

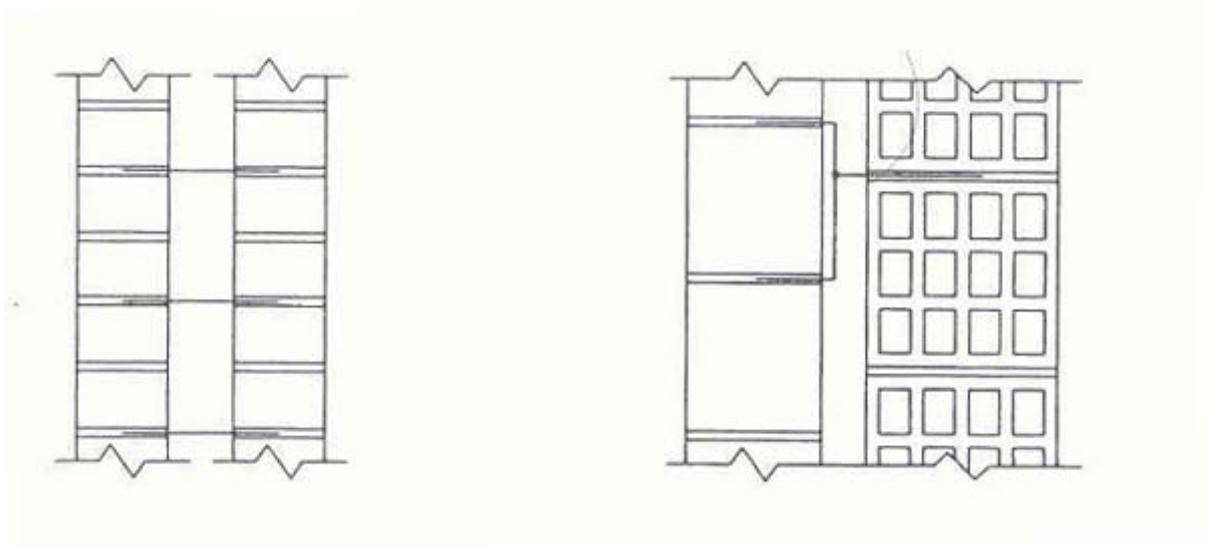
## MUROS CAPUCHINOS Y DOBLADOS. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR EFECTIVO DE CÁLCULO.

### 1.- MURO CAPUCHINO.

Un muro capuchino está formado por dos muros de una hoja paralelos, eficazmente enlazados por llaves o armaduras de tendel, con una o ambas hojas portantes. La cámara entre las hojas puede rellenarse total o parcialmente con aislante térmico no resistente.

Para el cálculo de este tipo de muro, no se puede tomar como espesor efectivo la suma de espesores de ambas hojas.

El espesor efectivo de cálculo se determinará siguiendo el criterio indicado en el Eurocódigo 6, o bien el de la NBE-FL 90.



**Fig.1- Ejemplos de secciones de muros capuchinos**

#### 1. 1.- Cálculo según EC-6.

Según el *Eurocódigo 6 (UNE-ENV 1996-1-1)*, “Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-1”, apartado 4.4.5, en un muro capuchino con ambas hojas enlazadas mediante llaves o armadura de tendel, el espesor efectivo  $t_{ef}$  se determinará mediante la ecuación:

### Consulta Técnica

$$t_{ef} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \quad (1)$$

donde  $t_1$  y  $t_2$  son los espesores de cada hoja.

En muros capuchinos cuya hoja cargada presente un módulo de elasticidad  $E$  mayor que el de la otra hoja, se considerará la rigidez relativa de las hojas al calcular el espesor efectivo  $t_{ef}$  para no sobredimensionarlo.

En un muro capuchino con sólo una hoja cargada, con llaves suficientemente flexibles para que la hoja descargada no afecte negativamente a la cargada, el espesor efectivo se calculará según la fórmula anterior, tomando el espesor de la hoja descargada no mayor que el de la cargada.

#### ► Llaves:

Las dos hojas del muro capuchino se enlazarán eficazmente mediante llaves.

Las características que deben cumplir las llaves son:

- Serán resistentes a la corrosión para el correspondiente tipo de exposición
- Deberán ser capaces de distribuir las cargas de viento de la hoja cargada a la otra hoja, al muro de trasdós o a la sustentación.
- Su disposición deberá permitir los movimientos diferenciales entre las hojas sin que se produzcan daños.

El mínimo número de llaves por unidad de área se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$\gamma_M = \frac{W_{sd}}{F_t} \quad (2)$$

donde:

$\gamma_M$ : es el coeficiente parcial de seguridad de las llaves.

$\gamma_M$	Categoría de la ejecución		
	A	B	C
Resistencia de adherencia, de tracción y de compresión de llaves y amarres	2,5	2,5	2,5

$W_{sd}$ : es la acción de cálculo de viento, por unidad de área

$F_t$ : es la resistencia característica a compresión o tracción de una llave, determinada mediante ensayos según las normas EN 846-5 o EN 846-6

La acción de cálculo de viento  $W_{sd}$  sobre un muro se determinará según la Norma Experimental ENV 1991. En un muro capuchino, la acción que se transmite a cada hoja, se determinará dividiendo la acción del viento sobre el muro proporcionalmente a la resistencia a carga lateral de cada hoja.

En muros de revestimiento se calculará considerando que las llaves transmiten toda la acción del viento  $W_{sd}$  sobre el muro a la estructura portante.

El número de llaves que enlazan las dos hojas de un muro capuchino no será menor que el calculo según la ecuación (2), ni menor que  $2 \text{ llaves/m}^2$ .

Cuando para enlazar las dos hojas del muro se empleen elementos de unión interconectados, por ejemplo armaduras de tendel, cada elemento de enlace se considerará como una llave .

Se colocarán llaves en cada borde libre para enlazar ambas hojas.

Cuando un hueco traspasa un muro y el marco del hueco no puede transmitir la acción horizontal del cálculo directamente a la estructura, se distribuirán uniformemente las correspondientes llaves a lo largo de los bordes verticales del hueco.

### 1.2.- Cálculo según NBE-FL-90.

Según la *Norma Básica de la Edificación NBE-FL-90* “Muros resistentes de fábrica de ladrillo”, en un muro capuchino con hojas de espesores  $d_1$  y  $d_2$ , el espesor virtual para el cálculo será:

$$\text{si } 0,5 d_1 < d_2 \leq d_1 \quad \boxed{dv = \frac{2}{3}(d_1 + d_2)} \quad (3)$$

$$\text{si } d_2 \leq 0,5 d_1 \quad \boxed{dv = d_1} \quad (4)$$

## 2.- MURO DOBLADO.

Un muro doblado está formado por dos hojas adosadas, de la misma o de distinta clase de ladrillo, con elementos que las enlazan: verdugadas, bandas, llaves o anclajes.

El espesor efectivo de un muro doblado se tomará igual al espesor real  $t$

$$t_{ef} = t$$

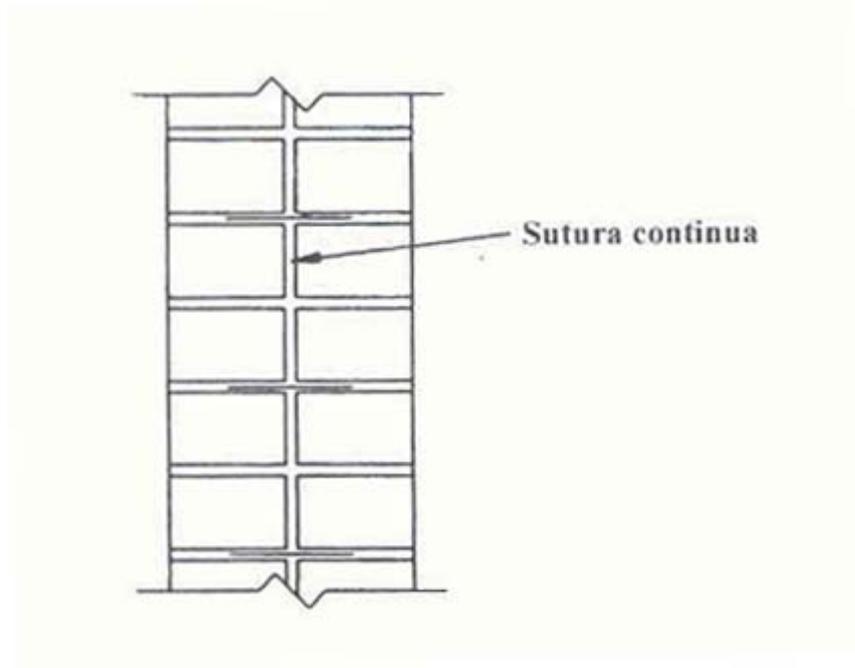


Fig.2- Ejemplo de sección de muro doblado

### ➤Enlace de muros:

Las dos hojas de muro doblado se enlazarán eficazmente.

El enlace de las dos hojas se realizará mediante conectores capaces de transmitir acciones laterales entre las dos hojas, con un área de  $300 \text{ mm}^2/\text{m}^2$  de muro, con conectores dispuestos uniformemente en número no menor de 2 conectores/ $\text{m}^2$  de muro.

Los conectores serán resistentes a la corrosión para el tipo de exposición correspondiente al muro.

En la elección del conector se tendrá en cuenta posibles movimientos diferenciales entre las hojas.

### 3.- EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

\* Muro capuchino formado por ½ pie de ladrillo perforado (11,5 cm), cámara de aire de 4 cm y ½ pie de ladrillo perforado (11,5 cm), unidas ambas hojas mediante llaves. El espesor efectivo de cálculo será:

1.- Según el Eurocódigo 6:

$$t_{ef} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} = \sqrt[3]{11,5^3 + 11,5^3} = 14,5 \text{ cm}$$

2.- Según la NBE-FL90:

$$0,5 \cdot 11,5 < 11,5 \leq 11,5 \quad dv = \frac{2}{3}(11,5 + 11,5) = 15,3 \text{ cm}$$

\* Muro capuchino formado por muro Termoarcilla de 14 cm de espesor, cámara de aire de 4cm y Termoarcilla de 14 cm de espesor, unidas ambas hojas mediante llaves. El espesor efectivo de cálculo será:

1.- Según el Eurocódigo 6:

$$t_{ef} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} = \sqrt[3]{14^3 + 14^3} = 17,6 \text{ cm}$$

2.- Según la NBE-FL90:

$$0,5 \cdot 14 < 14 \leq 14 \quad dv = \frac{2}{3}(14 + 14) = 18,7 \text{ cm}$$