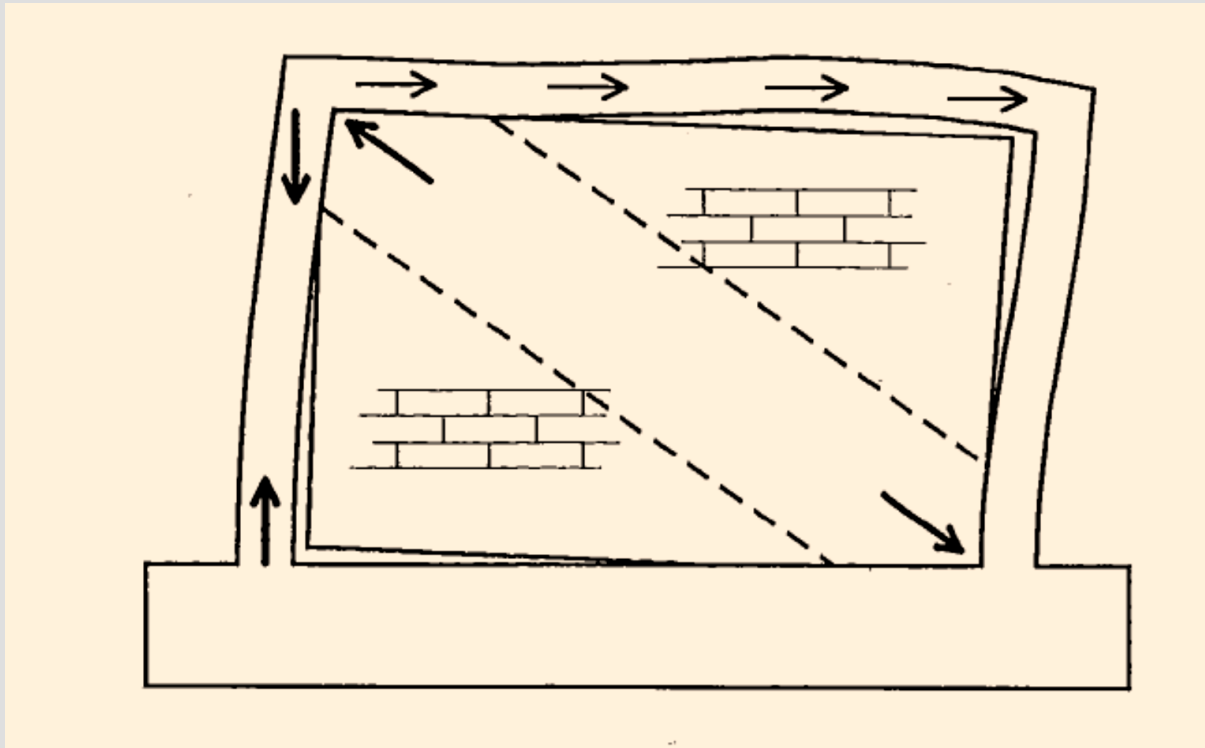


MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL



HORMIGÓN II - FI – UNCuyo

Ing. Carlos Frau. Prof. Titular.

Ing. Gonzalo Torrasi. JTP

**FUNDAMENTOS Y
COMPORTAMIENTO
RESISTENTE**

INTRODUCCION

- Material mixto constituido por mortero, mampuestos y hormigón armado para los encadenados.
- Muy utilizadas como estructuras resistentes a cargas verticales y laterales en construcciones de baja altura.
- En edificios se utiliza como cierres.

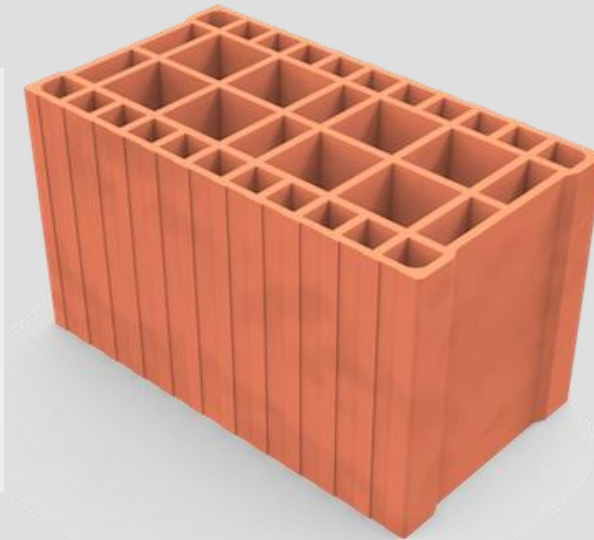
COMPONENTES DE LA MAMPOSTERÍA

- MAMPUESTOS
- MORTERO
- ENCADENADOS O REFUERZO



MAMPUESTOS

- LADRILLOS CERÁMICOS MACIZOS (LCM)
- BLOQUES HUECOS PORTANTES CERÁMICOS (BHPC)
- BLOQUES HUECOS PORTANTES de HORMIGÓN (BHPH)



Resistencia a compresión de los mampuestos
 $f'_u \geq 5 \text{ MPa}$ (Sección Bruta)

MORTEROS

Cemento-Cal-Arena

Curva de resistencia similar hormigón
Resistencia a 28 días. 3 probetas 70mm

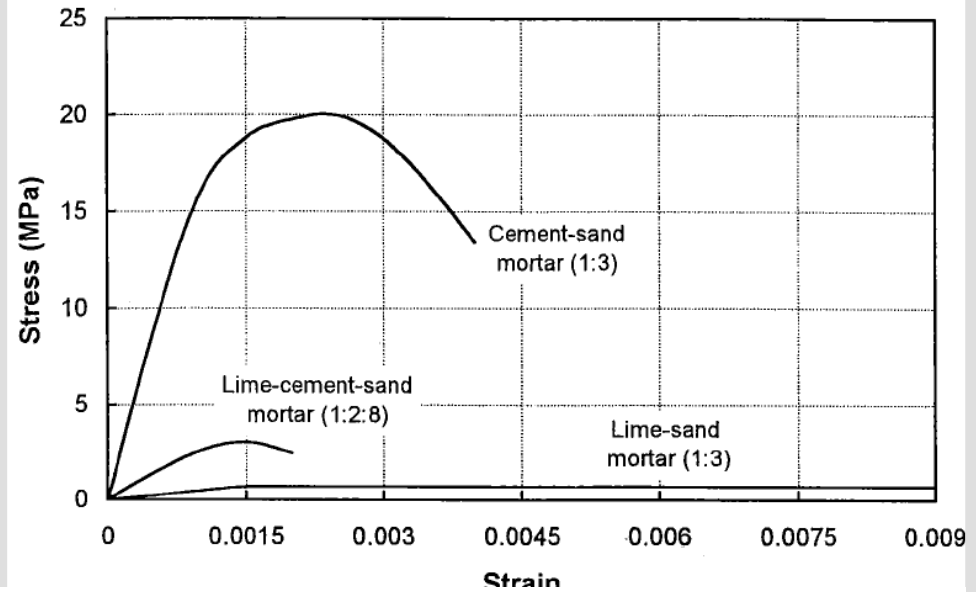


Tabla 2.1-a. Tipificación y proporciones de morteros cementicios

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>

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>



TIPOS DE MAMPOSTERÍA

CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS

- MUROS PORTANTES O RESISTENTES
- MUROS NO PORTANTES

CLASES DE MAMPOSTERÍA

a) MAMPOSTERÍA ENCADENADA

- Simple
- Armada
- Sin encadenados verticales

b) MAMPOSTERÍA REFORZADA CON ARMADURA DISTRIBUIDA

TIPOS DE MUROS

- **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).

REQUISITOS DE LOS MUROS

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		

ESPESOR MÍNIMO

t= 180 mm (120 mm)

LONGITUD MÍNIMA

$L \geq h/2.2$ (mín 1.50m)

PROPIEDADES DE LA MAMPOSTERÍA

Referidas al área bruta A_g

- Resistencia especificada a compresión f'_m
- Resistencia especificada a corte f'_v
- Módulo de elasticidad longitudinal E_m
- Módulo de elasticidad transversal G_m



RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN

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

RESISTENCIA ESPECIFICADA A CORTE

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

DEFORMABILIDAD

MODULO DE ELASTICIDAD. Valor representativo del muro

En función de la resistencia especificada a compresión de la misma f'_m .

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*

ACCIONES ESTÁTICAS. CIRSOC 501

$$E_m = 850 f'_m$$

$$G_m = 0,3 E_m$$

ACCIONES DINÁMICAS. I-C 103-III

$$E_m = 1200 f'_m$$

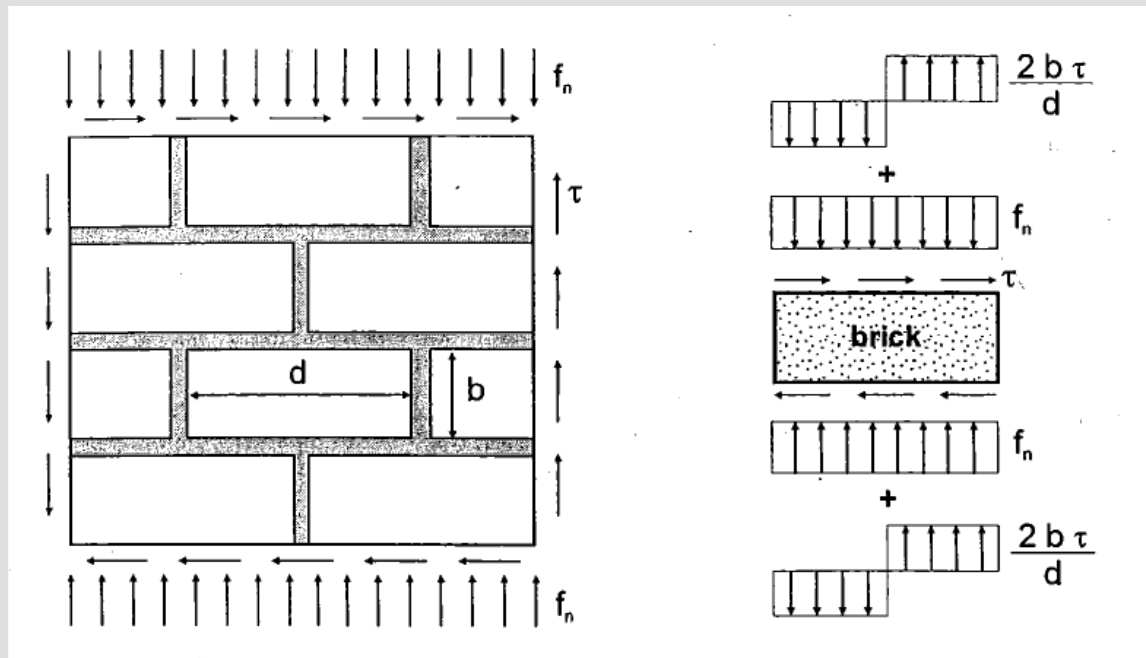
$$G_m = 0,20 E_m \quad (\text{para muros de ladrillos macizos})$$

$$G_m = 0,10 E_m \quad (\text{para muros de bloques huecos})$$

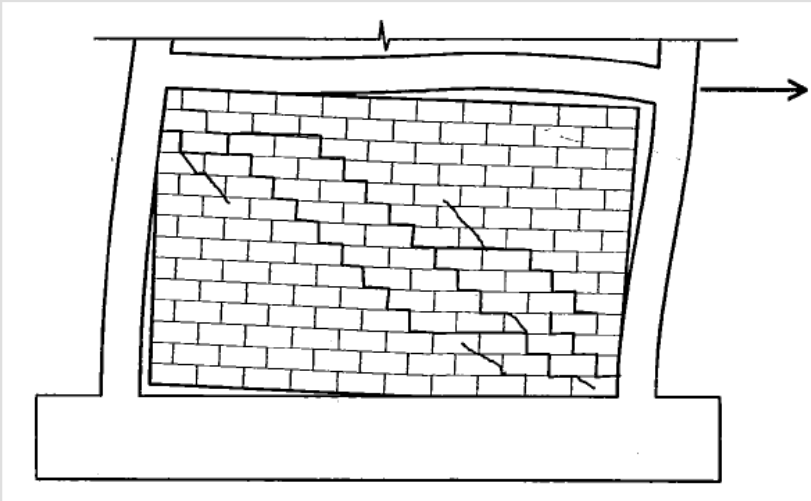
$$\text{Paulay –Priestley} \quad E_m = 750 f'_m$$

RESISTENCIA de la MAMPOSTERÍA

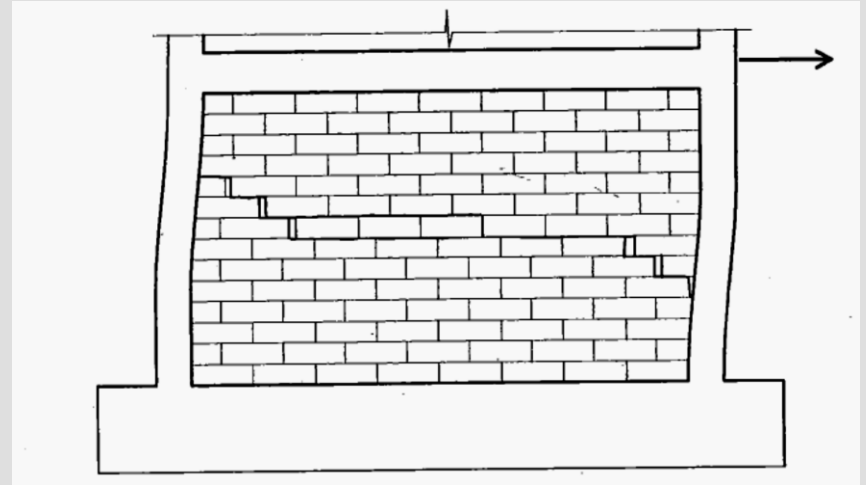
- Mann y Müller los primeros en proponer la teoría de falla.
- Hipotesis 1: Las tensiones de tracción son despreciables frente a las tensiones de compresión.
- Hipotesis 2: Las juntas verticales no contribuyen a la resistencia a corte de la mampostería.
- Hipotesis 3: El estado tensional es complejo y se determinan valores promedios en ciertas zonas de la mampostería.



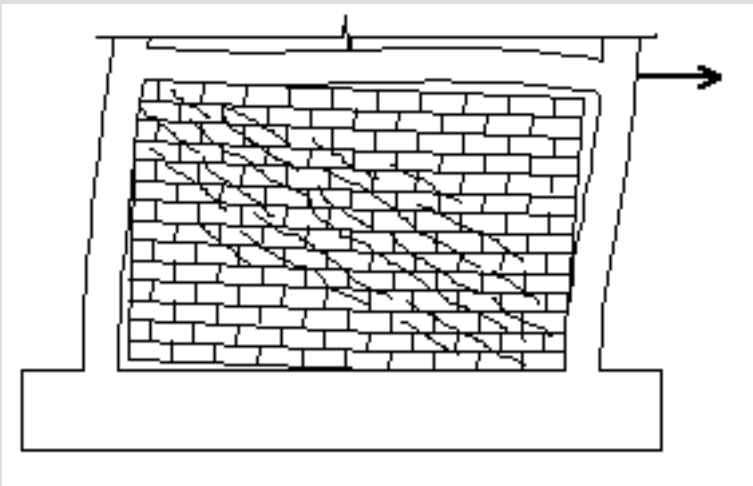
TIPOS DE FALLA DE CORTE – MANN & MULLER



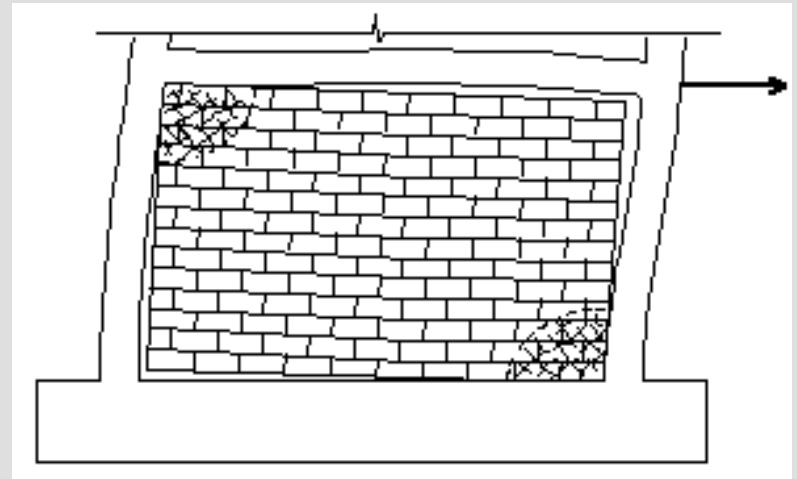
Falla por deslizamiento



Falla por deslizamiento



Falla por tracción diagonal

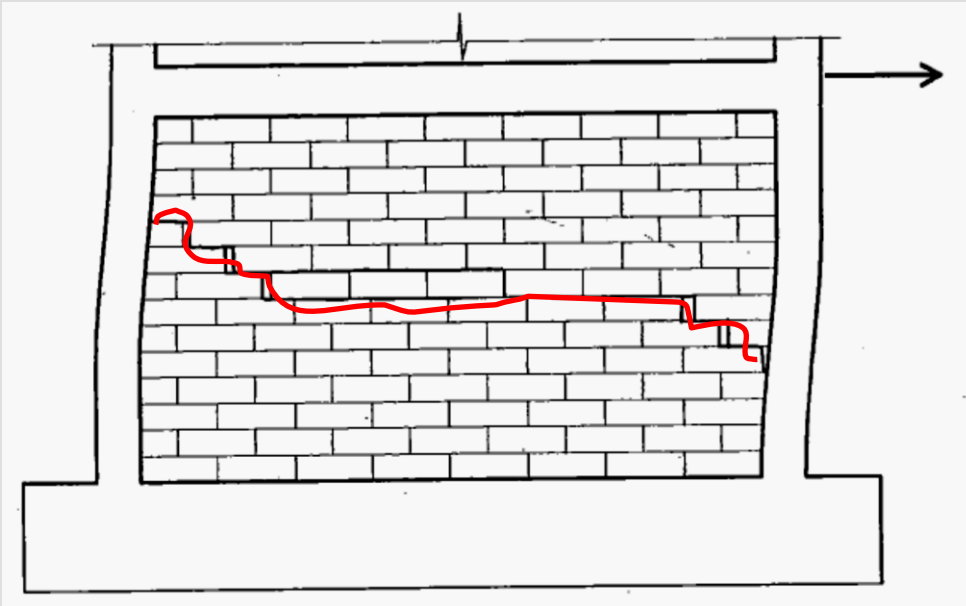


Falla por compresión

1. FALLA POR DESLIZAMIENTO

Se produce a lo largo de las juntas de mortero.

Criterio de resistencia de Mohr-Coulomb.



$$\tau_m = \tau_o + \mu \cdot f_n$$

τ_m = Resistencia a corte de las juntas de mortero.

τ_o = Resistencia inicial (similar a cohesión)

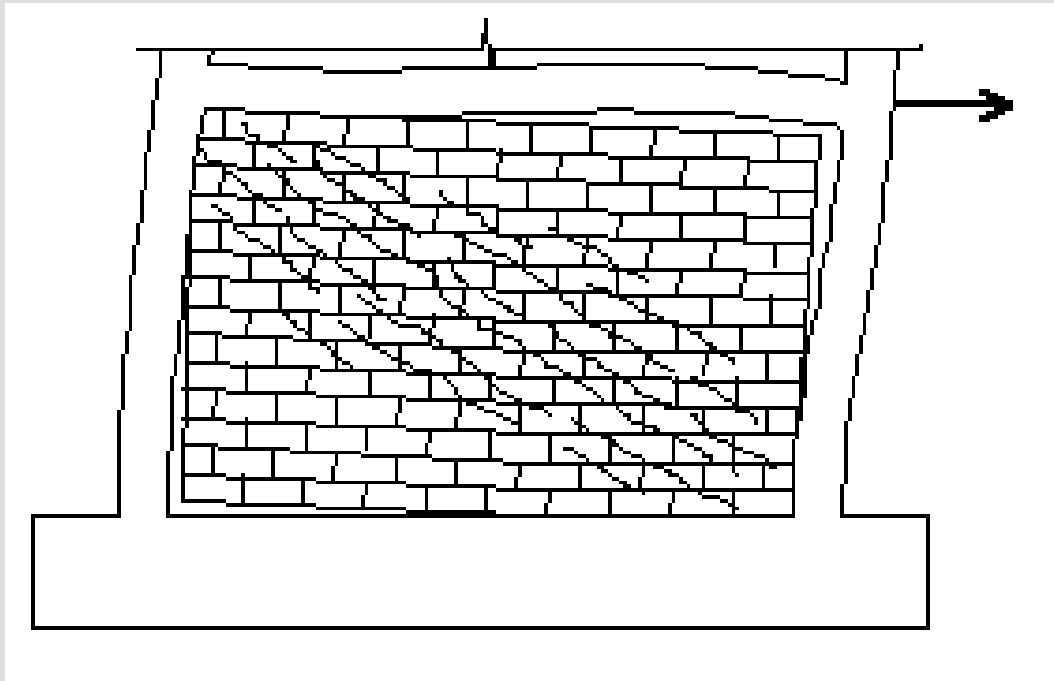
μ = coeficiente de fricción (0.65 – 0.85)

f_n = Tensión normal

2. FALLA POR TRANCCIÓN DIAGONAL

Las grietas cruzan las juntas de mortero como los mampuestos.

Se asume que la tensión principal de tracción es igual a la resistencia a tracción del mampuesto f_{tb} .



$$\tau_m = \frac{f'_{tb}}{2} \sqrt{1 + \frac{f_n}{f'_{tb}}}$$

$$\tau_m = \frac{f'_{tb}}{2} \left(1 + 0.27 \frac{f_n}{f'_{tb}} \right)$$

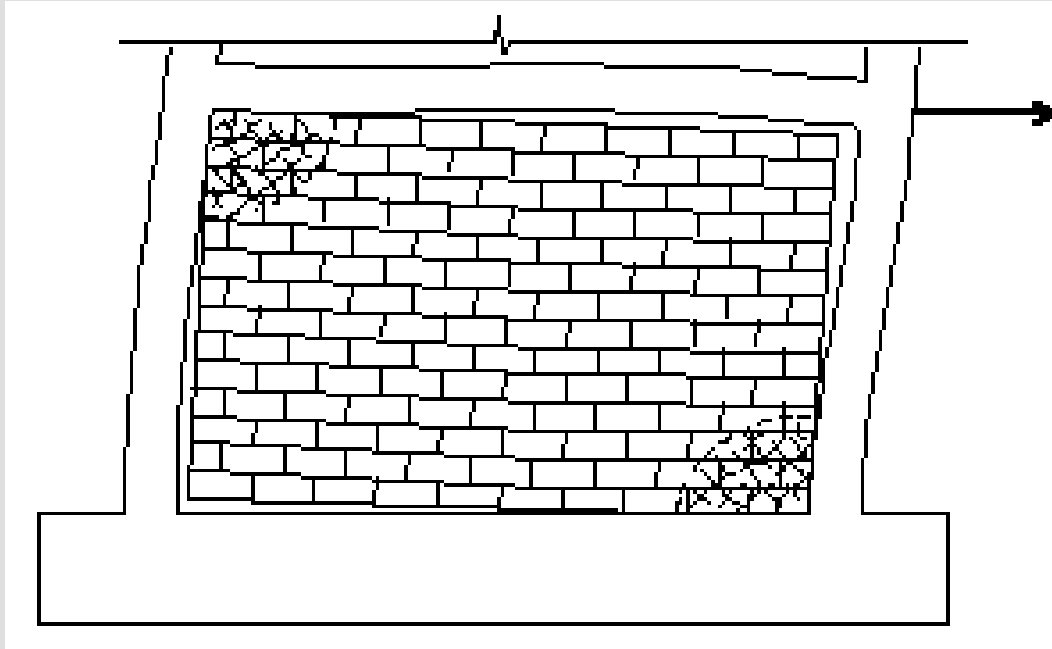
τ_m = Resistencia a corte de las juntas de mortero.

f_n = Tensión normal

f_{tb} = Resistencia a tracción del mampuesto

3. FALLA POR COMPRESIÓN

La rotura se produce cuando la tensión de compresión máxima alcanza la resistencia compresión de la mampostería.



$$\tau_m = (f'_m - f_n) \frac{d}{1.5b}$$

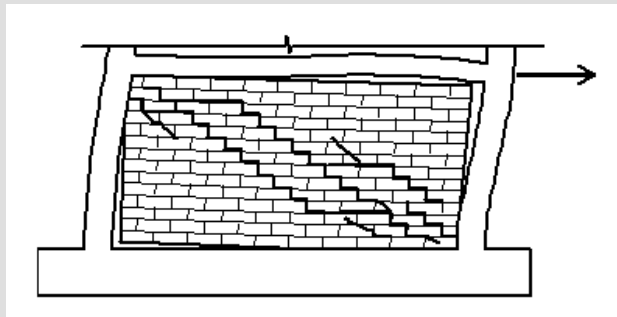
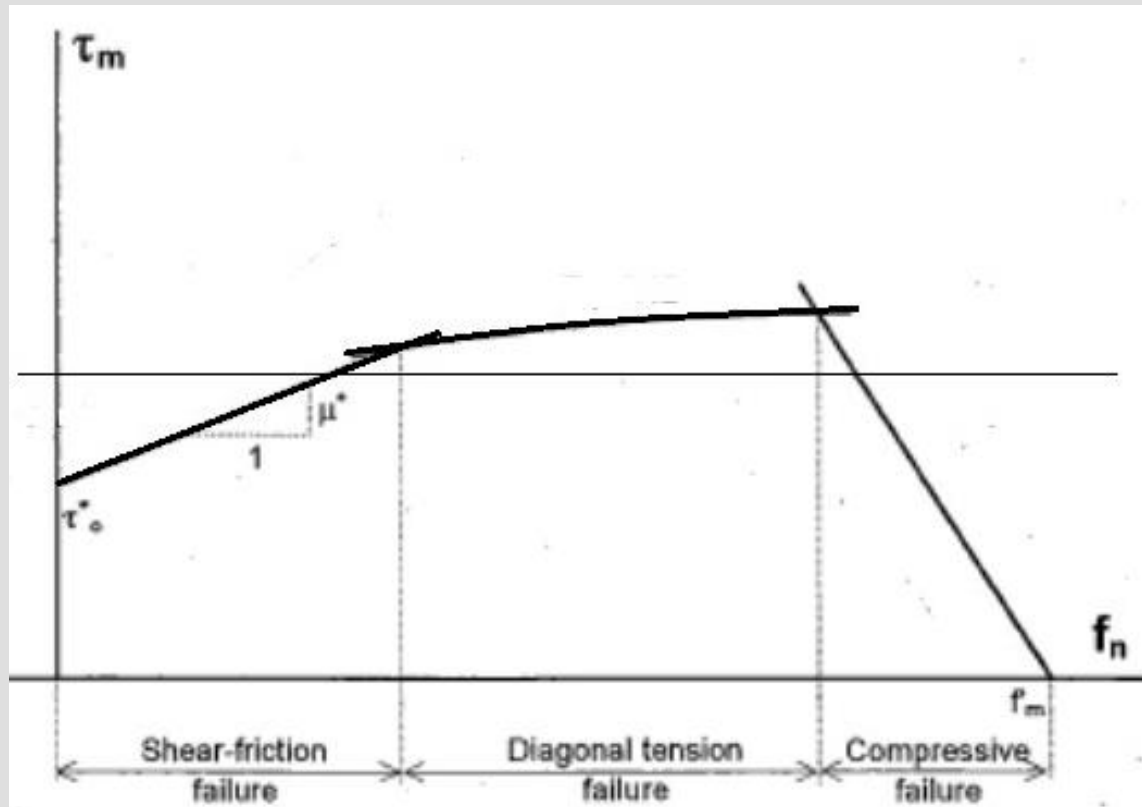
d=Largo del mampuesto

b=alto del mampuesto.

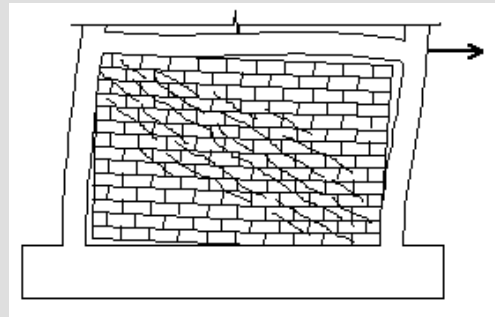
f'm= resistencia a compresión de la mampostería

fn=Tensión normal

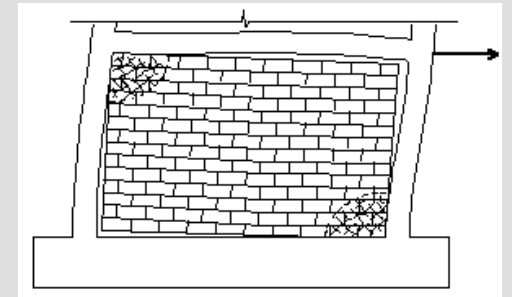
Envolvente de falla



Falla por deslizamiento



Falla por tracción diagonal

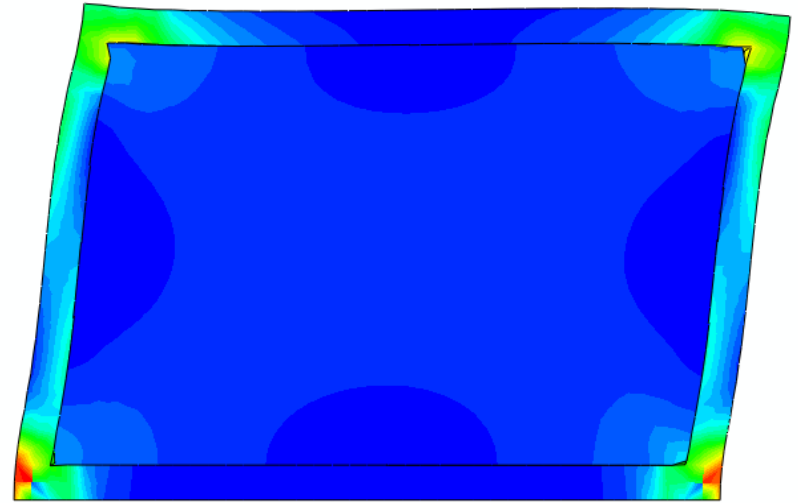
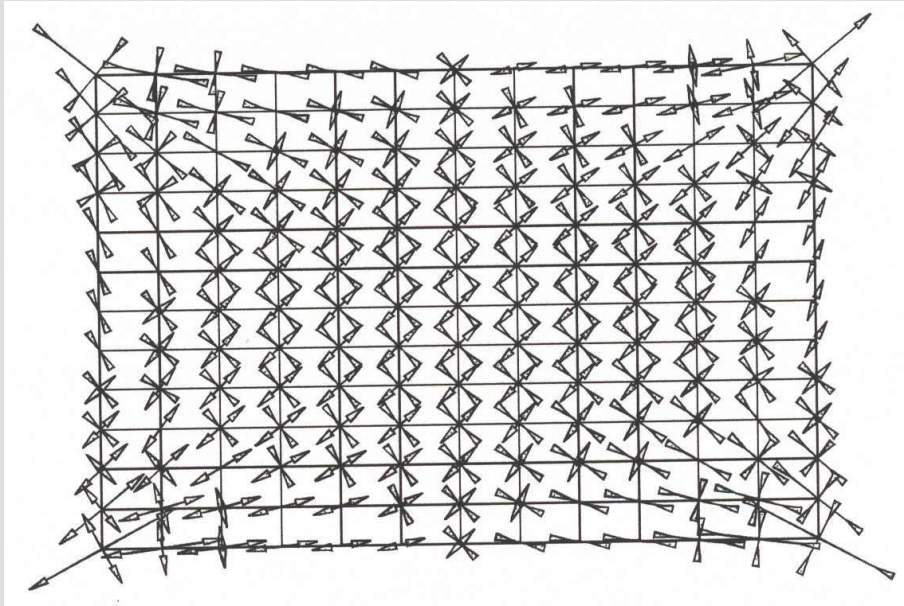


Falla por compresión

Mampostería Encadenada

Comportamiento Elástico

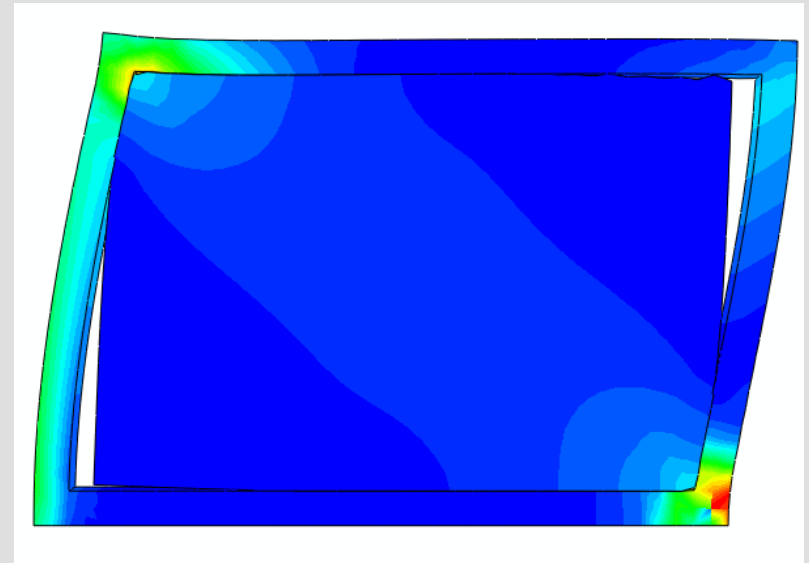
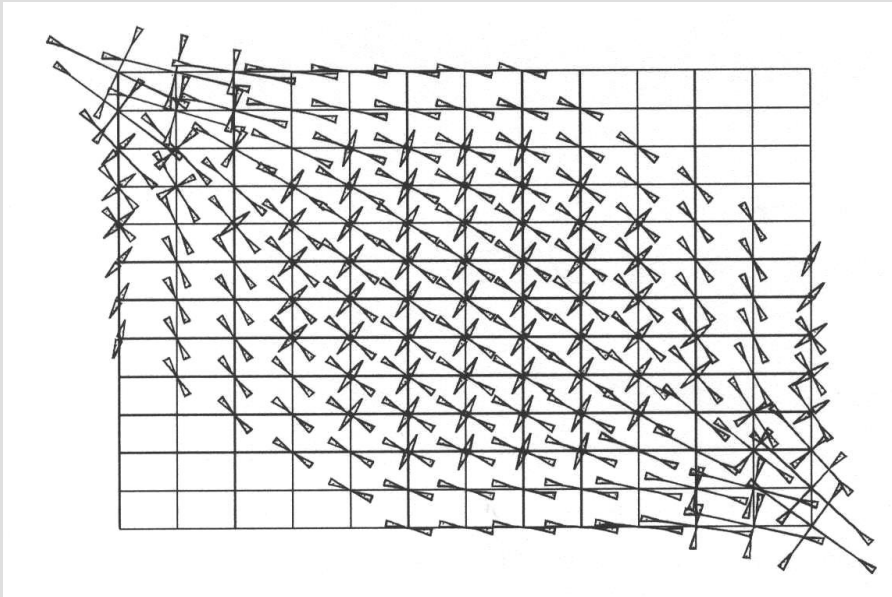
En estado elástico la mampostería presenta una distribución de tensiones de tracción y compresión bastante uniforme. Su resistencia es muy baja.



Mampostería Encadenada

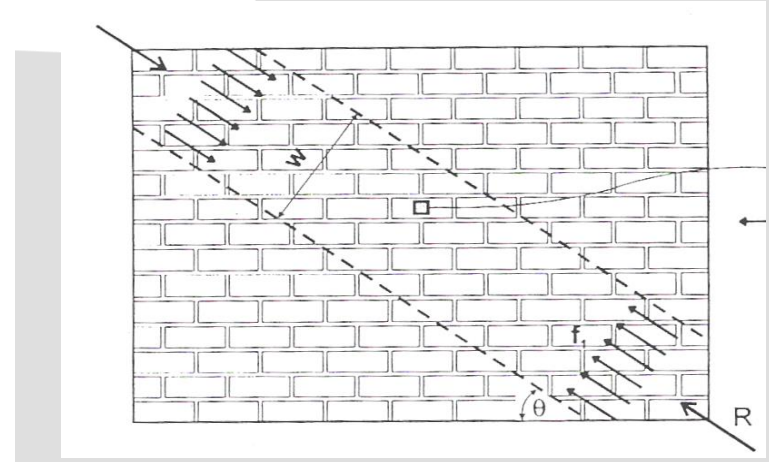
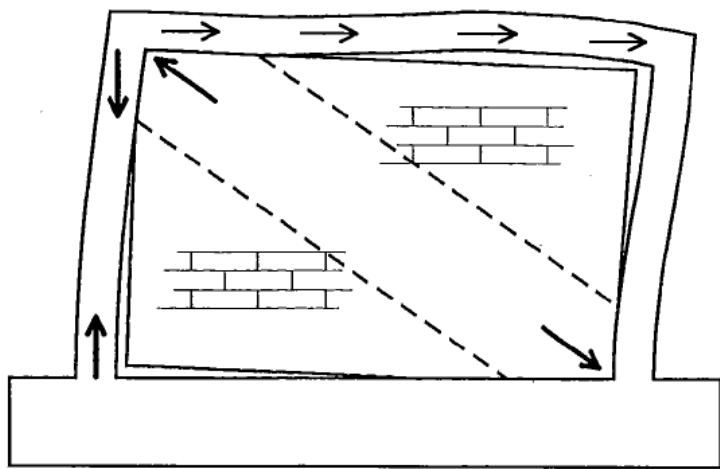
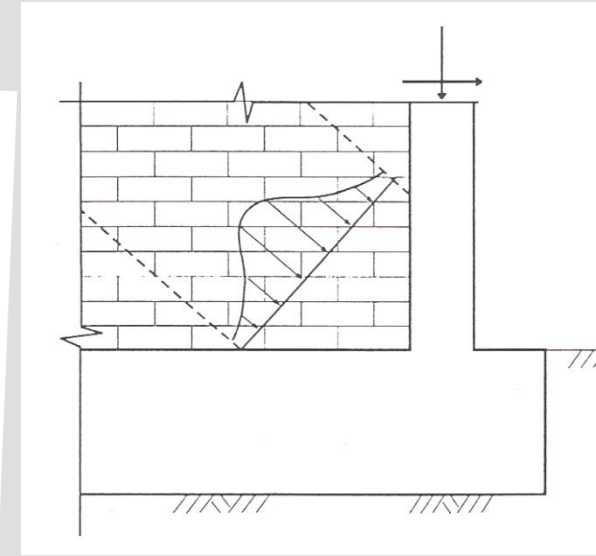
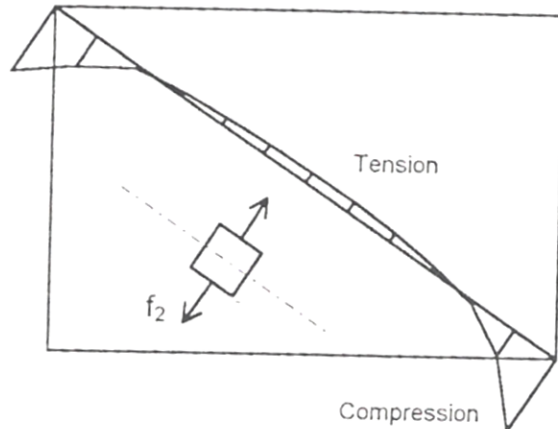
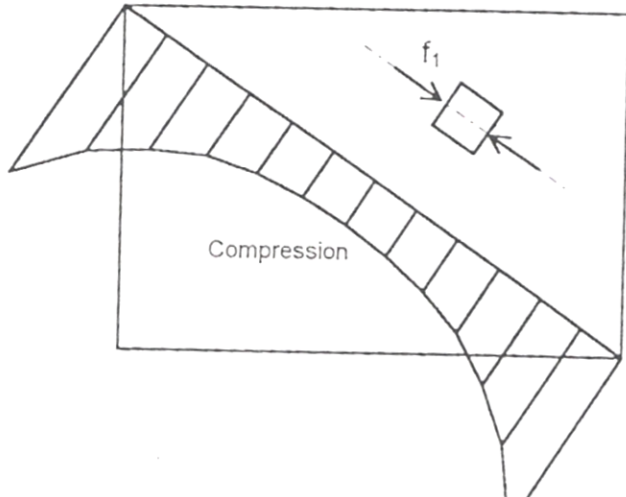
Comportamiento Fisurado

Si aumenta la carga, se produce la fisuración y el despegue del panel respecto de los encadenados verticales. Se manifiesta el modelo de bielas



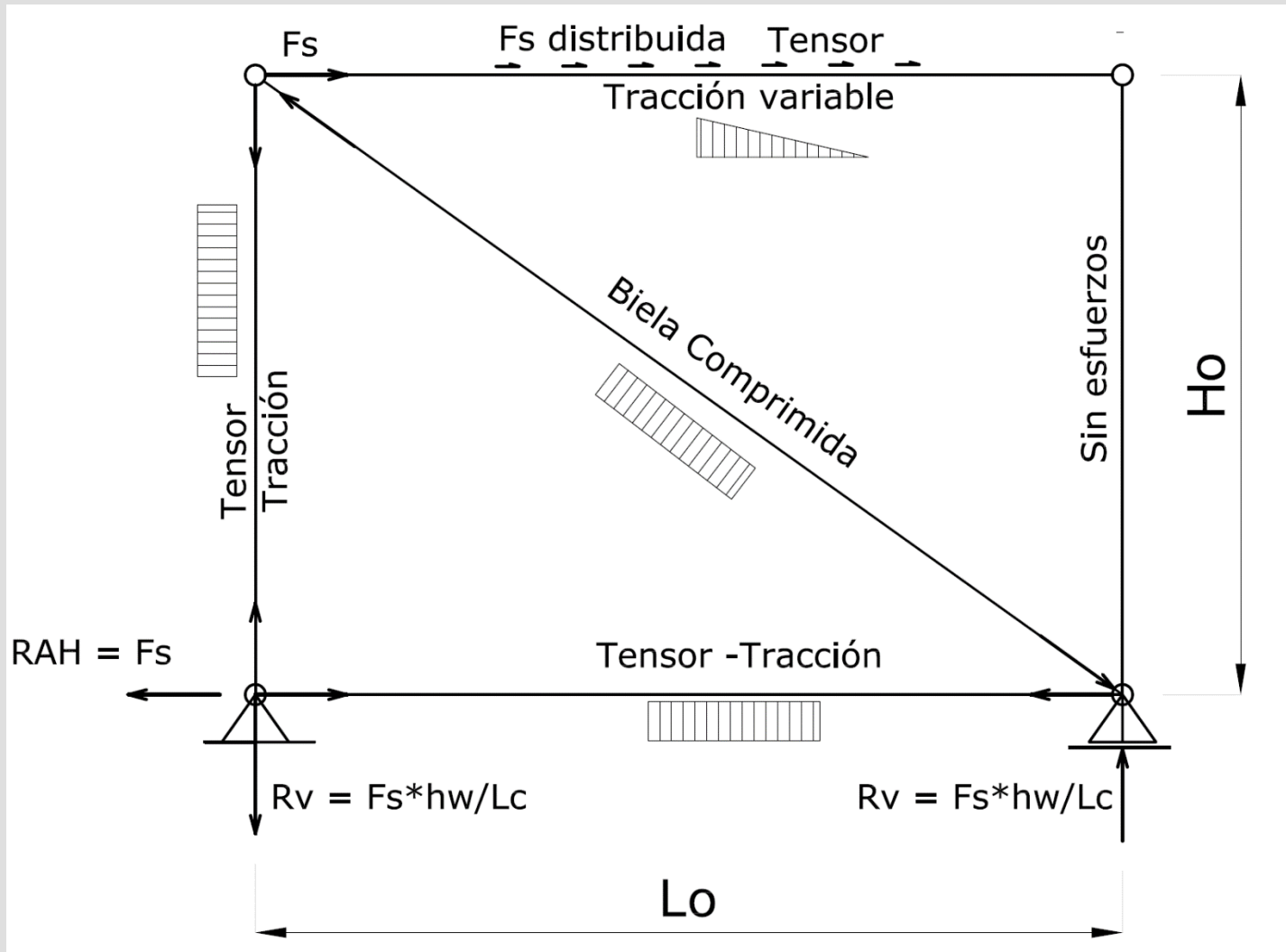
MODELO DE BIELAS

Debido a cierta resistencia a tracción de los mampuestos y a la influencia de los encadenados las tensiones de compresión en la diagonal comprimida no son constantes en a lo largo de la misma



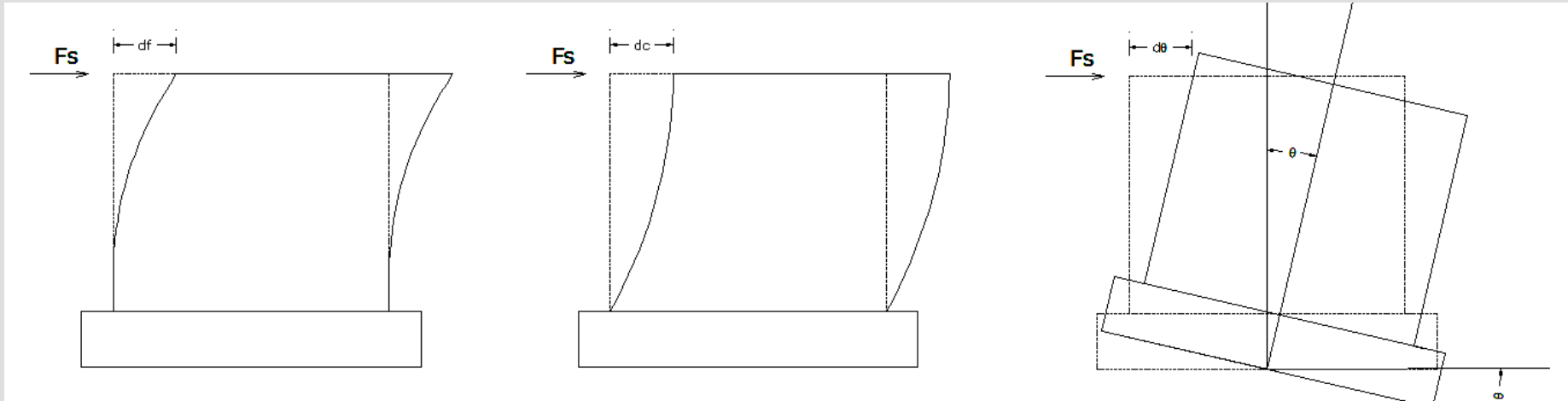
ESFUERZOS SEGÚN EL MODELO DE BIELAS

El modelo de bielas permite encontrar en forma sencilla los esfuerzos en los encadenados.



RIGIDEZ DE LOS MUROS

La rigidez lateral de los muros de mampostería puede evaluarse a través de las ecuaciones de la resistencia de materiales considerando comportamiento elástico lineal e isótropo.



$$d_f = \frac{F_s \cdot h_m^3}{3E_m J_e}$$

$$I_e = 0,40 I_g$$

$$d_c = \psi \frac{F_s \cdot h_m}{G_m A_e}$$

$$A_e = 0,60 A_g$$

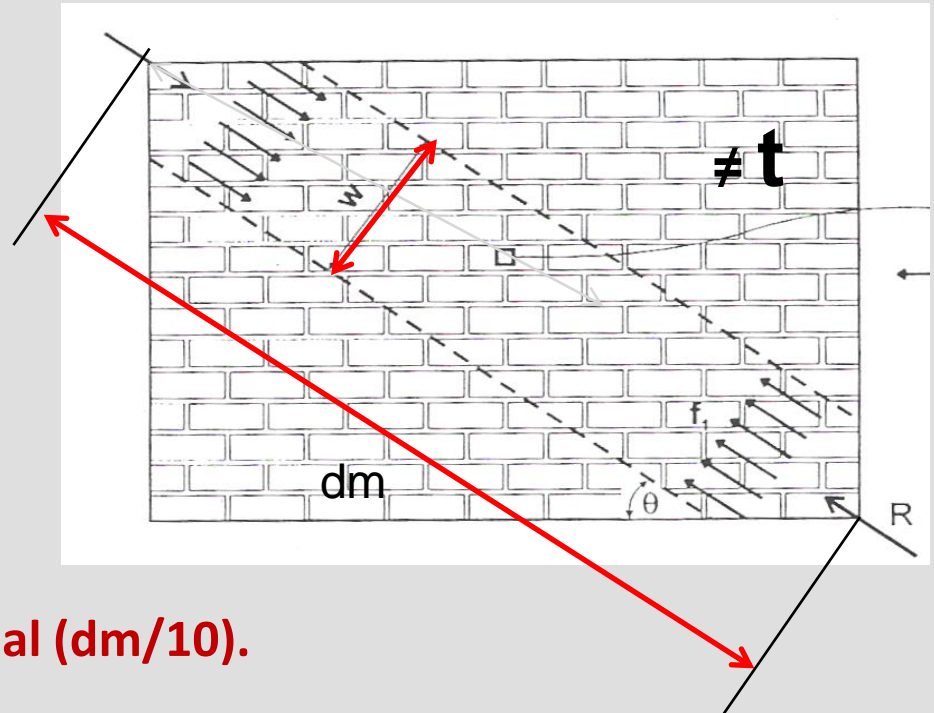
$$d_{\theta} = \theta \cdot H = (F_s \cdot H / K_{\theta}) H$$

$$K_{\theta} = \frac{E_o}{2(1 - \mu^2)} \beta_{\theta} b L^2$$

RIGIDEZ DE LOS MUROS

RIGIDEZ AGRIETADA - MODELO DE ETICULADO

$$K = \frac{wtE_m}{d_m} \cos(\theta)^2$$



w=ancho de la diagonal (dm/10).

t=Espesor del muro.

Em=Modulo de elasticidad de la mampostería.

dm=Longitud de la diagonal.

θ=ángulo de la diagonal con la horizontal.

DISEÑO Y RESISTENCIA DE LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA

MAMPOSTERÍA ENCADENADA

- **Resistencia al corte del muro**
- **Diseño de los encadenados**

MAMPOSTERÍA CON ARMADURA DISTRIBUIDA

- **Diseño de la armadura distribuida**

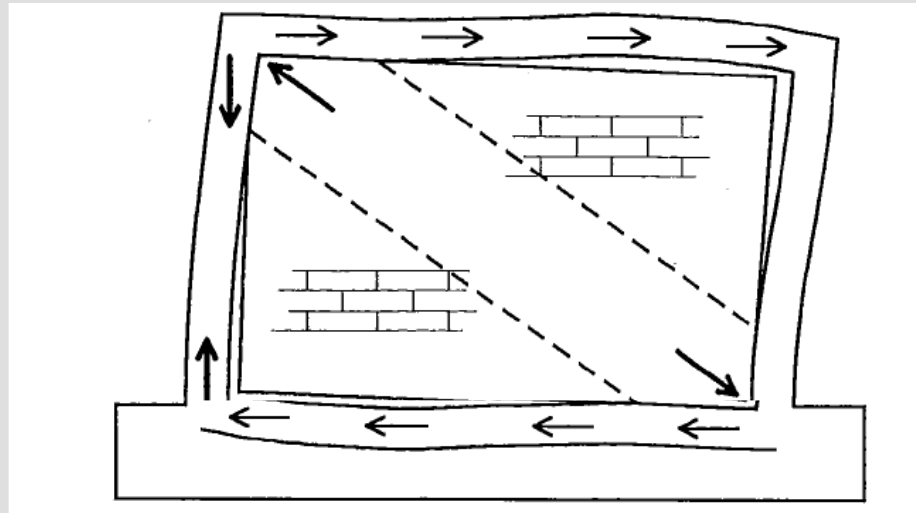
MAPOSTERÍA ENCADENADA

RESISTENCIA AL CORTE

$$V_d = \phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = (f'_v + 0,40 f_o) A_g \leq 2,00 f'_v A_g$$

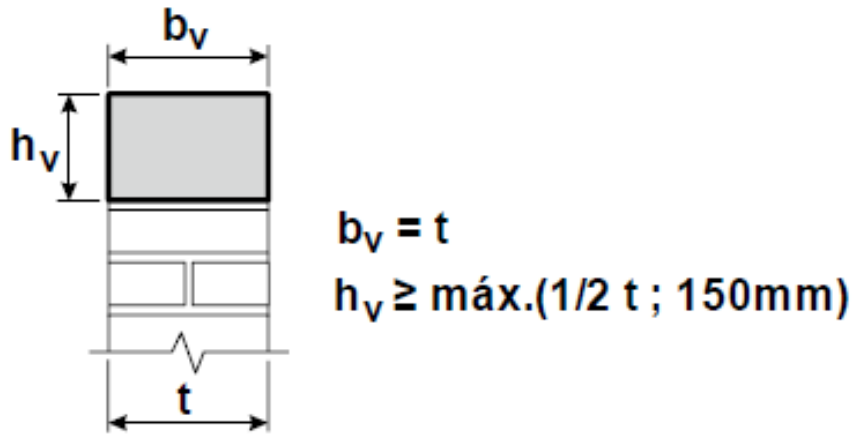
$$V_n = f'_v A_g + 0,40 N_u$$



MAMPOSTERÍA ENCADENADA

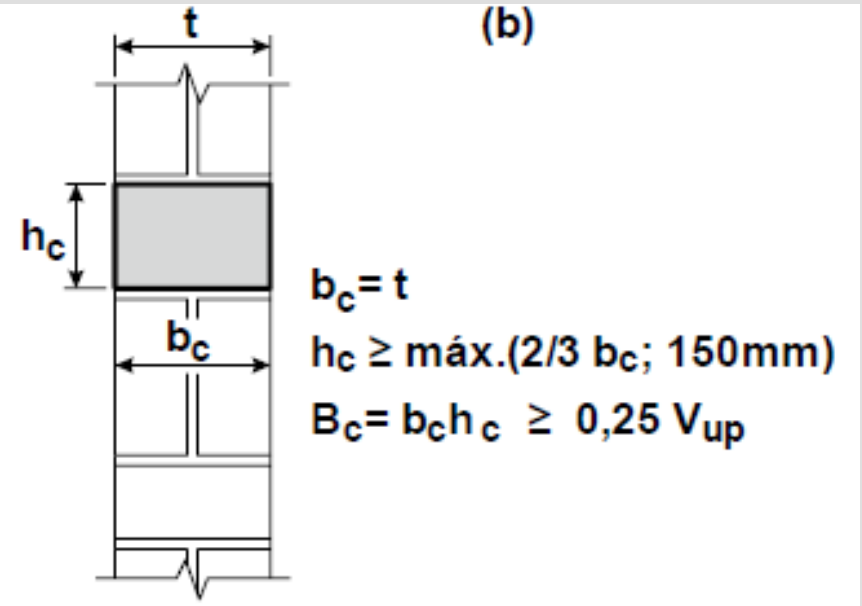
Dimensiones de los encadenados

Vigas



Sección vertical

Columnas



En planta

MAMPOSTERÍA ENCADENADA

VIGAS DE ENCADENADO

Armadura Longitudinal

$$N_{uv} = V_{up}$$

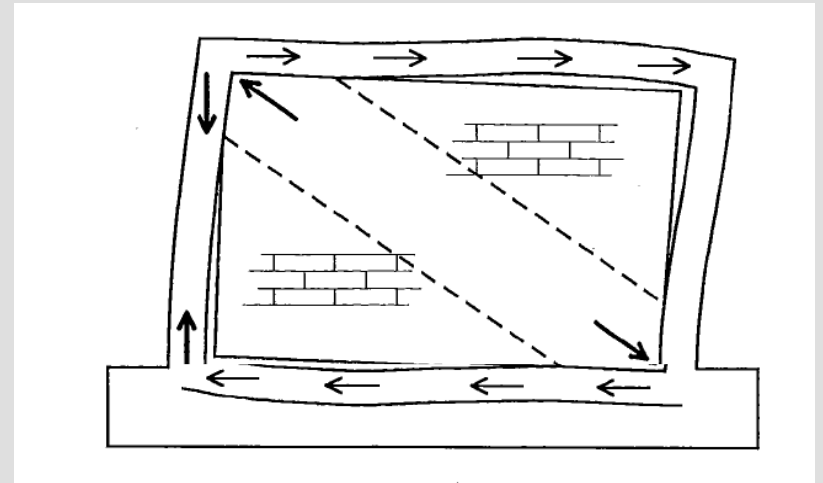
$$N_{dv} = \phi N_{nv} \geq N_{uv}$$

$$N_{nv} = A_s f_y$$

Armadura Transversal

Rigen reglas de armado

- Zonas críticas y normales
- Diámetros mínimos
- Separaciones máximas



MAMPOSTERÍA ENCADENADA

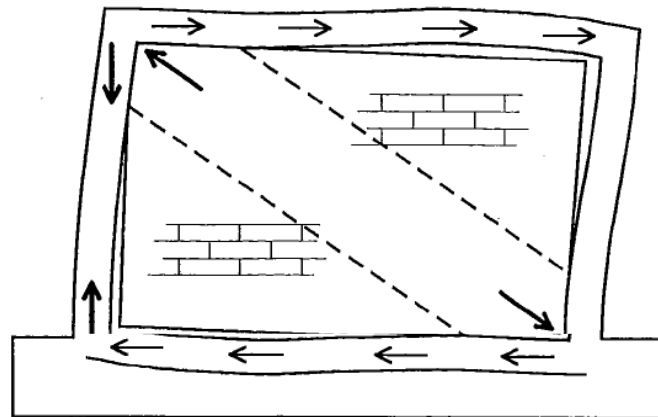
COLUMNAS DE ENCADENADO

Armadura Longitudinal

$$N_{uc} = (1 + 0,25 k) V_{up} \frac{H_o}{L_o}$$

$$N_{dc} = \phi N_{nc} \geq N_{uc}$$

$$N_{nc} = A_s f_y$$



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA

COLUMNAS DE ENCADENADO

Armadura Transversal

Zonas críticas

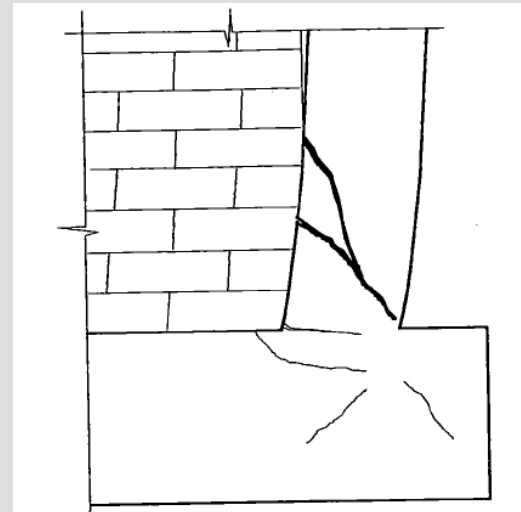
$1/5 H_o$ ó $2h_c$ ó 600mm

$$V_{dc} = \phi V_{nc} \geq V_{uc} = V_{up}/2$$

$$V_{nc} = \frac{A_{te} f_y h_c}{s}$$

Zonas normales

Rigen reglas de armado
Diámetros mínimos
Separaciones máximas

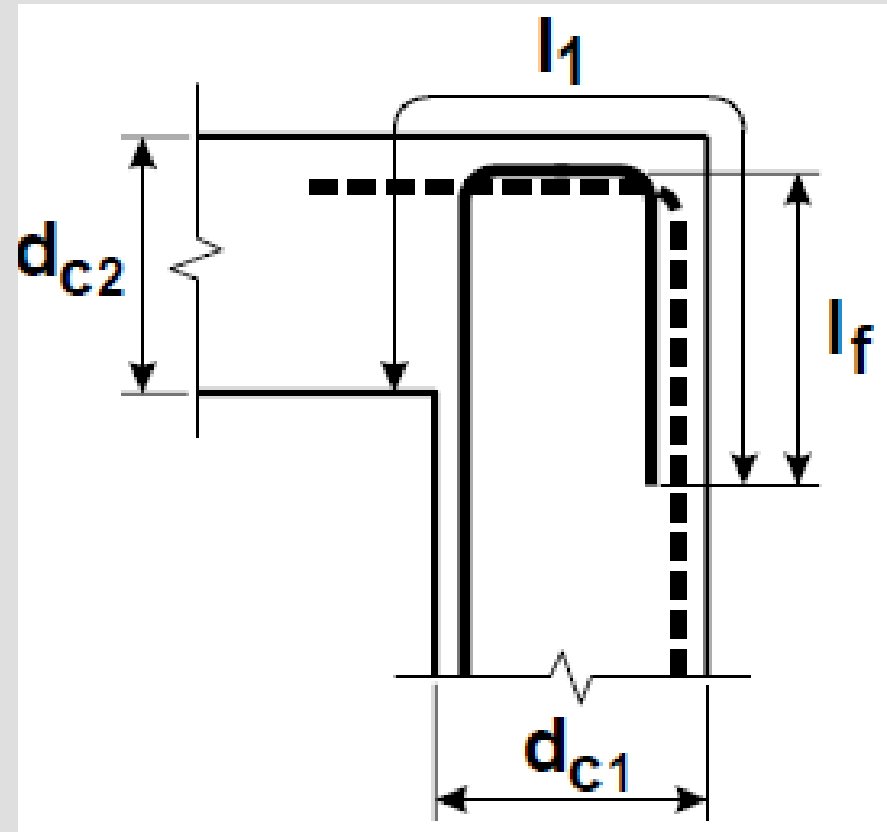
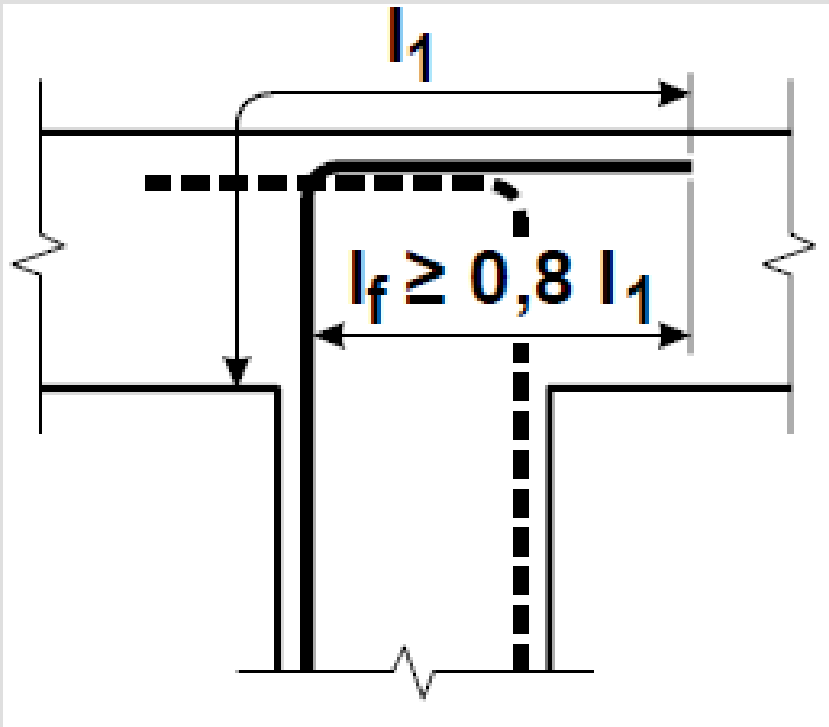


DETALLES DE ARMADO

Longitudes requeridas de anclaje de armaduras longitudinales

$l_1 = 60 d_b$, con extremo recto.

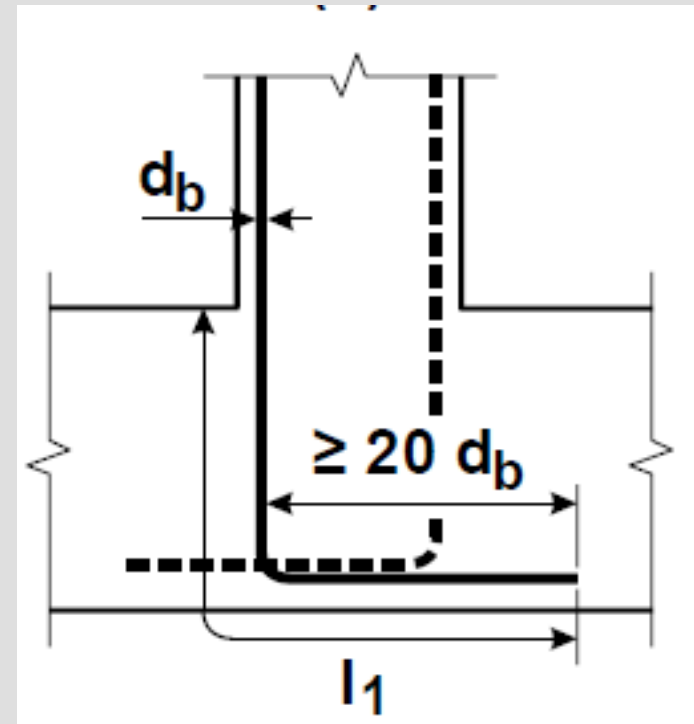
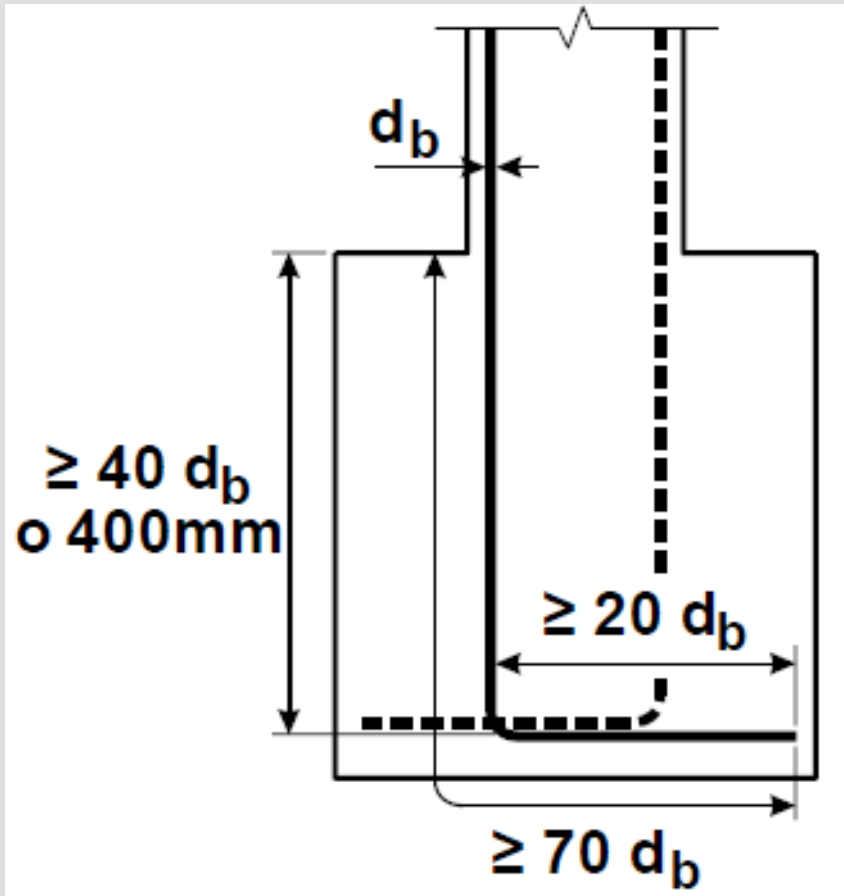
$l_1 = 50 d_b$, con gancho terminal



$l_f \geq \text{máx.}(0,5 l_1; 0,5 d_{c1} + 0,85 d_{c2})$

DETALLES DE ARMADO

Longitudes requeridas de anclaje de armaduras longitudinales

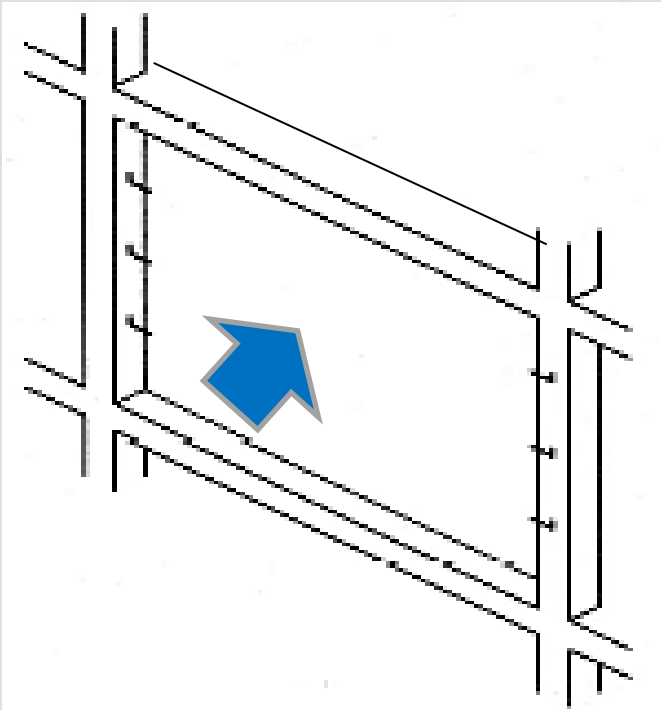


MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL

MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL

ACCIONES PERPENDICULARES

AL PLANO DEL MURO



1. ACCIONES
2. ESTABILIDAD LATERAL
3. RESISTENCIA A FLEXIÓN

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.

EXIMIDOS DE VERIFICACIÓN

- a) Cuando el panel o muro se ubica en planta baja o 1º nivel y está apoyado en dos o más bordes.
- (b) Cuando el panel de mampostería encadenada simple, armada o con armadura distribuida, apoyado en el suelo cumpla la relación:

$$H_o/t \leq 15$$

[8 - 2]

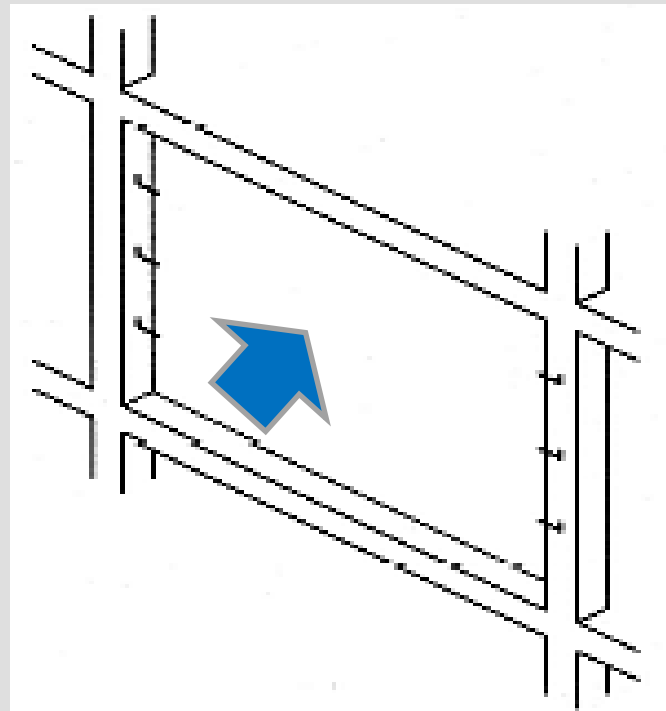
ACCIONES

$$q_s = C_{pk} q$$

Parte III

$$C_{pk} = I_p \frac{C_a a_p f_{hk}}{R_p}$$

Parte I



RESISTENCIA A FLEXIÓN

Fuera del plano del muro

Para el análisis de las acciones perpendiculares al plano del panel se lo considerará como placa apoyada por sus bordes.

Condición de resistencia

$$m_d = \phi m_n \geq m_u$$

Resistencia nominal

$$m_n = 3/32 f'_m t^2$$

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