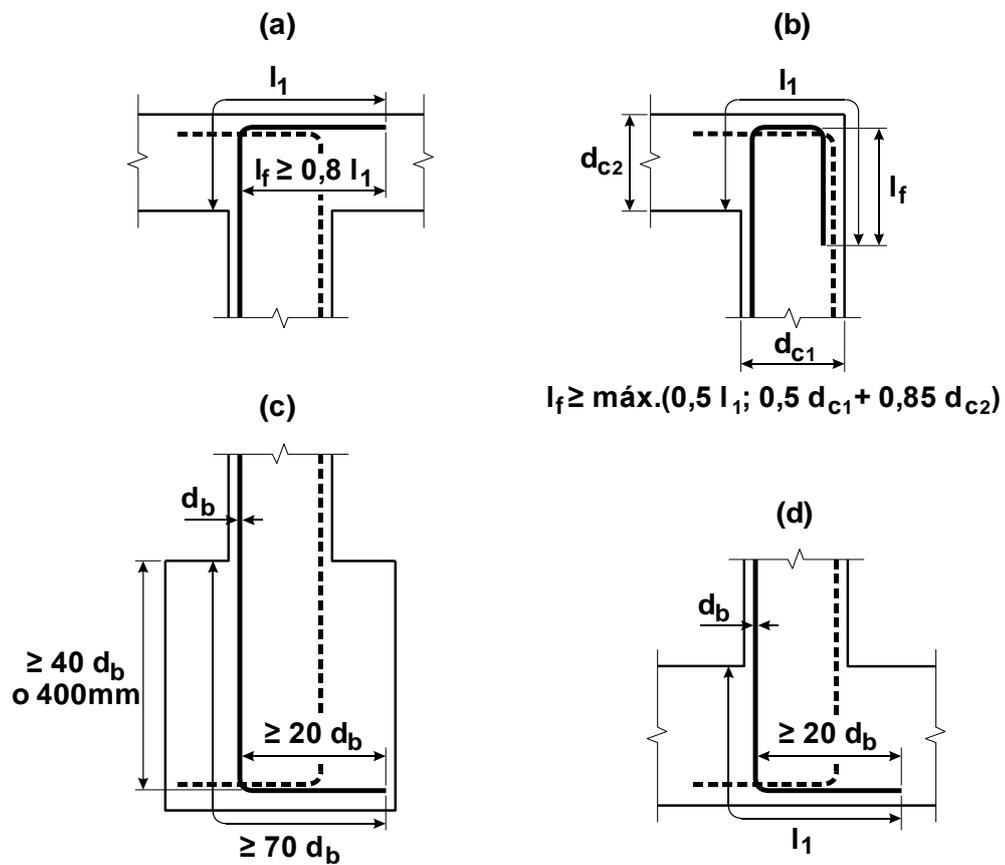


Figura 4.3. Anclaje de la armadura longitudinal de encadenados de hormigón armado.

4.7. EMPALMES DE ARMADURAS LONGITUDINALES

4.7.1. Longitudes requeridas de empalme por yuxtaposición

En los empalmes por yuxtaposición de barras longitudinales de encadenados se adoptará como longitud de empalme, la obtenida mediante la siguiente expresión:

$$l_e = f_e l_1 \quad [4 - 24]$$

siendo:

$f_e = 1,3$ si se empalma más del **50 %** del total de armadura longitudinal;

$f_e = 1,0$ si se empalma el **50 %** o menos del total de armadura longitudinal.

4.7.2. Ubicación de los empalmes

En los encadenados, los empalmes se realizarán preferentemente en el tercio central de su longitud, no se admite la realización de empalmes en las zonas críticas ni en la zona de nudos entre encadenados.

4.8. DISEÑO DE NUDOS DE ENCADENADO

En general, en la zona de nudos conformados por la intersección de vigas y columnas de encadenado se deberán disponer estribos correspondientes a zonas críticas de columnas de encadenado.

En caso de vigas y columnas de encadenado de igual dimensión transversal en sentido perpendicular al muro, en la zona de nudos se deberán disponer estribos correspondientes a zonas críticas de vigas y columnas de encadenado simultáneamente.

4.9. ANTEPECHOS Y DINTELES DE ABERTURAS

4.9.1. Antepechos de aberturas

Dentro de los **200 mm** por debajo del antepecho de las aberturas sin columnas de encadenado de borde (artículo 4.1.5.2.3.), se dispondrá una armadura mínima de antepecho según se indica en la Tabla 4.2. Se admite el uso de mallas electro soldadas. La misma se alojará en junta de mortero cementicio puro de resistencia elevada (sin cal).

La armadura se anclará reglamentariamente en las columnas de encadenado más cercanas. En las zonas sísmicas **1** y **2** podrá reemplazarse este anclaje prolongando la armadura **600 mm** a cada lado de la abertura.

Tabla 4.2. Armadura mínima de antepecho de aberturas

Zonas sísmicas	Aceros tipo ADN 420 y ADN 420 S	
	Armadura longitudinal	Estribos
1 y 2	2 barras $d_b = 6 \text{ mm}$	$d = 4,2 \text{ mm}$ $c / 250 \text{ mm}$
3 y 4	2 barras $d_b = 8 \text{ mm}$	$d = 4,2 \text{ mm}$ $c / 250 \text{ mm}$

4.9.2. Dinteles de aberturas

- (a) Los dinteles se dimensionarán como vigas portantes, considerando las cargas que sobre él actúan.
- (b) Las dimensiones de la sección transversal de los dinteles no podrán ser menores que las establecidas en el artículo 4.4.1. para vigas de encadenados.
- (c) La sección de armadura longitudinal mínima estará constituida por cuatro barras de diámetro $d_b = 8 \text{ mm}$.
- (d) La armadura transversal mínima se conformará con estribos de **6 mm** de diámetro separados no más de **200 mm**.
- (e) En las aberturas sin columnas de encadenado de borde (artículo 4.1.5.2.3.), la viga de dintel apoyará, como mínimo, **600 mm** a cada lado de la abertura. En las zonas sísmicas **3** y **4** se prolongarán, al menos, dos barras de la armadura longitudinal inferior hasta anclarlas en las columnas de encadenado más cercanas; las mismas se alojarán en junta de mortero cementicio puro de resistencia elevada (sin cal).

CAPÍTULO 5. MAMPOSTERÍA ENCADENADA ARMADA

5.0. SIMBOLOGÍA

d_b diámetro de la armadura longitudinal alojada en las juntas, en mm^2 .

d_{be} diámetro de la armadura transversal (estribos) alojada en las juntas, en mm^2 .

5.1. GENERALIDADES

Los muros de mampostería encadenada armada son muros encadenados simples a los cuales se adiciona armadura en las juntas horizontales. Se considera que dicha armadura no incrementa sustancialmente la resistencia de los muros, pero si contribuye a mantener su integridad y mejora las características inelásticas de los mismos, modificando el comportamiento en estado último de las construcciones y consecuentemente los factores de comportamiento de estas estructuras (Capítulo 5 del **Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013**).

Los muros de mampostería encadenada armada deberán cumplir todas las prescripciones y verificaciones que el Capítulo 4 de esta **Parte III** indica para muros de mampostería encadenada simple, con la correspondiente adición de armadura en las juntas horizontales según se especifica en el artículo 5.2.

5.2. ARMADURA HORIZONTAL EN MUROS ENCADENADOS ARMADOS

En los muros resistentes de mampostería encadenada armada, en las juntas horizontales, se dispondrán las armaduras mínimas que se indican en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Armadura mínima de muros de mampostería encadenada armada

Aceros tipo	Zonas sísmicas	Muros de ladrillos cerámicos macizos encadenados armados		Muros de bloques huecos portantes encadenados armados	
		Armadura Horizontal	Estribos	Armadura Horizontal	Estribos
ADN 420 y ADN 420 S	1 y 2	2 barras $d_b = 6\text{ mm}$ $c/700\text{ mm}$	$d_{be} = 4,2\text{ mm}$ $c/330\text{ mm}$	2 barras $d_b = 6\text{ mm}$ $c/600\text{ mm}$	$d_{be} = 4,2\text{ mm}$ $c/330\text{ mm}$
	3 y 4	2 barras $d_b = 6\text{ mm}$ $c/500\text{ mm}$	$d_{be} = 4,2\text{ mm}$ $c/330\text{ mm}$	2 barras $d_b = 6\text{ mm}$ $c/400\text{ mm}$	$d_{be} = 4,2\text{ mm}$ $c/330\text{ mm}$

Se admite el uso de mallas electro soldadas.

Las armaduras horizontales mínimas prescritas en la Tabla 5.1. deberán anclarse reglamentariamente en los encadenados verticales y deberán alojarse en juntas horizontales tomadas con mortero cementicio puro de resistencia elevada (sin cal).

Las armaduras mínimas establecidas en la Tabla 5.1. son válidas para espesores netos de muros (sin revoques) de hasta **270mm**. Para espesores mayores que **270mm**, las armaduras deberán incrementarse proporcionalmente al espesor neto del muro.

CAPÍTULO 6. MAMPOSTERÍA SIN ENCADENADOS VERTICALES

6.0. SIMBOLOGÍA

- M_d resistencia de diseño a flexión del muro, en Nmm .
- M_n resistencia nominal a flexión del muro, en Nmm .
- M_u momento flector requerido o último sobre el muro, en Nmm .
- f'_m resistencia especificada a la compresión de la mampostería, en MPa .
- ϕ factor de reducción de resistencia.

6.1. GENERALIDADES

Este tipo de mampostería prescinde de los encadenados verticales y sólo podrá utilizarse en muros interiores construidos de ladrillos cerámicos macizos, en las zonas sísmicas **1** y **2**, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en el Capítulo 2, referido a los materiales, y en el artículo 3.5., referido a altura máxima y número máximo de pisos, de esta **PARTE III** del Reglamento.

Deberán disponerse las columnas de encadenado correspondientes en los muros perimetrales, de acuerdo con los artículos 4.1.5. y 4.5.

Tanto en los muros interiores como en los exteriores deberán disponerse vigas de encadenado de acuerdo con los artículos 4.1.4. y 4.4.

6.2. VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL MURO SIN ENCADENADOS VERTICALES

6.2.1. Resistencia al corte del muro

Se realizará de acuerdo con el artículo 4.3.1.

6.2.2. Resistencia a flexocompresión

La resistencia de diseño a flexión de un muro M_d (considerando el efecto de la carga axial), deberá ser mayor o igual que el momento flector requerido o último M_u determinado según las combinaciones de estados de carga establecidas en el artículo 1.4.

$$M_d = \phi M_n \geq M_u \quad [6 - 1]$$

La resistencia nominal a flexión del muro M_n , para muros de mampostería sin encadenados verticales, se determinará según los lineamientos clásicos de la resistencia de materiales, suponiendo una distribución lineal de tensiones y considerando nula la resistencia a tracción de la mampostería en la dirección perpendicular al plano de asiento de los mampuestos. Se admitirá que la falla ocurre cuando en el borde más comprimido existe una tensión de compresión igual a la resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , determinada según se indica en el artículo 2.3.1.

6.2.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro

La verificación de resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro se realizará de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 8 de esta **Parte III**.

CAPÍTULO 7. MAMPOSTERÍA REFORZADA CON ARMADURA DISTRIBUIDA

7.0. SIMBOLOGÍA

- A_g área bruta de la sección horizontal del muro, determinada sin considerar revoques ni alas constituidas por muros transversales, en mm^2 .
- A_{hm} sección de armadura horizontal por metro de altura del muro, en mm^2/m .
- A_{vm} sección de armadura vertical por metro de longitud del muro, en mm^2/m .
- E_s módulo de elasticidad longitudinal del acero, en MPa .
- L longitud del muro considerado, en mm .
- M_d resistencia de diseño a flexión del muro, en Nmm .
- M_n resistencia nominal a flexión del muro, en Nmm .
- M_u momento flector requerido o último sobre el muro, en Nmm .
- V_d resistencia de diseño de corte del muro, en N .
- V_n resistencia nominal de corte del muro, en N .
- V_u esfuerzo de corte requerido o último sobre el muro, en N .
- f_y tensión de fluencia especificada de la armadura (corresponde al límite de fluencia nominal de la Norma **IRAM-IAS**), en MPa .
- f'_m resistencia especificada a la compresión de la mampostería, en MPa .
- f'_v resistencia especificada al corte de la mampostería, en MPa .
- h_n altura total máxima del muro, medida desde el borde superior de la fundación hasta el nivel extremo superior (techo), en mm .
- t espesor del muro, sin considerar revoques, en mm .
- ρ_{hm} cuantía de armadura horizontal mínima, en $1/m$.
- ρ_{vm} cuantía de armadura vertical mínima, en $1/m$.
- ϕ factor de reducción de resistencia.

7.1. DEFINICIÓN Y REQUISITOS DE ESTRUCTURACIÓN

La mampostería reforzada con armadura distribuida es aquella en la que se dispone armadura horizontal y vertical distribuida en todo el muro, colocada de manera tal que los mampuestos, mortero, hormigón y acero actúan en forma conjunta para resistir las solicitaciones. En esta clase de mampostería no es necesaria la colocación de columnas de encadenado, las vigas de encadenado deben cumplir lo establecido en los artículos 4.1.4.1.(a), 4.1.4.1.(b), 4.1.4.1.(c) y 4.1.4.2.

7.2. DISEÑO DEL MURO

7.2.1. Diseño a corte en el plano del muro

La resistencia de diseño de corte de un muro V_d deberá ser mayor o igual que el esfuerzo de corte requerido o último V_u determinado según las combinaciones de estados de carga establecidas en el artículo 1.4.

$$V_d = \phi V_n \geq V_u \quad [7 - 1]$$

La resistencia nominal de corte del muro se determinará con la siguiente expresión:

$$V_n = A_{hm} \frac{L}{1000} f_y \leq 3,0 f'_v A_g \quad [7 - 2]$$

La sección de armadura vertical por metro de longitud del muro A_{vm} , cumplirá con las siguientes condiciones:

$$A_{vm} \geq \left(1,45 - 0,45 \frac{h_n}{L} \right) A_{hm} \quad [7 - 3]$$

$$1/3 A_{hm} \leq A_{vm} \leq A_{hm} \quad [7 - 4]$$

7.2.2. Resistencia a flexocompresión en el plano del muro

La resistencia de diseño a flexión de un muro M_d (considerando el efecto de la carga axial), deberá ser mayor o igual que el momento flector requerido o último M_u determinado según las combinaciones de estados de carga establecidas en el artículo 1.4.

$$M_d = \phi M_n \geq M_u \quad [7 - 5]$$

La resistencia nominal a flexión del muro M_n , para muros reforzados con armadura distribuida, se debe fundamentar en las siguientes hipótesis y debe satisfacer las **condiciones de equilibrio** y de **compatibilidad de las deformaciones**.

- (a) Existe perfecta adherencia entre las barras de armadura, el hormigón o mortero que las rodea y la mampostería.
- (b) Las deformaciones específicas en la mampostería y en las armaduras se deben suponer directamente proporcionales a la distancia al eje neutro.

- (c) La deformación máxima de la mampostería en la fibra extrema más comprimida será de **0,0035** para mampostería con mampuestos macizos y **0,0025** para mampostería con bloques huecos cerámicos o de hormigón.
- (d) La tensión en la armadura se debe calcular como E_s veces la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada f_y . Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y , la tensión en el acero se debe considerar independiente de la deformación, e igual a f_y .
- (e) Se desprecia la resistencia a tracción de la mampostería en dirección perpendicular al plano de asiento de los mampuestos.
- (f) Se admite suponer una distribución rectangular equivalente de tensiones en la mampostería de valor igual a $0,80 f'_m$, distribuida uniformemente en una zona de compresión limitada por los bordes de la sección y por una línea recta paralela al eje neutro, ubicada a una distancia de $0,80 c$ a partir de la fibra más comprimida. La distancia c , entre la fibra más comprimida y el eje neutro, se debe medir en dirección perpendicular a dicho eje.

Alternativamente, la relación entre la tensión de compresión en la mampostería y la deformación de la mampostería se establecerá como resultado de ensayos.

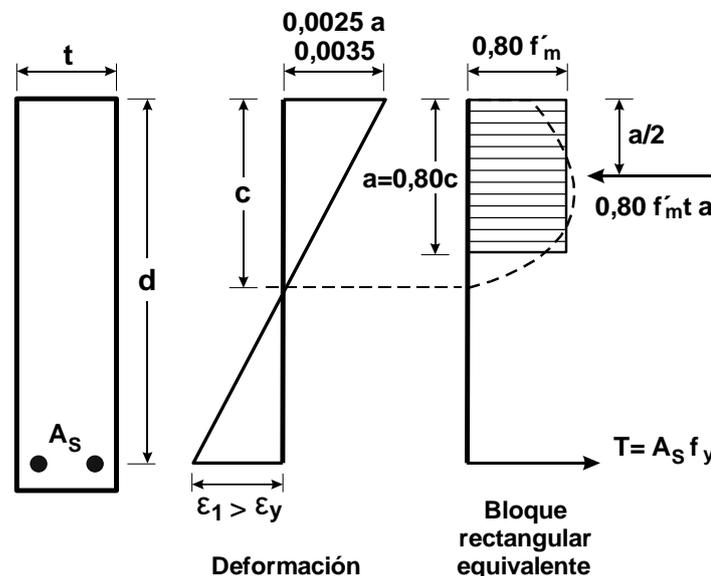


Figura 7.1. Bloque rectangular equivalente de tensiones.

7.2.3. Resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro

La verificación de resistencia para acciones perpendiculares al plano del muro se realizará de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 8 de esta **Parte III**.

7.3. PRESCRIPCIÓN SOBRE ARMADURAS

7.3.1. Prescripciones generales

- (a) Todo espacio que contenga una barra de armadura tendrá una dimensión transversal mínima de **50 mm** y una sección transversal mínima de **3000 mm²**.
- (b) La distancia libre mínima entre una barra y las paredes interiores del mampuesto no podrá ser menor que una vez y media el diámetro de la barra, ni que **15mm**.
- (c) Se dispondrán como mínimo, dos barras de **8mm** de diámetro en las zonas sísmicas **1** y **2**, ó dos barras de **10mm** de diámetro en las zonas sísmicas **3** y **4**, en agujeros verticales consecutivos ubicados en las siguientes posiciones:
- Bordes libres de muros
 - Intersección de muros
 - Cada **3m** de longitud de muro
- (d) La armadura horizontal deberá ser continua en toda la longitud del muro y reglamentariamente anclada en sus extremos.
- (e) Cuando el muro esté compuesto por dos hojas de mampuestos con un alma de hormigón, la armadura se podrá colocar en el espacio entre las capas, que deberá rellenarse con hormigón de gravilla. El espesor mínimo del alma de hormigón será mayor o igual al **30%** de la suma de los espesores de los mampuestos, pero no menos de **70mm**. Las capas de mampuestos deberán unirse por ganchos de diámetro mínimo **6mm**, con un espaciamiento máximo de **4** unidades por metro cuadrado.
- (f) Cuando un muro se componga de un alma de mampuestos enchapados con hormigón por una o ambas caras, el espesor mínimo de cada capa de hormigón será de **30mm**, el hormigón puede ser proyectado, las armaduras de borde deberán conformar una columna que abarque el espesor del muro, según lo especificado en el artículo 4.5.1. Las capas de hormigón deberán unirse por ganchos de diámetro mínimo **6mm**, con un espaciamiento máximo de **4** unidades por metro cuadrado.
- (g) La distancia máxima entre las barras que conforman la armadura horizontal o vertical no deberá exceder **6** veces el espesor del muro o **1200mm**. En los casos particulares (e) y (f) la separación máxima será de **300mm**.

7.3.2. Armaduras mínimas

(a) Armadura horizontal:

La cuantía de armadura horizontal mínima ρ_{hm} se determinará según la siguiente expresión:

$$\rho_{hm} = \frac{A_{hm}}{1000 t} \geq 0,0013 \quad [7 - 6]$$

(b) Armadura vertical:

La cuantía de armadura vertical mínima ρ_{vm} se determinará según la siguiente expresión:

$$\rho_{vm} = \frac{A_{vm}}{1000 t} \geq 0,0007 \quad [7 - 7]$$

7.3.3. Anclajes de armaduras

El anclaje de las armaduras se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en el artículo 4.6. esta **Parte III**.

7.3.4. Empalme de armaduras

El empalme de las armaduras verticales dentro de los huecos de los bloques tendrá una longitud mínima de **40** veces el menor diámetro de las barras a empalmar.

El empalme de las armaduras horizontales dentro de las juntas de mortero tendrá una longitud mínima de **40** veces el menor diámetro de las barras a empalmar.

CAPÍTULO 8. ACCIONES PERPENDICULARES AL PLANO DEL MURO

8.0. SIMBOLOGÍA

- C_{pk} coeficiente sísmico de diseño para la parte, determinado según el artículo 10.2. del Reglamento INPRES-CIRSOC 103 – Parte I “CONSTRUCCIONES EN GENERAL” – 2013.
- H_o distancia entre ejes de vigas de encadenado superior e inferior del panel considerado, en mm .
- f'_m resistencia especificada a la compresión de la mampostería, en MPa .
- m_d resistencia de diseño a flexión del panel, en Nm/m .
- m_n resistencia nominal a flexión del panel, en Nm/m .
- m_u esfuerzo de flexión requerido o último sobre el panel, en Nm/m .
- q peso propio del muro y de los objetos fijados a él, por unidad de superficie del muro, en N/mm^2 .
- q_s carga sísmica por unidad de superficie del muro, aplicada perpendicularmente a su plano, en N/mm^2 .
- t espesor del muro, sin considerar revoques, en mm .
- ϕ factor de reducción de resistencia.

8.1. GENERALIDADES

Estas disposiciones alcanzan a muros resistentes o no resistentes, sean estos de mampostería o de otros materiales.

Los muros deben ser resistentes a las acciones sísmicas horizontales perpendiculares al plano del muro que provienen de su peso propio y de los objetos fijados rígidamente a ellos, para ello:

- (a) Deberá garantizarse la **estabilidad lateral** de los muros de mampostería disponiendo componentes estructurales específicos o bien vinculándolos a otros componentes, elementos o sistemas estructurales, los cuales deberán ser diseñados contemplando las acciones que le transmiten los muros.
- (b) Deberá verificarse que la **resistencia** para soportar acciones fuera de su plano sea mayor que las fuerzas solicitantes, conforme lo establecido en este capítulo.

- (c) En los muros ubicados en el perímetro de la construcción, deberán adoptarse los mecanismos necesarios para impedir el vaciamiento de los mismos hacia el exterior de la construcción durante la ocurrencia de movimientos sísmicos.

8.2. ACCIONES

Las acciones perpendiculares al plano del muro generadas por la excitación sísmica, se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$q_s = C_{pk} q \quad [8 - 1]$$

8.3. ESTABILIDAD LATERAL

Deberá asegurarse la estabilidad lateral de los paneles y muros mediante la disposición de componentes, elementos o sistemas estructurales que sean capaces de resistir las acciones sísmicas horizontales que les transmiten los paneles o muros. Se deberá asegurar que todos los componentes que participan en la transferencia de acciones tengan la resistencia y rigidez necesaria.

Se exige de la verificación a la estabilidad lateral en las situaciones siguientes:

- (a) Cuando el panel o muro de mampostería encadenada simple, armada o con armadura distribuida, ubicado hasta en un segundo nivel, esté apoyado en dos bordes paralelos o casi paralelos (menor a 20°) o que esté apoyado en tres o cuatro bordes. Los bordes deberán apoyarse en elementos o componentes estructurales capaces de transmitir las acciones que le impone el muro o panel.
- (b) Cuando el panel de mampostería encadenada simple, armada o con armadura distribuida, apoyado en el suelo cumpla la relación:

$$H_o/t \leq 15 \quad [8 - 2]$$

8.4. RESISTENCIA A FLEXIÓN DE PANELES

Las acciones sísmicas definidas en el artículo 8.2. provocan esfuerzos de flexión en el interior de los paneles de conformidad con las condiciones de vinculación de sus bordes. Para el análisis de las acciones perpendiculares al plano del panel se lo considerará como placa apoyada por sus bordes.

La resistencia de diseño a flexión del panel m_d deberá ser mayor o igual que el esfuerzo de flexión requerido o último m_u proveniente de las acciones perpendiculares al plano del muro.

$$m_d = \phi m_n \geq m_u \quad [8 - 3]$$

La resistencia nominal a flexión del panel, en el caso de mampostería encadenada, se determinará con la siguiente expresión:

$$m_n = 3/32 f'_m t^2 \quad [8 - 4]$$

El esfuerzo de flexión requerido o último m_u originado por las acciones perpendiculares al plano del muro se determinarán mediante procedimientos fundamentados en la teoría de líneas de rotura, en la teoría elástica o en otros procedimientos debidamente justificados. Deberán tenerse en cuenta las condiciones de anisotropía de la mampostería analizada.

Cuando un panel de mampostería encadenada se encuentre a nivel del suelo, cumpla con las dimensiones máximas dadas en el artículo 4.1.2. y cuente con encadenados reglamentarios en todo el perímetro, queda eximido de la verificación a flexión provocada por las acciones perpendiculares al plano del panel.

Quedan también eximidos de esta verificación los muros de mampostería reforzada con armadura distribuida que cumplan con los requisitos establecidos en el Capítulo 7.

CAPÍTULO 9. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y UTILIZACIÓN DE OTROS MATERIALES

9.1. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS REFERIDOS A LOS COMPONENTES

9.1.1. Mampuestos

Los mampuestos a utilizar deberán estar limpios, íntegros y sin rajaduras.

Los mampuestos cerámicos deberán asentarse en estado de saturación y sin agua libre superficial. Los mampuestos de hormigón deberán asentarse en estado seco, su edad mínima será de **28 días**, salvo métodos especiales de curado que garanticen la resistencia requerida.

9.1.2. Morteros

La cantidad de agua utilizada para elaborar los distintos tipos de morteros deberá ser la mínima necesaria que permita obtener adecuadas condiciones de consistencia y trabajabilidad. El agua utilizada para la elaboración de los morteros deberá estar limpia y exenta de impurezas disueltas o en suspensión.

Se utilizará, como agregado inerte, arena natural exenta de materias orgánicas.

El tiempo de mezclado será, como mínimo, de **3** minutos.

El mortero deberá utilizarse antes de transcurridas dos horas y media contadas a partir del momento de su elaboración. Para morteros con cal, si se comprueba que ha comenzado el proceso de endurecimiento, podrá re-mezclarse agregándole agua hasta que adquiera su consistencia inicial.

9.1.3. Especificación de los materiales

En los planos estructurales y memorias de cálculo se deberá especificar el tipo de mampuesto, mortero, encadenados y resistencia de la mampostería y otros materiales que participan del proyecto.

9.2. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS REFERIDOS A LA EJECUCIÓN

9.2.1. Juntas

Tanto las juntas horizontales como verticales dispuestas entre los mampuestos, deberán quedar completamente llenas de mortero. En bloques huecos cerámicos, el mortero en las juntas horizontales deberá colocarse al menos en dos franjas de **35mm** de ancho, en toda la

longitud del mampuesto. En bloques huecos de hormigón, las franjas deberán poseer un ancho de al menos **25mm**.

El espesor de las juntas deberá ser el mínimo necesario para obtener uniformidad en la capa de mortero y una correcta disposición de los mampuestos. Las juntas sin armaduras tendrán un espesor máximo de **20mm**. Las juntas armadas tendrán un espesor máximo igual al diámetro de la armadura que alojan más **20mm**.

9.2.2. Disposición de los mampuestos

Los mampuestos se dispondrán formando juntas horizontales continuas y juntas verticales discontinuas, de modo que la longitud de traba sea no menor que **1/4** de la longitud del mampuesto utilizado.

En muros resistentes ejecutados con ladrillos cerámicos macizos no se admitirá, en ningún caso, la disposición de dichos mampuestos en posición de panderete o de canto.

9.2.3. Colocación del hormigón

Para lograr una trabazón adecuada entre los muros de mampostería y las columnas de hormigón armado, se ejecutará primero la mampostería, interrumpiéndola en forma dentada, y luego se colocará el hormigón de dichas columnas. Se admiten soluciones alternativas que sean igualmente eficaces para transferir los esfuerzos entre el hormigón y la mampostería.

Si se utiliza mampostería reforzada con armadura distribuida, la colocación del hormigón se efectuará según tramos no mayores de **800 mm** de altura simultáneamente con la ejecución del muro.

Además, el hormigón deberá vibrarse mecánica o manualmente a fin de asegurar el llenado completo de los espacios.

9.2.4. Disposición de las armaduras

Las armaduras integrantes de la mampostería reforzada con armadura distribuida deberán mantenerse en posición correcta durante la colocación del hormigón.

9.2.5. Estabilidad de los muros durante su construcción

Deberán adoptarse las precauciones necesarias para asegurar la estabilidad de los muros durante el proceso constructivo, especialmente ante las acciones perpendiculares a su plano ejercidas por el viento, los sismos, etc.

9.2.6. Curado de los morteros

Deberá efectuarse un eficiente curado de los morteros. La duración del proceso de curado dependerá de las condiciones climáticas, pero en general, deberá ser tal que el mortero alcance el **70%** de su resistencia final. Para condiciones climáticas normales, el tiempo mínimo de curado será de **7 días**.

9.2.7. Verticalidad de los muros

Los muros no deberán presentar desviaciones con respecto a la vertical que sean mayores que el **0,2%** de su altura, ni que **15 mm**.

9.2.8. Canalizaciones

No se admitirá la ejecución de canalizaciones destinadas a contener las instalaciones complementarias en los muros sismorresistentes que se construyan utilizando bloques huecos cerámicos o de hormigón. En los muros de mampuestos macizos las canalizaciones deberán rellenarse con mortero de resistencia elevada. La profundidad máxima de las canalizaciones será el **25%** del espesor del muro, se admiten canalizaciones mayores si se toma en cuenta su efecto en la resistencia.

9.3. UTILIZACIÓN DE OTROS MATERIALES

Podrán ejecutarse muros con materiales distintos a los especificados en el Capítulo 2 de esta **Parte III** del reglamento, entre ellos:

- (a) Mampuestos
- (b) Morteros
- (c) Materiales que reemplacen al conjunto Mampuestos-Mortero
- (d) Encadenados

En cada caso deberán realizarse ensayos y/o estudios que demuestren que los nuevos materiales cumplen como mínimo los requisitos establecidos para los materiales o componentes especificados en esta **Parte III**.



**INSTITUTO NACIONAL DE
PREVENCIÓN SÍSMICA**

INTI

**INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**



CIRSOC

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS
REGLAMENTOS NACIONALES DE
SEGURIDAD PARA LAS OBRAS CIVILES**