

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Determinación de la esbeltez de las paredes

- Espesor de las paredes ≥ 11 cm (sin contar revoques)
- Esbeltez geométrica $= \lambda_g \leq 27$

Con:
$$\lambda_g = \frac{c \cdot h}{t_e}$$

Donde:

h = distancia libre entre apoyos horizontales de la pared (entrepisos, borde superior de la fundación)

t_e = espesor efectivo (sin revoques)

c = coeficiente según condiciones de apoyo de la pared

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Determinación de la esbeltez de las paredes

Valores de c :

Valores de c en función de las condiciones de borde del muro						
Condiciones de borde						
Valores de c	2	2	1	1	$2.65 - 1.3 \cdot \frac{h}{L}$ $0.65 \leq c \leq 2$	$1.75 - \frac{h}{L}$ $0.65 \leq c \leq 1$

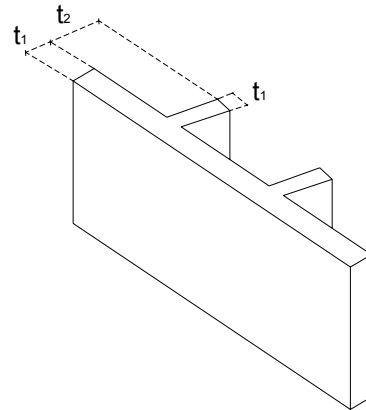
Apoyo de pared:

- Debe ser capaz de llevar la reacción a las fuerzas horizontales actuantes
- 2,5% de cargas verticales
- Si $l \geq 6 \cdot t_c \rightarrow$ cumple

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

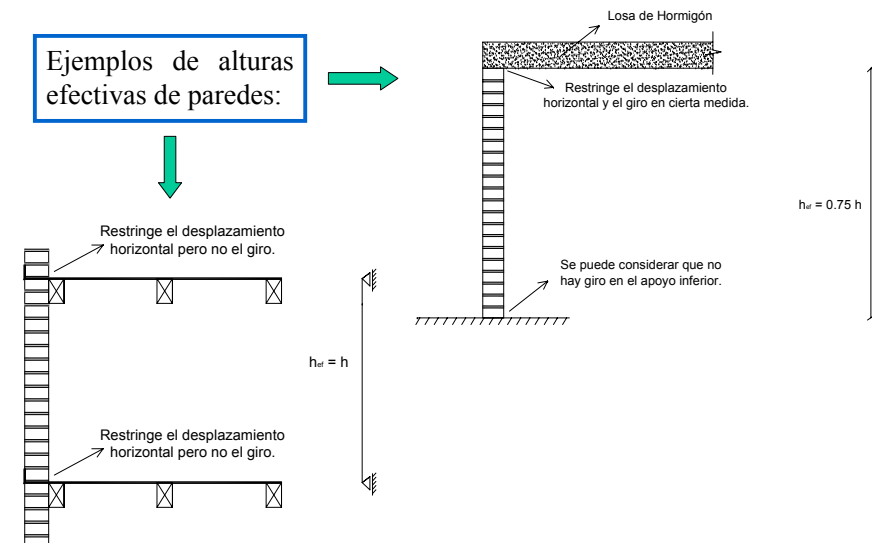
Ej: Muro con contrafuertes:

El muro de espesor t_1 deberá resistir la carga de viento y las transmitirá a los contrafuertes (de espesor t_1 en el ejemplo) y deberá ser suficiente como para que el contrafuerte resista las cargas horizontales. Si no fuese así, ese contrafuerte no podría ser considerado como *apoyo vertical* en la verificación del muro.



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Ejemplos de alturas efectivas de paredes:



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Cálculo de t_e :

Espesor efectivo " t_e " de diferentes elementos de mampostería estructural					
Tipo de elemento	Pared simple	Pared con cavidad	Pared con contrafuertes		Columna
			Simple	Con cavidad	
Esquema					
Valor de t_e	t	Máximo valor de: a) $\frac{2}{3} \cdot (t_1 + t_2)$ b) t_1 c) t_2	$t \cdot K$	Máximo valor de: a) $\frac{2}{3} \cdot (t_1 + K \cdot t_2)$ b) t_1 c) $K \cdot t_2$	t o b dependiendo de la dirección en que flexa $b \leq 4 \cdot t$

K = coef de rigidez (Tabla 11 de la Recomendación)

Valores de K para el cálculo del espesor efectivo en paredes con contrafuertes	Relación entre el espesor del contrafuerte y la pared ($\frac{t_c}{t}$)		
	1	2	3
Relación de espaciado de contrafuertes ($\frac{l}{l_c}$)	6	1	1,4
	10	1	1,2
	20	1	1

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

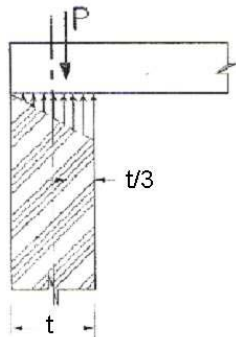
- Esfuerzos normales por cargas verticales
- Flexión por excentricidad de forma de carga del entrepiso sobre la pared
- Flexión por no coincidencia de ejes de pared superior con pared considerada
- Efectos de esbeltez
- Excentricidad accidental de la carga (por ejemplo por desplome)
- Excentricidad por cargas horizontales

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

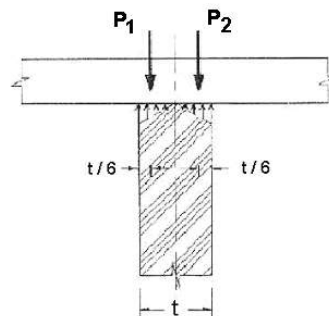
Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

- Flexión por excentricidad de forma de carga del entrepiso sobre la pared

Losa extrema:



Losa continua (ó mejor: muro interior):



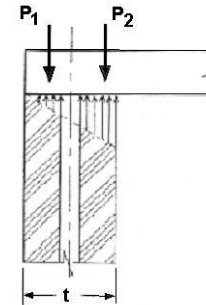
Si las losas tienen continuidad, sus luces no difieren en mas de 40% y $P_1 \sim P_2$ \Rightarrow reacción total centrada.

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

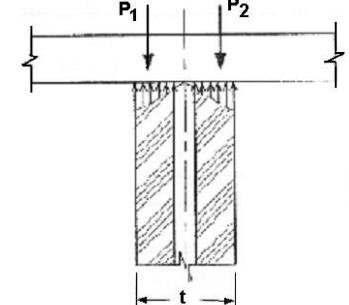
Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

- Flexión por excentricidad de forma de carga del entrepiso sobre la pared

Paredes con cavidad:



Paredes interiores con cavidad:

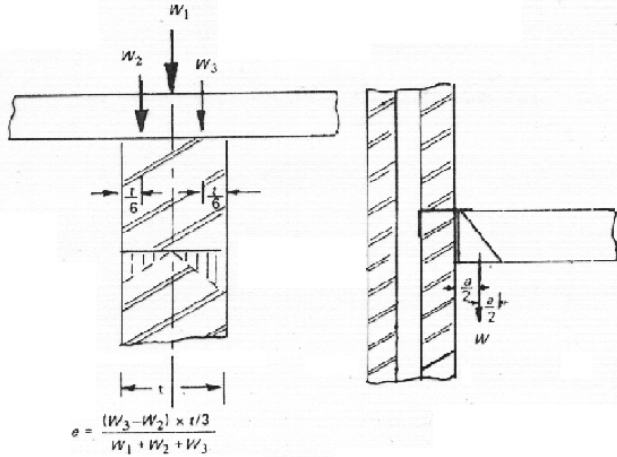


Calcular una sola excentricidad con $P = P_1 + P_2$ con descarga triangular no sirve

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

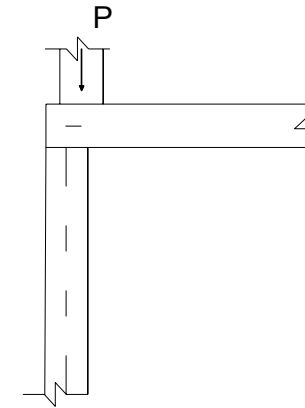
- b Flexión por excentricidad de forma de carga del entrepiso sobre la pared



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

- c Flexión por no coincidencia de ejes de pared superior con pared considerada

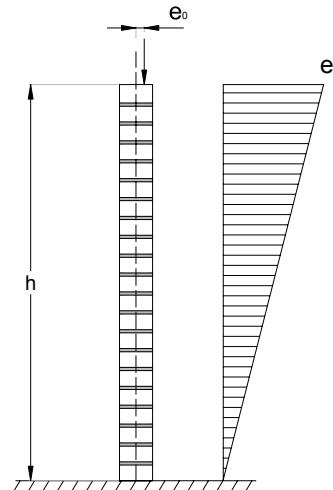


Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

Con lo visto en los puntos b) y c) se puede calcular la excentricidad en la sección superior del muro.

Para conocer la influencia de la **excentricidad de las cargas externas** en las diferentes secciones del muro, se toma como hipótesis que esa excentricidad disminuye hasta llegar completamente centrada a la base del muro.



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

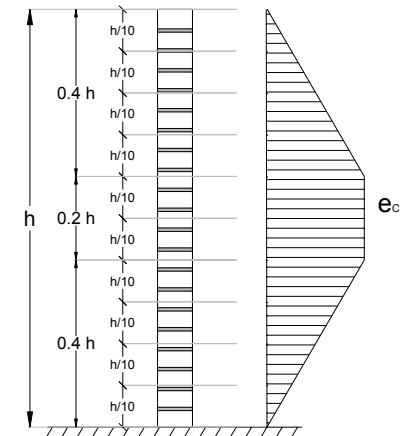
- d Efectos de esbeltez

Los efectos de esbeltez se tendrán en cuenta a través de una excentricidad complementaria:

$$e_c = \left(\frac{\lambda_g^2}{2400} \right) \cdot t_e - \frac{t_e}{70}$$

* t_e sirve para el cálculo de e_c (y λ_g)

Puede ser en ambas direcciones !



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

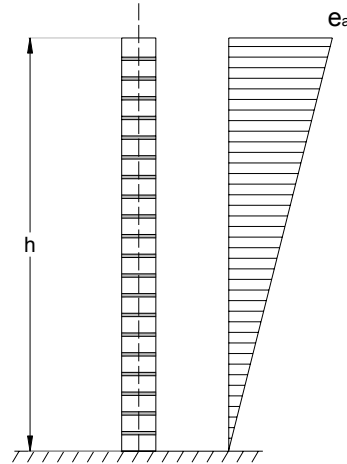
Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

- e Excentricidad accidental de la carga (por ejemplo por desplome)

$$e_a = \frac{t}{50} + \frac{h}{500}$$

- * h= altura libre de la pared considerada (no se le aplica el coeficiente c)

Puede ser en ambas direcciones !

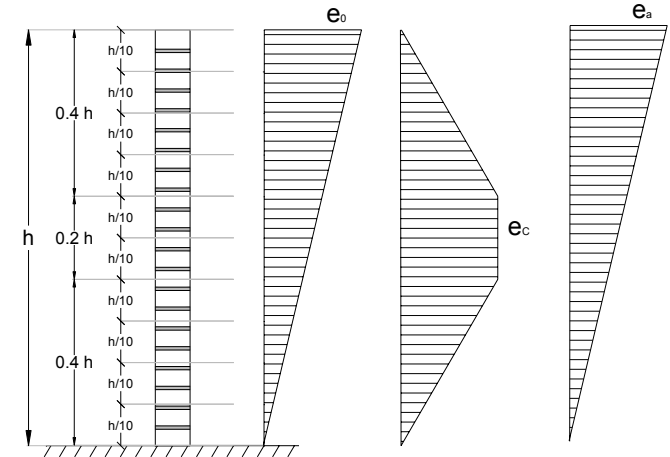


Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Efectos a considerar en el cálculo de una pared a compresión:

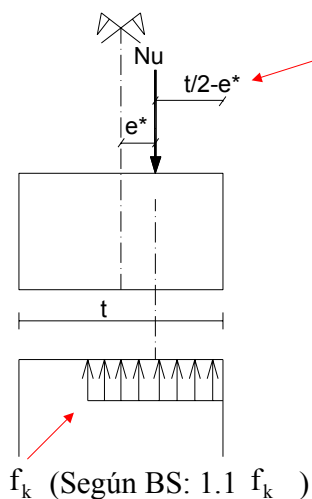
Excentricidad en cada sección →

Deben considerarse en cada caso las excentricidades generadas por cargas horizontales



Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Esquema de cálculo:



$$\frac{t}{2} - e^* = \frac{t}{2} \left(1 - \frac{2e^*}{t}\right)$$

$$N_{UR} = t \left(1 - \frac{2e^*}{t}\right) f_k [\text{unidad_de_longitud}]$$

$$N_{UR} = \left(1 - \frac{2e^*}{t}\right) f_k \cdot A_M = \beta \cdot f_k \cdot A_M$$

Con $\beta = 1 - \frac{2e^*}{t}$

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Verificación de cálculo:

$$\frac{N_{UR}}{\gamma_m} \geq N_U$$

En paredes dobles verificar esto en cada pared.

N_U = carga vertical sobre la pared (ampliada por γ_f)

$$N_{UR} = \beta \cdot f_k \cdot A_M$$

Donde: N_{UR} = carga vertical última resistida por la pared

β = factor de reducción por excentricidades y esbeltez

f_k = resistencia característica

A_M = área bruta (sin revoques)

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Verificación de cálculo:

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot e^*}{t_e}$$

* e^* = excentricidad de diseño y es el mayor valor de:

→ $e^* = e_o + e_a + e_h$ En la sección superior de la pared

→ $e^* = 0,6 \cdot (e_o + e_a) + e_{c+} + e_h$ En la zona central de la altura de la pared.

Donde: e_o = excentricidad por **b** y **c**: apoyo de losas y no coincidencia de ejes de muros (es en sección superior)

e_a = excentricidad accidental por **e** (es en sección superior)

e_c = excentricidad por esbeltez, por **d** (es en zona central de la pared)

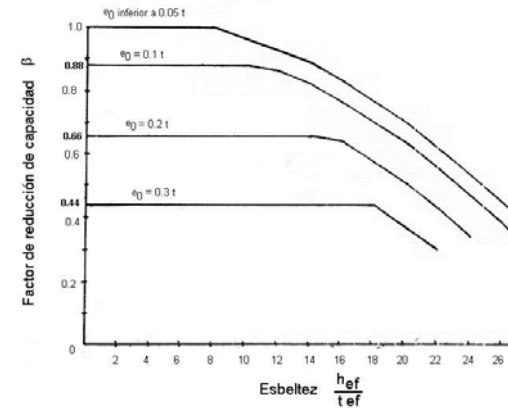
e_h = excentricidad debida al esfuerzo horizontal actuante.

Regla práctica: $\frac{\text{mom}}{\text{carga_vert}}$ (ver cuando tenerlo en cuenta!!)

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Verificación de cálculo utilizada por la BS5628: $N_U < \frac{1,1 \cdot \beta \cdot f_k \cdot A_m}{\gamma_m}$

Obtención de β :



Coeficiente β según Norma BS 5628				
Esbeltez $\frac{h_{ef}}{t_{ef}}$	Excentricidad en el borde superior del muro (e_0)			
	Hasta 0,05 t	0,1 t	0,2 t	0,3 t
0	1,00	0,88	0,66	0,44
6	1,00	0,88	0,66	0,44
8	1,00	0,88	0,66	0,44
10	0,97	0,88	0,66	0,44
12	0,93	0,87	0,66	0,44
14	0,89	0,83	0,66	0,44
16	0,83	0,77	0,64	0,44
18	0,77	0,7	0,57	0,44
20	0,70	0,64	0,51	0,37
22	0,62	0,56	0,43	0,3
24	0,53	0,47	0,34	
26	0,45	0,38		
27	0,40	0,33		

Nota 1: No es necesario considerar efectos de excentricidades hasta 0,05 t
 Nota 2: Se permite interpolar linealmente entre excentricidades y esbelteces.

Diseño de paredes de Mampostería Estructural

Comparación IET - BS5628:

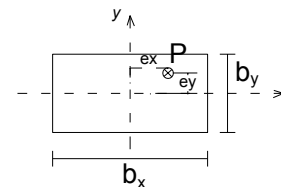
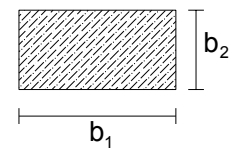
- B.S. Toma $1,1 \cdot \frac{f_k}{\gamma_m}$ con lo cual corrige β
 (queda $\beta=1$ para $\frac{e}{t} = 0,05$)

• I.E.T. no lo hace → mayor seguridad pero se contrarresta con penalización de B.S. para muros con un solo mampuesto de ancho

(toma $\frac{f_k}{1,15}$)

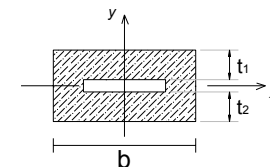
Verificación a compresión de Columnas

Se entiende por columna a aquel elemento cuya sección cumple que $b_1 \leq 4 \cdot b_2$ (siendo $b_1 > b_2$), si esta condición no se cumple se considera que es un muro.



Pandeo según y: $t_e = b_y$ y $e = e_y$

Pandeo según x: $t_e = b_x$ y $e = e_x$

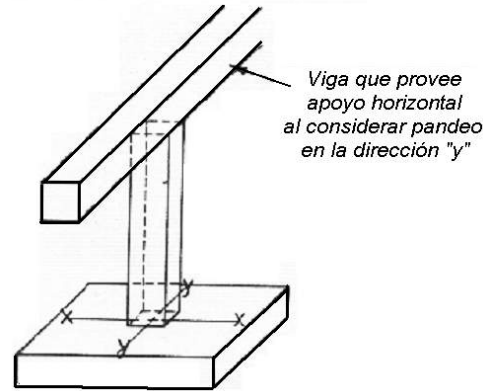


Pandeo según y: $t_e = \text{máximo de: } \begin{cases} t_1 \\ t_2 \\ \frac{2}{3} \cdot (t_1 + t_2) \end{cases}$
 Pandeo según x: $t_e = b$

Verificación a compresión de Columnas

Esbeltez (altura efectiva):

En cada posible dirección de pandeo se deberán tener en cuenta las condiciones de borde correspondientes para hallar λ_y y λ_x



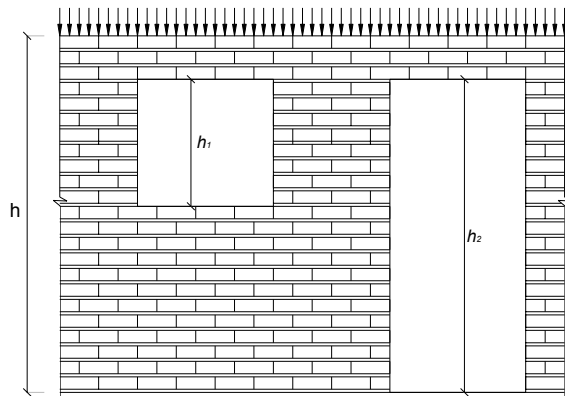
Verificación a compresión de Columnas

Esbeltez (altura efectiva):

Condición de borde	Tipo de restricción	Altura efectiva (h_{ef})
Columna con movimiento lateral restringido en los bordes superior e inferior.	Piso o techo de alguna construcción arriostrando la columna por ambos lados al mismo nivel.	h respecto a ambos ejes
	Losa de hormigón empotrada a la columna al menos una distancia igual a $2t/3$ pero no menos de 90mm. Empotramiento	h respecto a ambos ejes
Columna con movimiento lateral restringido en los bordes superior e inferior por al menos 2 conectores de 30 x 5 mm. mínimo, a no más de 1.25 m del centro.	Conectores Sin empotramiento o con empotramiento menor que en el caso anterior. Losa no arriostrada en la dirección de pandeo considerada.	h respecto al eje de menor inercia $2h$ respecto al eje de mayor inercia

Verificación a compresión de Columnas

Columnas formadas entre aberturas:



Altura efectiva: $\rightarrow \begin{cases} h_{ef} = h & \text{(con simple apoyos)} \\ h_{ef} = 0,75 \cdot h + 0,25 \cdot h_{ab,max.} \end{cases}$

Verificación a compresión de Columnas

Columnas o paredes de pequeña sección

\rightarrow Si $A_M \leq 0,2m^2$ se reduce f_k en un factor:

$$(0,7 + 1,5 \cdot A_M) \leq 1$$

\rightarrow En realidad es un incremento de γ_m

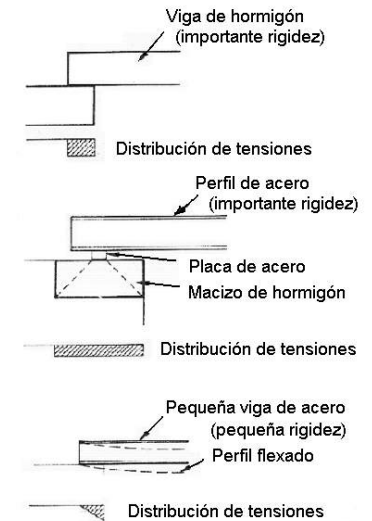
CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

→ Localmente, se permite incrementar la resistencia última de la pared para verificar su resistencia a los esfuerzos concentrados que se dan en la zona de una descarga de viga o pilar.

- Se asume que:
- La carga se distribuye uniformemente en el área de apoyo
 - Por debajo del área de apoyo la carga se distribuye a 45°

CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Distribución de tensiones para diferentes tipos de descarga:



CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Tipos de apoyo:

Se definen 2 tipos de apoyo y se verifican con N_{UR} en el área de apoyo:

- para apoyo tipo 1: $N_{UR} = 1,25 \cdot f_k \cdot A_M^*$
- para apoyo tipo 2: $N_{UR} = 1,50 \cdot f_k \cdot A_M^*$

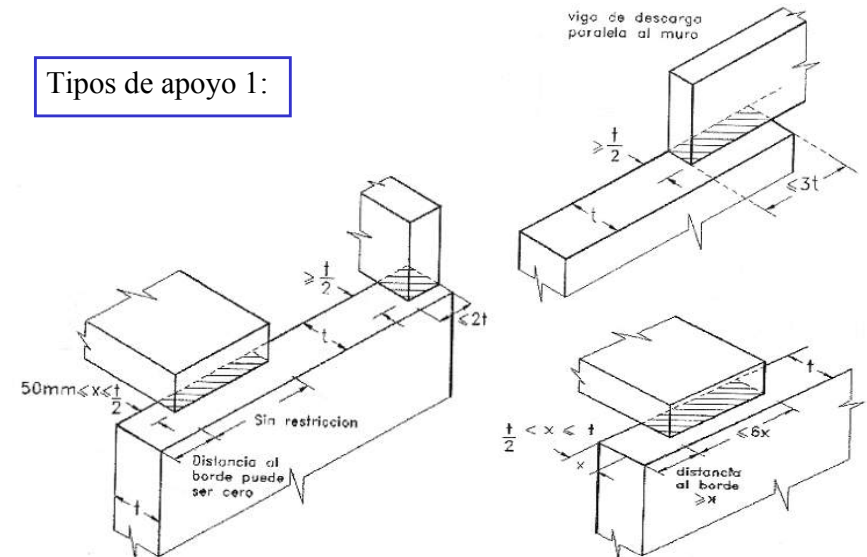
Con A_M^* área bruta de apoyo del elemento que descarga en la pared (sin revoques).

* Además se realiza otra verificación a una distancia $0,4 \cdot h_b$ por debajo de la sección de descarga con: $N_{UR} = \beta \cdot f_k \cdot A_M^*$ (Como ya se vió)

h_b = altura de la pared en consideración entre la sección de apoyo (o descarga) y el apoyo inferior de la pared.

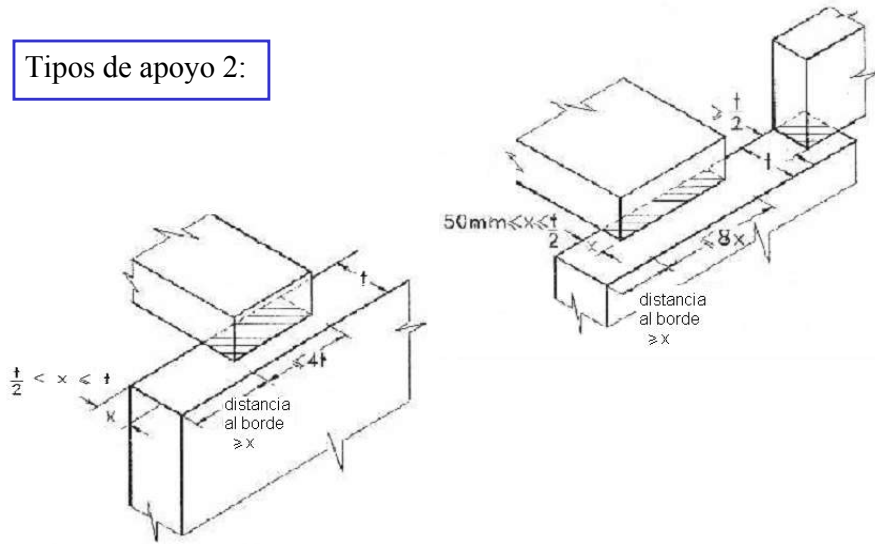
CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Tipos de apoyo 1:



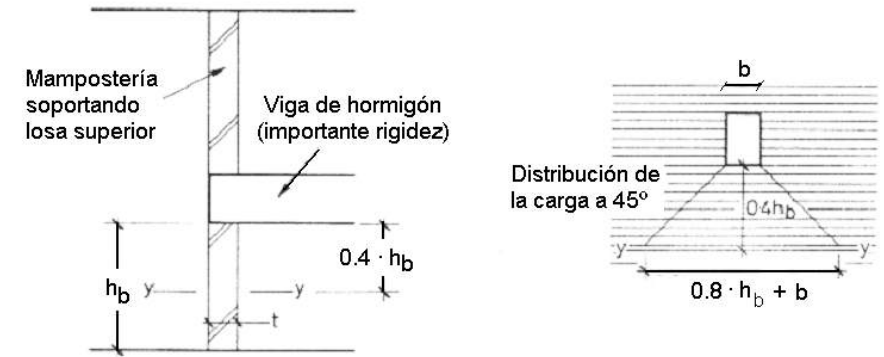
CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Tipos de apoyo 2:



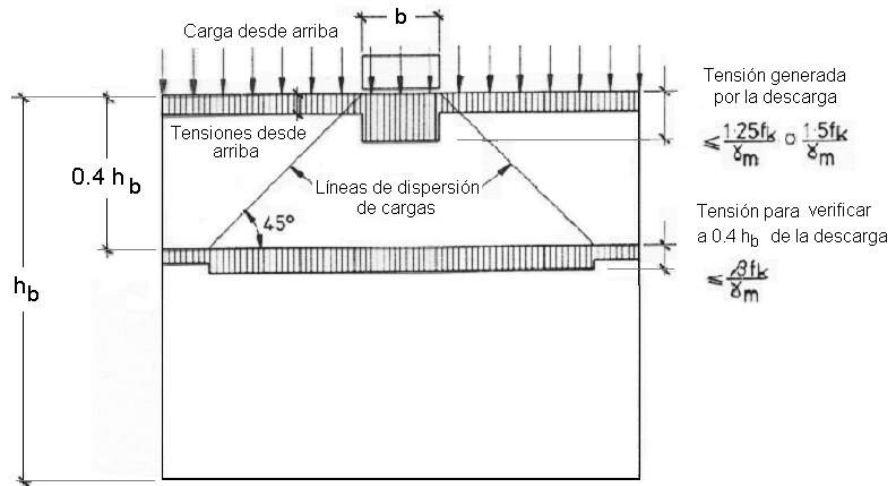
CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Verificación a $0.4h_b$:



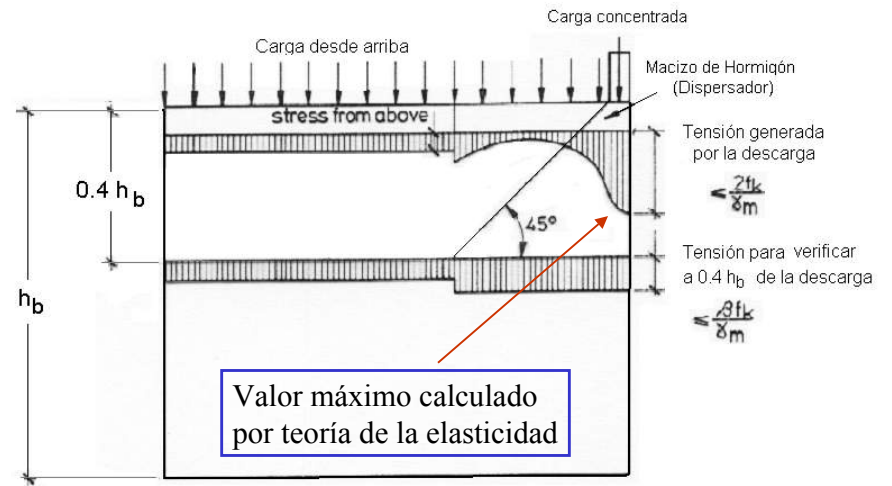
CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Distribución de tensiones y verificaciones:

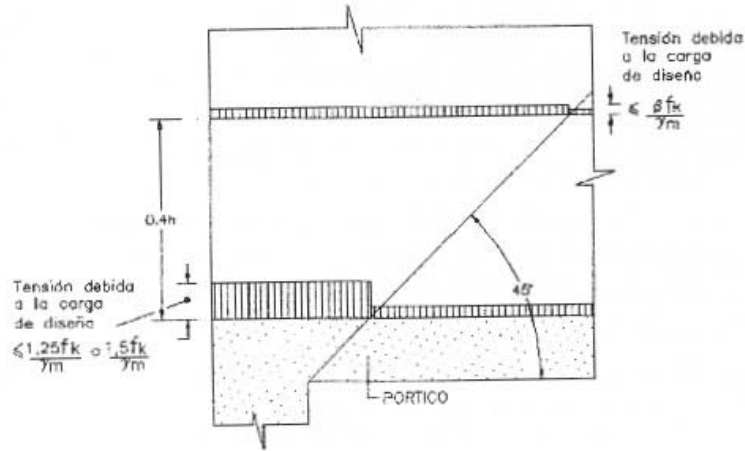


CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES

Tipo de apoyo 3 (de la BS5628):



CARGAS CONCENTRADAS SOBRE PAREDES



Descarga de muros sobre pórticos de hormigón

Verificación a corte

$$\frac{V_{UR}}{\gamma_m} \geq V_U$$

Donde: V_{UR} = resistencia última al corte

V_U = sollicitación de corte en la sección (horizontal) considerada

$$V_{UR} = (\tau_{ok} + 0.6 \cdot \sigma_o) \cdot A_M$$

Donde: τ_{ok} = resistencia característica al corte (con compresión nula)

σ_o = tensión media a compresión según cargas verticales con 85% de carga permanente

A_M = área bruta de la sección considerada

$\mu=0,6$ → ¿valor adecuado?

Además: $V_{UR} \leq 1,5 \cdot \tau_{ok} \cdot A_M$