

# Guías de Diseño y Construcción

## Muros de Sótano de Hormigón Armado



**D+3** Departamento de Ingeniería Civil,  
de Materiales y Fabricación

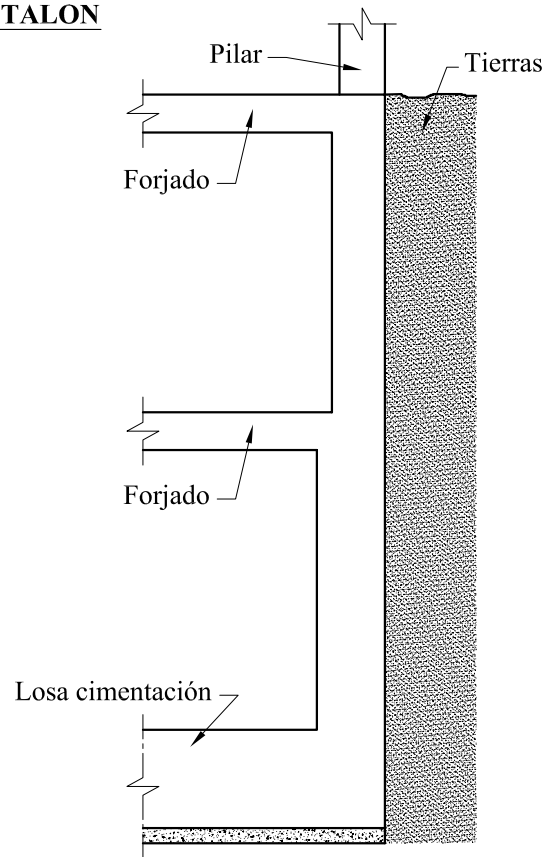
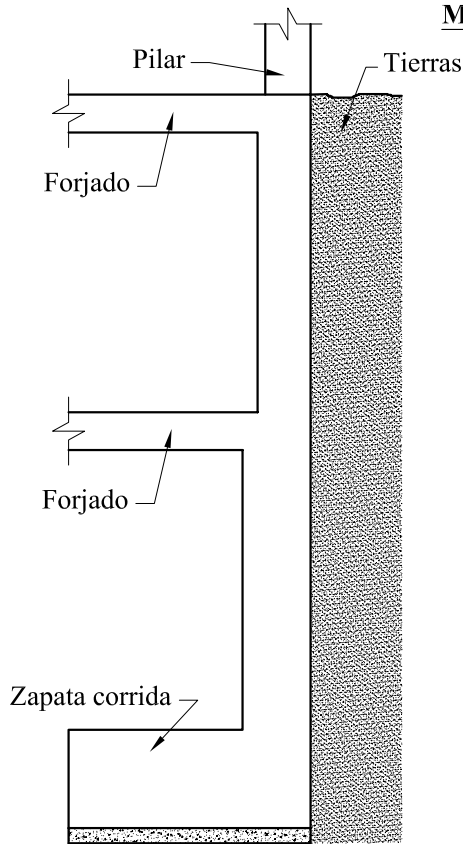


UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

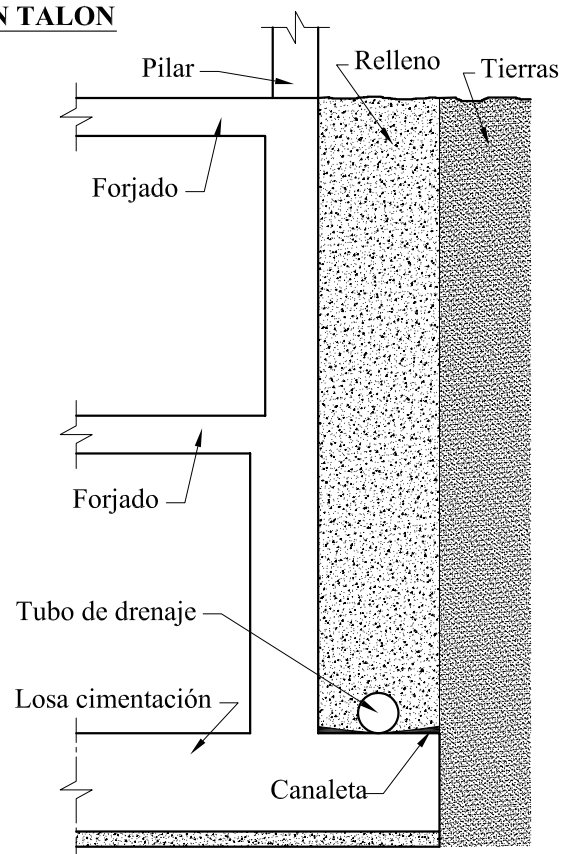
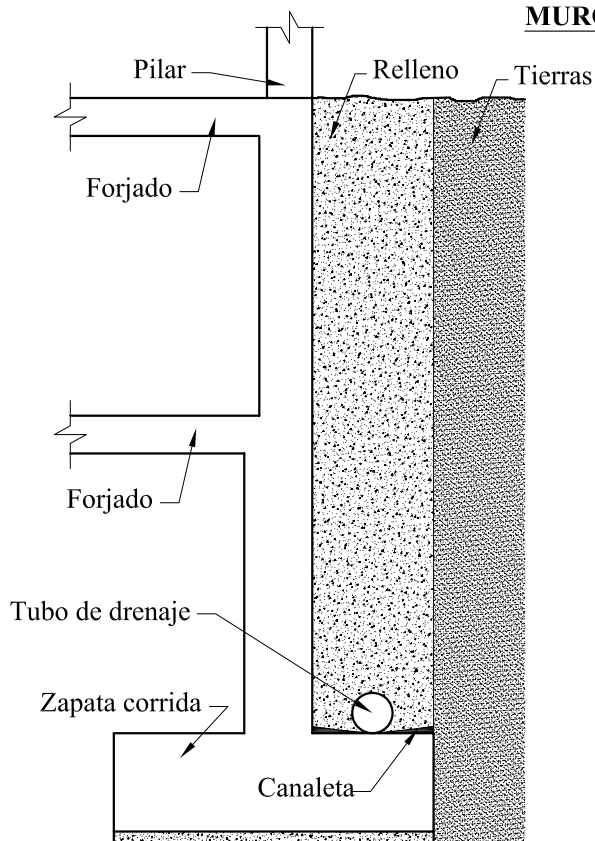
Miguel Troyano Moreno  
José María Dorado Rodas

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

**MUROS SIN TALON**



**MUROS CON TALON**



## ***MUROS DE SÓTANO***

### ***TIPOLOGÍA DE MUROS DE SÓTANO***

***FICHA: MS-01***

#### ***DATOS CONSTRUCTIVOS***

#### NOTAS

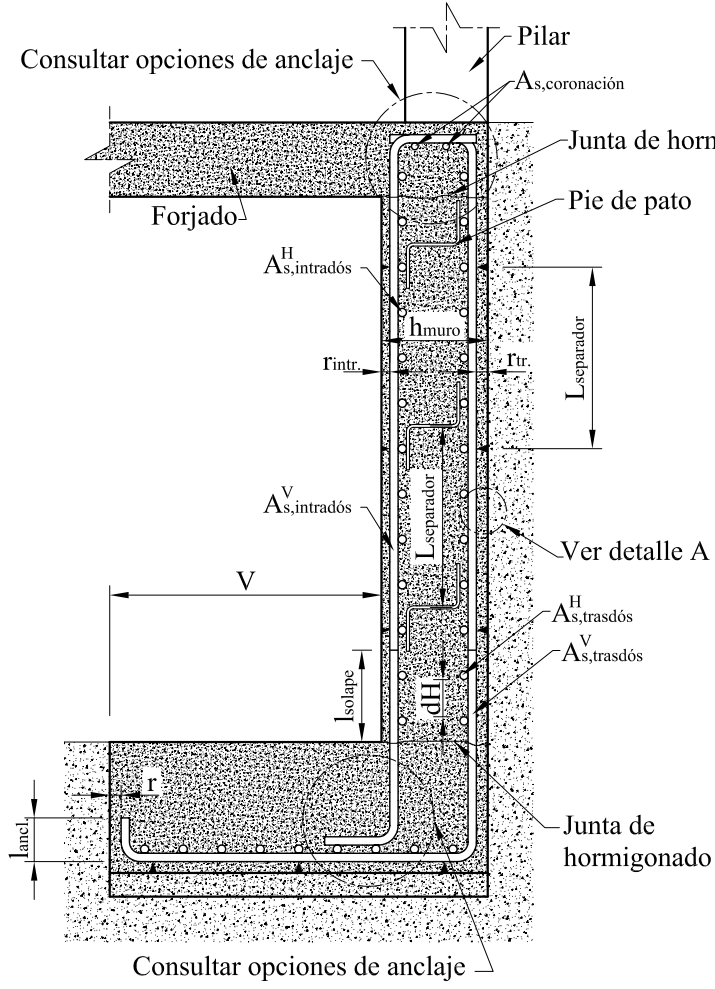
- 1.- Los muros sin talón suelen ser los más utilizados en la práctica, no obstante no suelen utilizarse en aquellas zonas donde sea necesario disponer un sistema de drenaje.
- 2.- Generalmente en muros con talón, suelen utilizarse zapatas centradas, no obstante el vuelo del talón viene impuesto por motivos de accesibilidad para los operarios a la hora de llevar a cabo las operaciones de drenaje.

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

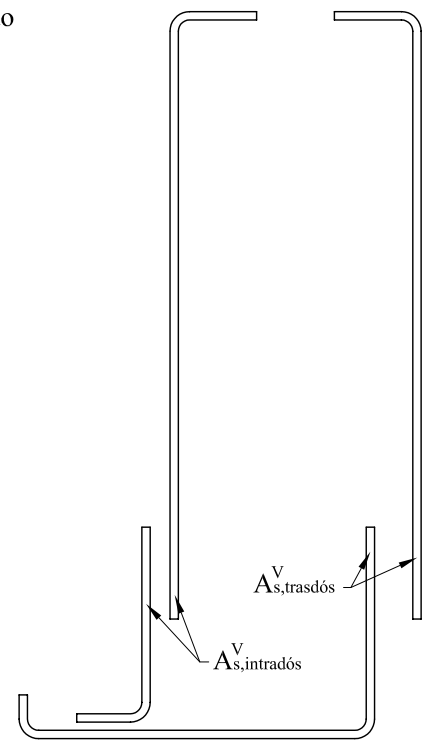
Ficha válida para muro con un sótano.

Notas:

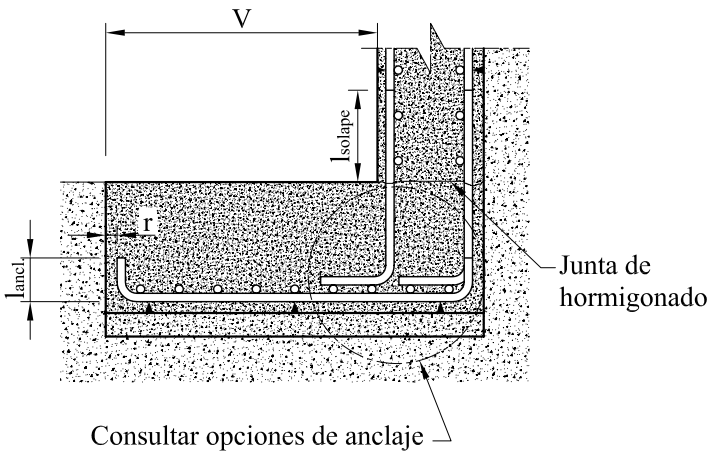
- Se opta por la representación de zapata sin armadura superior.
- Para ver el armado relativo a la zapata consultar "Detalles constructivos de zapatas", Ficha Z-05.b



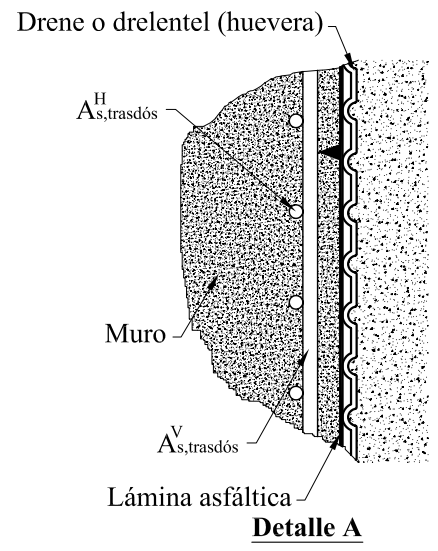
**VARIANTE 1**



**Esquema simplificado de armadura vertical del intradós y tradós**



**VARIANTE 2**



**Detalle A**



# MUROS DE SÓTANO

## ARMADO GENERAL DE MURO

FICHA: MS-02.a

### DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS	
$A_{s,trasdós}$ , $A_{s,intradós}$ (Armadura de trasdós e intradós)	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44) → Consultar nota 1. - Estado límite de servicio por fisuración. (EHE art. 49) - Se dispondrán en cada cara una cuantía de armadura horizontal igual al 20% de la armadura vertical correspondiente a dicha cara. ([4] pag. 175)
$A_{s,coronación}$ (Armadura de coronación)	- Para alturas de muro hasta 4 m.: $A_{s,coronación} = 2\phi 12$ . ([6] pag. 602) - Para alturas de muro mayor de 4 m.: $A_{s,coronación} = 2\phi 16$ . ([6] pag. 602)
$dH$ (Separación de barras)	$dH$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\leq 30</math> cm. (EHE art. 42.3.1)</li> <li>- <math>\leq 2</math> veces el espesor del muro. ([3] pag. 175)</li> <li>- <math>\geq 2</math> cm. (EHE art. 66.4.1)</li> <li>- <math>\geq \phi_{barra}</math> mayor. (EHE art. 66.4.1)</li> <li>- <math>\geq 1,25</math> Tamaño máximo del arido. (EHE art. 66.4.1)</li> </ul>
$l_{solape}$ (Longitud de solape)	- Empalme de las armaduras pasivas. (EHE art.66.6)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclaje de armaduras pasivas. (EHE art.66.5)
$r$ (Recubrimientos)	- Durabilidad. (EHE art. 37.2.4)
$L_{separador}$ (Separación de separadores)	- Separadores de cada emparrillado: Distancia máxima : $50\phi$ ó 50 cm. (EHE art. 66.2) - Separadores entre emparrillado: Distancia máxima : 100 cm. (EHE art. 66.2)
$h_{muro}$ (Canto del muro)	- $h_{muro} \geq 20$ cm. ([4] pag. 171)

#### Notas:

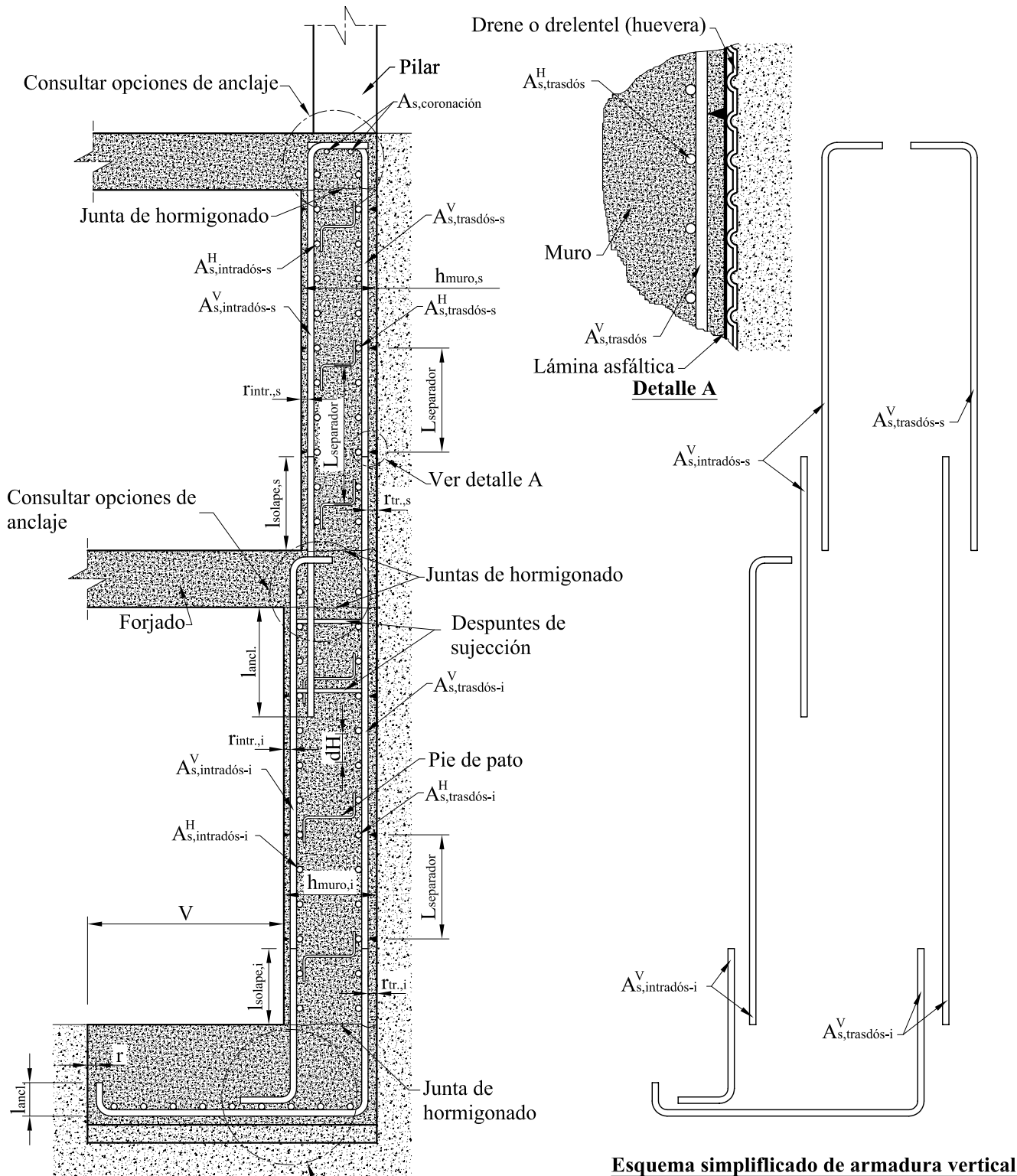
- 1.- Por razones económicas el canto debe ser el menor posible, pues así se disminuye el volumen de hormigón. Por otro lado, el canto del muro deberá ser tal que no se necesite armadura cortante (estribos), ya que es siempre una solución antieconómica y, casi seguro, ilógica (salvo casos muy especiales). Siempre es preferible aumentar el canto.
- 2.- Algunos programas informáticos, como ejemplo CYPE, disponen de una cierta cuantía de armadura transversal en forma de estribos no necesaria por cálculo. La colocación de dicha armadura en CYPE, se basa de acuerdo con las bibliografías [6] pag. 724, [4] pag. 175. Para mayor información consultar Ficha: MS-03.  
La Instrucción EHE, no hace ninguna referencia respecto al tema.
- 3.- La bibliografía [6] pag. 714, propone un método de cálculo en muros de sótano.

#### Consultar Fichas

- Opciones de anclaje ⇒ Fichas: MS-05.a, MS-05.b
- Armadura transversal en muros ⇒ Ficha: MS-03

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

Ficha válida para muro con dos sótanos.



**Esquema simplificado de armadura vertical del intradós y tradós**

Consultar opciones de anclaje  
 Para armadura de espera de muro independiente de la zapata, consultar Ficha MS-02.a, Variante 2

Notas:

- Se opta por la representación de zapata sin armadura superior.
- Para ver el armado relativo a la zapata consultar "Detalles constructivos de zapatas", Ficha Z-05.b

**DATOS CONSTRUCTIVOS****Consultar Fichas**

Armadura de trasdós e intradós ⇒ Ficha: MS-02.a

Armadura de coronación ⇒ Ficha: MS-02.a

Separación entre barras ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de anclaje ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de solape ⇒ Ficha: MS-02.a

Recubrimientos ⇒ Ficha: MS-02.a

Separación de separadores ⇒ Ficha: MS-02.a

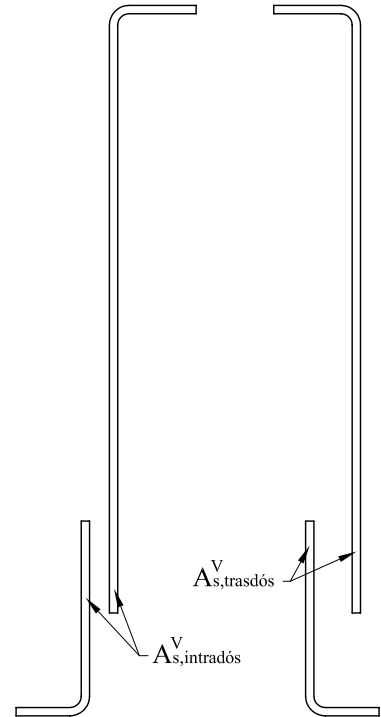
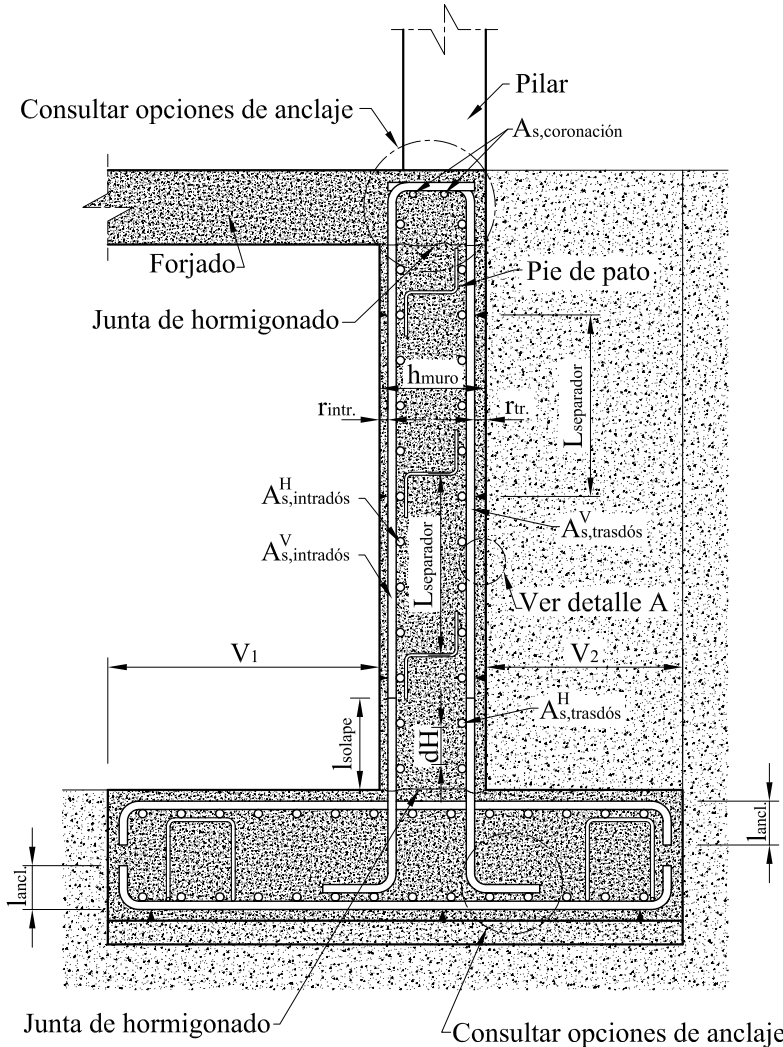
Canto en muros ⇒ Ficha: MS-02.a

Armadura transversal en muros ⇒ Ficha: MS-03

Opciones de anclaje ⇒ Fichas: MS-05.a, MS-05.b

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

Ficha válida para muro con talón.



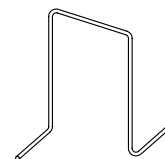
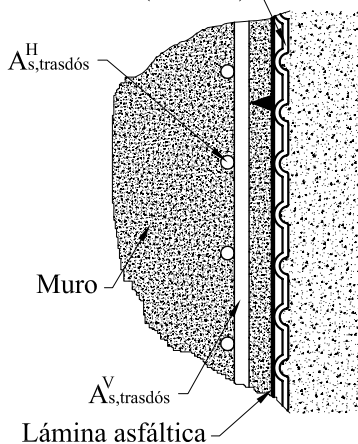
**Esquema simplificado de armadura vertical del intradós y tradós**

**Notas:**

- Para ver el armado relativo a la zapata consultar, "Detalles constructivos de zapatas", Ficha Z-04.b
- En la figura se representa la armadura superior de la zapata en todo su ancho. Generalmente no suele ser necesaria la colocación de armadura superior en el vuelo izquierdo de la zapata ( $V_1$ ), no obstante suele colocarse aunque no sea necesaria su utilización por cálculo.

**Detalle A**

Drene o drelentel (huevera)



**Detalle de "pie de pato"**

## ***MUROS DE SÓTANO***

### ***ARMADO GENERAL DE MURO***

***FICHA: MS-02.c***

#### ***DATOS CONSTRUCTIVOS***

##### **Consultar Fichas**

Armadura de trasdós e intradós ⇒ Ficha: MS-02.a

Armadura de coronación ⇒ Ficha: MS-02.a

Separación entre barras ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de anclaje ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de solape ⇒ Ficha: MS-02.a

Recubrimientos ⇒ Ficha: MS-02.a

Separación de separadores ⇒ Ficha: MS-02.a

Canto en muros ⇒ Ficha: MS-02.a

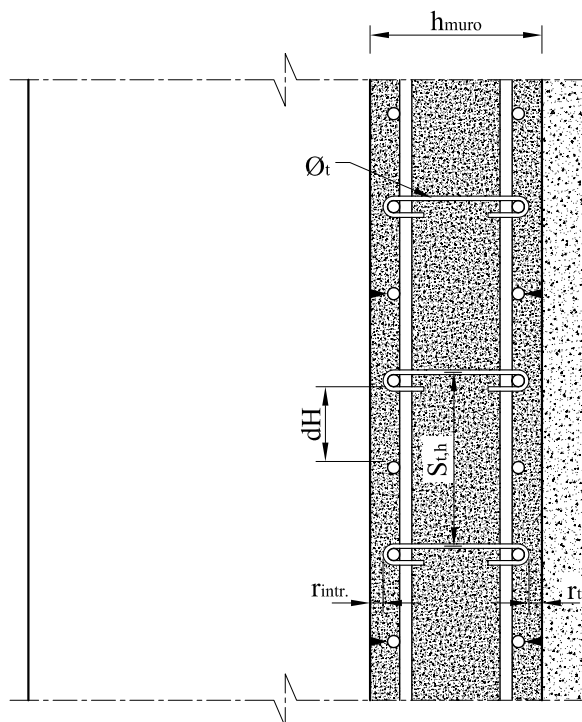
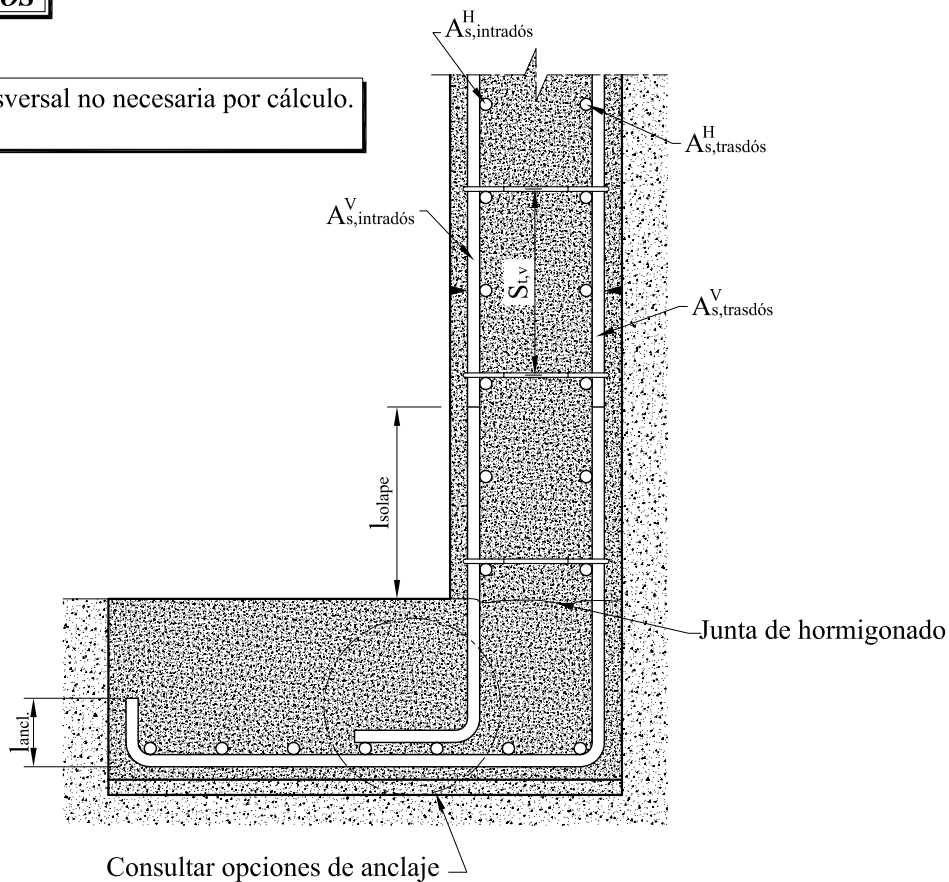
Armadura transversal en muros ⇒ Ficha: MS-03

Opciones de anclaje ⇒ Fichas: MS-05.a, MS-05.b



**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

Ficha válida armadura transversal no necesaria por cálculo.  
Consultar notas 1 y 2.



Notas:

- Se opta por la representación de zapata sin armadura superior.
- Para ver el armado relativo a la zapata consultar "Detalles constructivos de zapatas", Ficha Z-05.b

# MUROS DE SÓTANO

## ARMADURA TRANSVERSAL EN MUROS

FICHA: MS-03

### DATOS CONSTRUCTIVOS

#### PARÁMETROS

$S_{t,v}$ , $S_{t,h}$ (Separación de armadura transversal)	Armadura vertical con $\emptyset > \emptyset 12$	- $S_{t,v} \leq 15\emptyset_{\text{barra}}$ . ([6] pag. 724) - Se dispondrán estribos en todos los cruces. ([6] pag. 724)
	Armadura vertical con $\emptyset \leq \emptyset 12$	- $S_{t,v}$ , $S_{t,h} < 50$ cm. ([6] pag. 724)

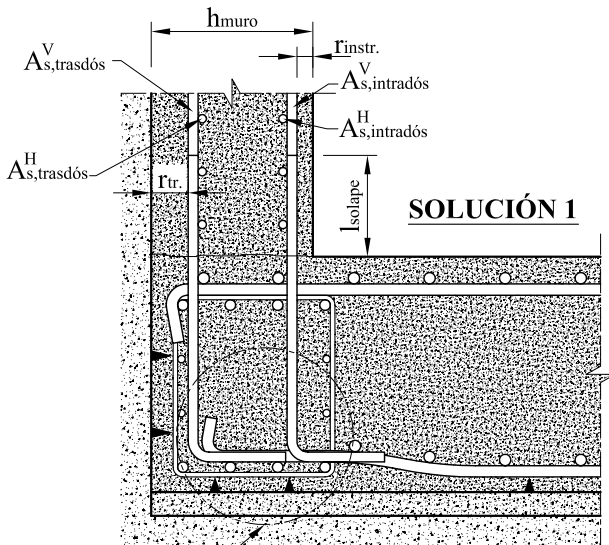
#### Notas:

- 1.- El criterio de la colocación de armadura transversal no necesaria por cálculo, en forma de estribos se emplea siempre que las armaduras verticales se contabilicen en el cálculo como armaduras comprimidas o si su cuantía geométrica es superior al 1% del área de la sección de hormigón.
- 2.- En el caso en el que las armaduras verticales no se contabilicen en el cálculo como armaduras comprimidas o en su cuantía geométrica sea inferior al 1% de la sección de hormigón, no se precisarán otros atados que los necesarios para garantizar su posición durante el hormigonado.

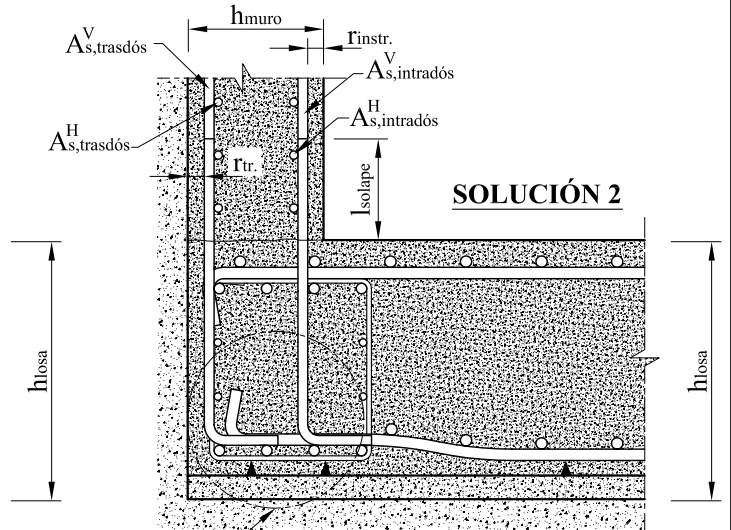
#### Consultar Fichas

Armadura de trasdós e intradós	⇒ Ficha: MS-02.a
Separación entre barras	⇒ Ficha: MS-02.a
Longitud de solape	⇒ Ficha: MS-02.a
Recubrimientos	⇒ Ficha: MS-02.a
Separación de separadores	⇒ Ficha: MS-02.a
Canto en muros	⇒ Ficha: MS-02.a
Opciones de anclaje	⇒ Fichas: MS-05.b

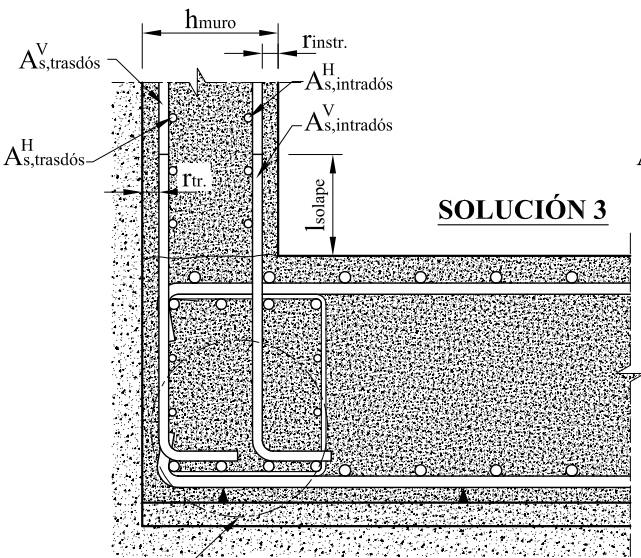
**DETALLES CONSTRUCTIVOS**



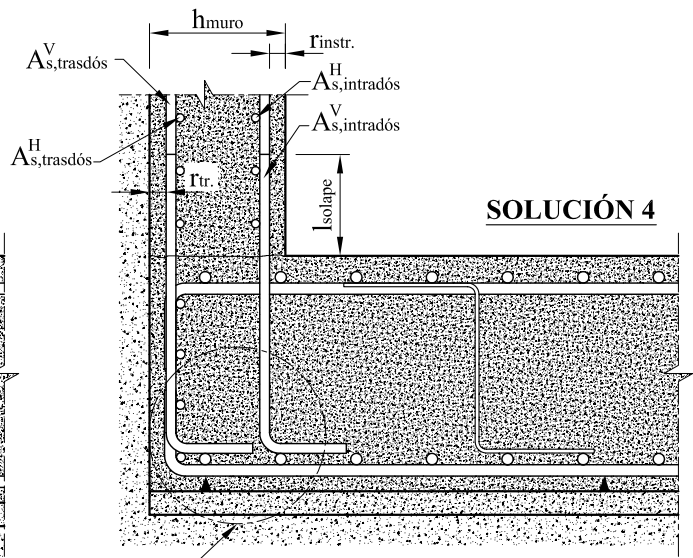
Consultar opciones de anclaje



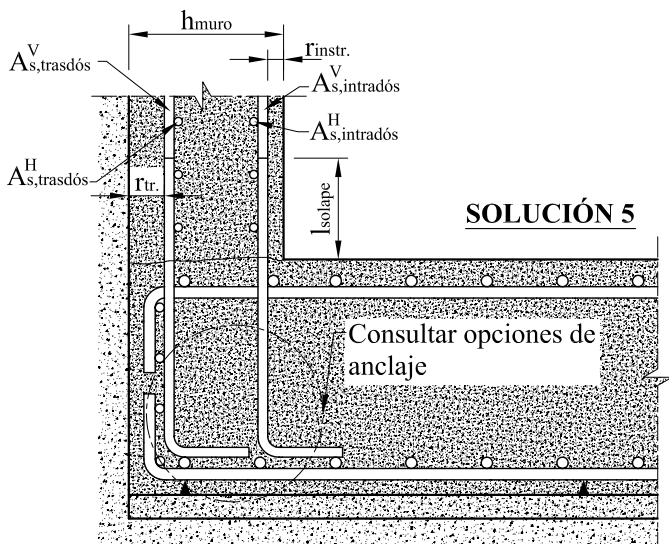
Consultar opciones de anclaje



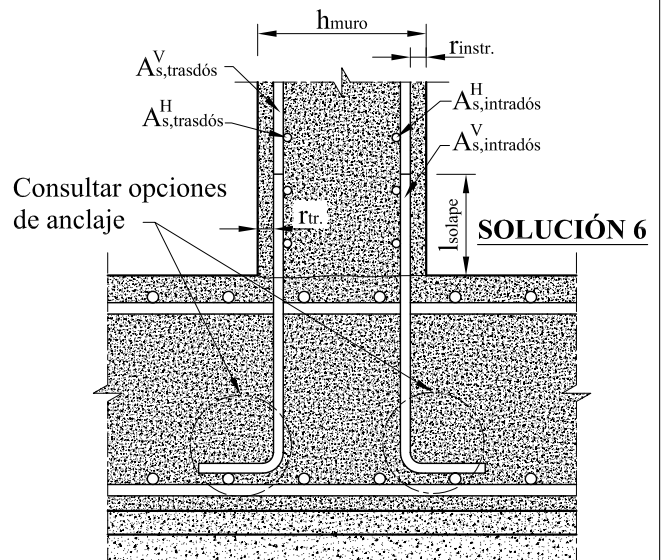
Consultar opciones de anclaje



Consultar opciones de anclaje



Consultar opciones de anclaje



Consultar opciones de anclaje

## ***MUROS DE SÓTANO***

### ***ARMADURA DE ESPERA DE MUROS EN LOSAS DE CIMENTACIÓN***

***FICHA: MS-04***

#### ***DATOS CONSTRUCTIVOS***

##### **Consultar Fichas**

Armadura de trasdós e intradós ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de anclaje ⇒ Ficha: MS-02.a

Recubrimientos ⇒ Ficha: MS-02.a

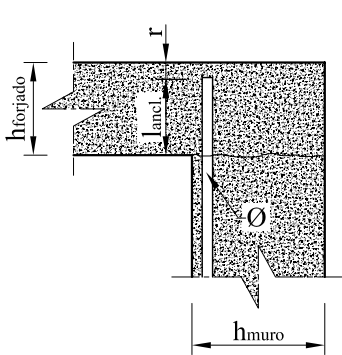
Canto en muros ⇒ Ficha: MS-02.a

Opciones de anclaje ⇒ Ficha: MS-05.b



**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

**A) ARMADURA DE INTRASDOS (ARMADURA COMPRIMIDA) → Consultar nota 3.**

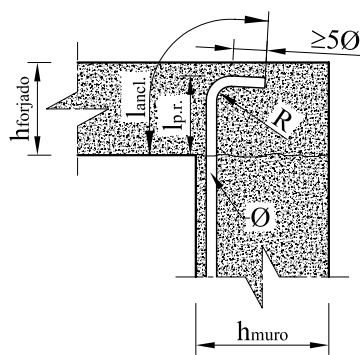


$$l_{ancl.} = l_{p.r}$$

$l_{p.r}$  = longitud en prolongación recta

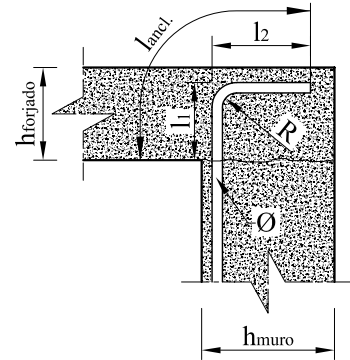
**Anclaje por prolongación recta si:**

$$l_{p.r} \leq h_{forjado} - r$$



**Anclaje en patilla o gancho si:**

$$l_{p.r} \leq h_{forjado} - r$$



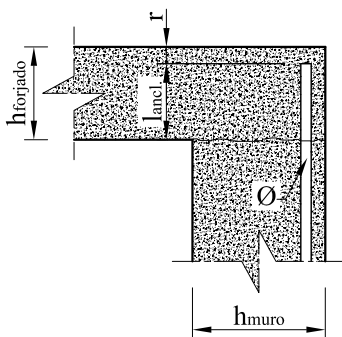
$$l_a = l_{p.r}$$

$$l_2 \approx l_{p.r} - l_1$$

**Anclaje por prolongación vertical + horizontal si:**

$$h_{forjado} - r < l_{p.r}$$

**B) ARMADURA DE TRASDOS (ARMADURA TRACCIONADA) → Consultar nota 2 y Variante de anclaje.**

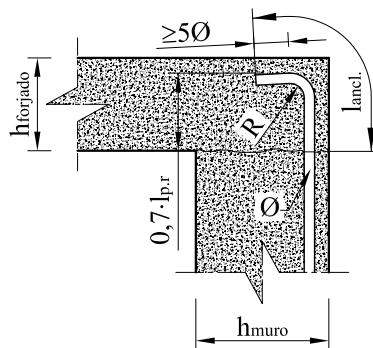


$$l_{ancl.} = l_{p.r}$$

$l_{p.r}$  = longitud en prolongación recta

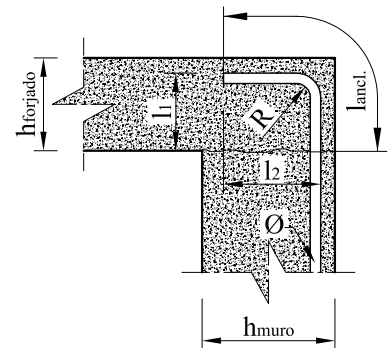
**Anclaje por prolongación recta si:**

$$l_{p.r} \leq h_{forjado} - r$$



**Anclaje en patilla o gancho si:**

$$0,7 \cdot l_{p.r} \leq h_{forjado} - r < l_{p.r}$$



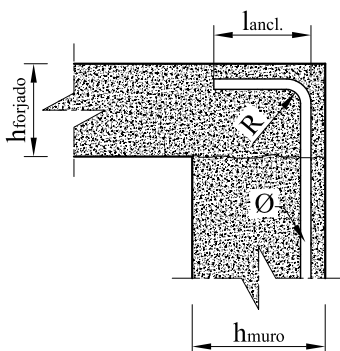
$$l_a = l_{p.r}$$

$$l_2 \approx l_{p.r} - l_1$$

**Anclaje por prolongación vertical + horizontal si:**

$$h_{forjado} - r < 0,7 \cdot l_{p.r}$$

**Variante de anclaje**



En muros de sótano que enlazán con forjados, el problema que existe no es de anclaje, sino de solape. La armadura de trasdós debe solaparse con la armadura superior del forjado (armadura de negativos), o de otra forma que la armadura de trasdós constituya la armadura superior del forjado (sólo aplicable en determinados forjados y en forjados de losas).

Por tanto es recomendable conseguir toda la longitud de anclaje horizontalmente, con esto aseguramos suficiente longitud del solape al anclar la armadura de negativos verticalmente solapando con la armadura de trasdós, (siempre que lo permite el canto del forjado, de lo contrario a partir del eje del muro como así indica la instrucción EHE art.66.5.1).



# MUROS DE SÓTANO

## OPCIONES DE ANCLAJE Anclaje de muros en cimentación

FICHA: MS-05.b

### DATOS CONSTRUCTIVOS

#### PARÁMETROS

L (Longitud de patilla)	- L $\approx$ 20 cm. ([8], Detalle CSZ001)
----------------------------	--

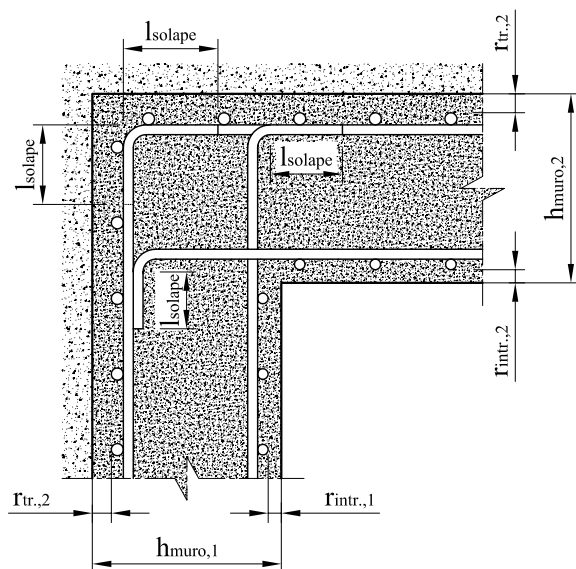
#### Notas:

- 1.- Para las dimensiones del canto del elemento de cimentación que suelen emplearse, la longitud de anclaje se alcanza por prolongación recta. No obstante para dar estabilidad durante el proceso de hormigonado a la armadura de espera del muro, se dotará siempre de patillas a las barras, siendo la longitud de patilla la adecuada para quedar sujeta, al menos por dos barras transversales de la cimentación.
- 2.- De acuerdo la normativa NCSE-02 art. 4.5.3.2 (Figura 4.17), aconseja para aquellas armaduras en tracción solaparlas con el emparrillado de cimentación. Generalmente suele prolongarse la armadura hasta el emparrillado de cimentación, y dotar una longitud de solape igual al parámetro L.

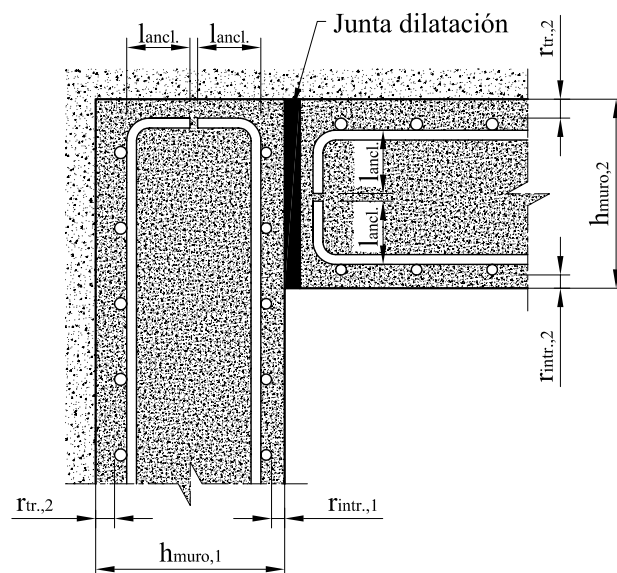
#### RADIOS DE DOBLADO (R) (EHE art. 66.3)

Barras corrugadas	Ganchos, patillas y gancho en U		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$\varnothing \leq 25 \text{ mm}$	$\varnothing > 25 \text{ mm}$
B 400 S	2 $\varnothing$	3,5 $\varnothing$	5 $\varnothing$	6 $\varnothing$
B 500 S	2 $\varnothing$	3,5 $\varnothing$	6 $\varnothing$	7 $\varnothing$

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**



**Encuentros sin juntas de dilatación**



**Encuentros con juntas de dilatación**

**NOTA:**  
Para mayor información de juntas de dilatación consultar Ficha MS-07.

## ***MUROS DE SÓTANO***

### ***ENCUENTRO DE MUROS***

***FICHA: MS-06***

#### ***DATOS CONSTRUCTIVOS***

#### **NOTAS**

1.- Frecuentemente los muros de sótano presentan disposiciones de encuentro en esquina y se presenta el efecto de esquina (introducción de flexión horizontal), al empotrarse un muro en el otro. Una solución para evitarlo es crear una junta de dilatación, pero en muchas ocasiones resulta preferible no disponer tal junta y es necesario resistir la flexión horizontal que el efecto esquina produce.

En la bibliografía [6] pag. 727, nos indica como podemos contabilizar dicha flexión horizontal.

#### **Consultar Fichas**

Longitud de solape ⇒ Ficha: MS-02.a

Longitud de anclaje ⇒ Ficha: MS-02.a

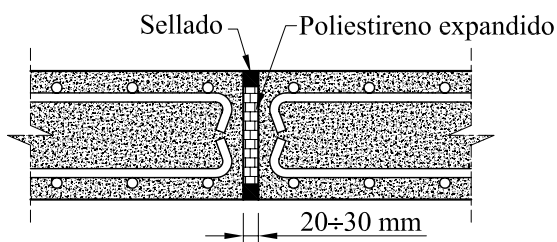
Recubrimientos ⇒ Ficha: MS-02.a

Canto en muros ⇒ Ficha: MS-02.a

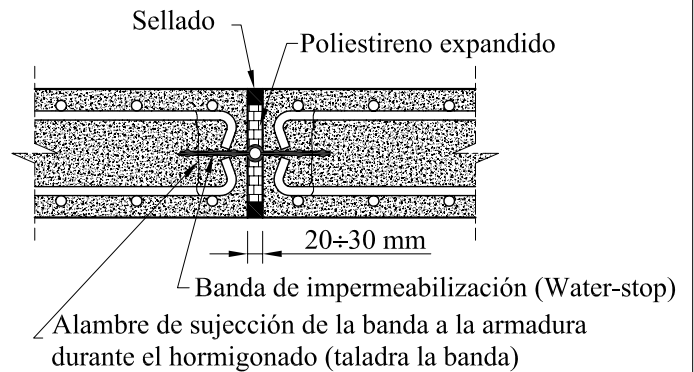
**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

**TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN**

a) Junta para impermeabilidad no muy alta



b) Junta para impermeabilidad muy alta

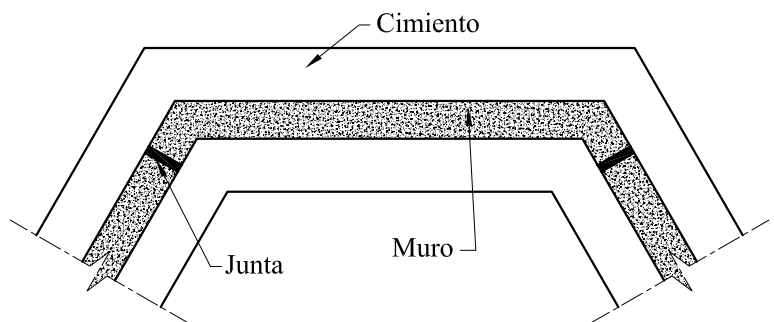
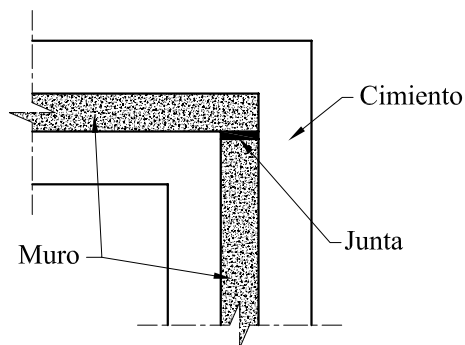


**Nota:**

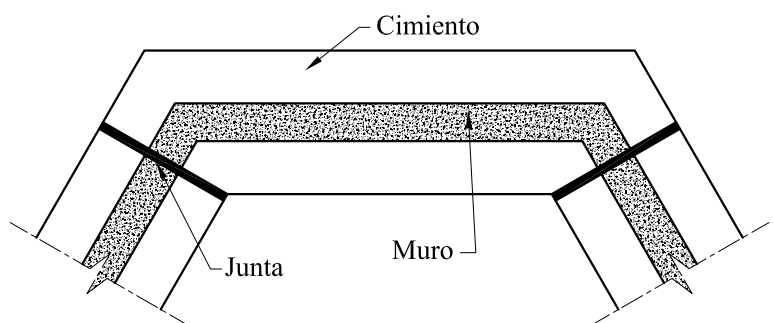
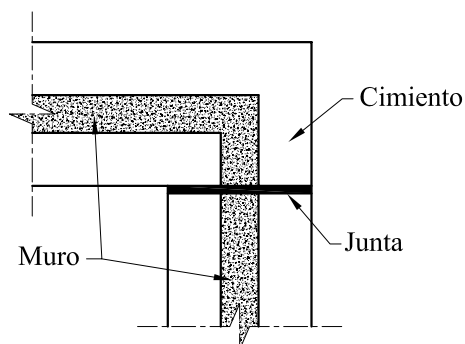
La banda de impermeabilización debe entrar al menos 50 cm en el cimiento.

**JUNTAS DE DILATACIÓN EN ENCUENTRO DE MUROS**

A) JUNTAS QUE AFECTAN SOLO AL MURO



B) JUNTAS QUE AFECTAN AL MURO Y AL CIMIENTO



**DATOS CONSTRUCTIVOS**

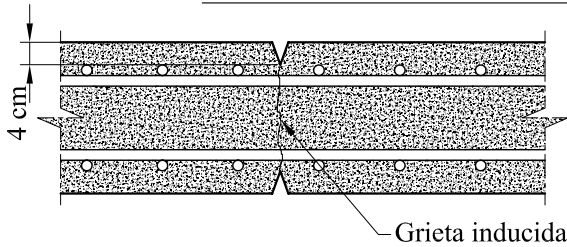
**Disposición de juntas de dilatación ([6] pag. 705)**

- 1.- Cada 30 m como máximo.
- 2.- En donde cambie la profundidad del plano de cimentación.
- 3.- En donde cambie la altura del muro.
- 4.- En todo cambio de dirección en planta, debido a que de otra forma se producen momentos flectores y esfuerzos axiales sobre el alzado, en dirección horizontal.
- 5.- Si el muro no cambia ni de dirección, ni de sección (altura del muro o profundidad del plano de cimentación), la junta puede afectar sólo al alzado, pero no al cimiento. En otro caso debe afectar también al cimiento, salvo que se estudien los esfuerzos introducidos en éste, en especial los momentos torsores.



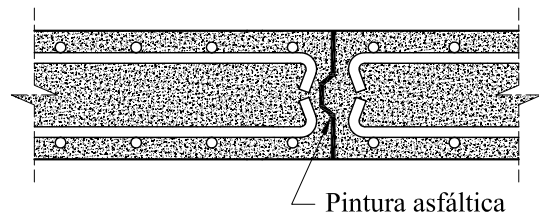
**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

**JUNTAS CON REDUCIDA CAPACIDAD DE IMPERMEABILIDAD**



**Solución 1**

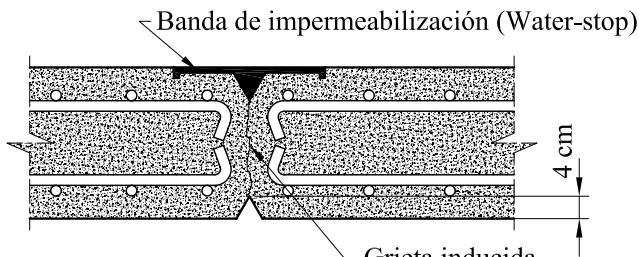
Junta con capacidad para transmisión de esfuerzos



**Solución 2**

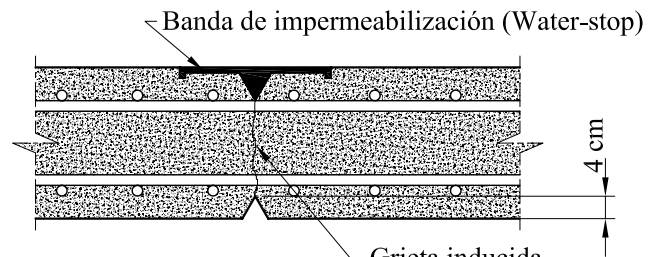
Junta sin capacidad para transmisión de esfuerzos

**JUNTAS CON IMPERMEABILIDAD GARANTIZADA**



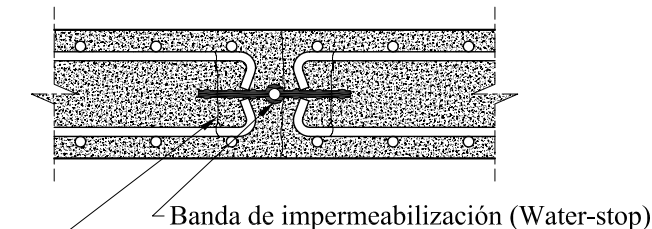
**Solución 1**

Junta sin capacidad para transmisión de esfuerzos



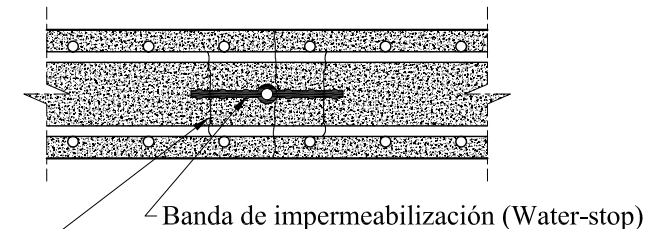
**Solución 2**

Junta con capacidad para transmisión de esfuerzos



**Solución 3**

Junta sin capacidad para transmisión de esfuerzos



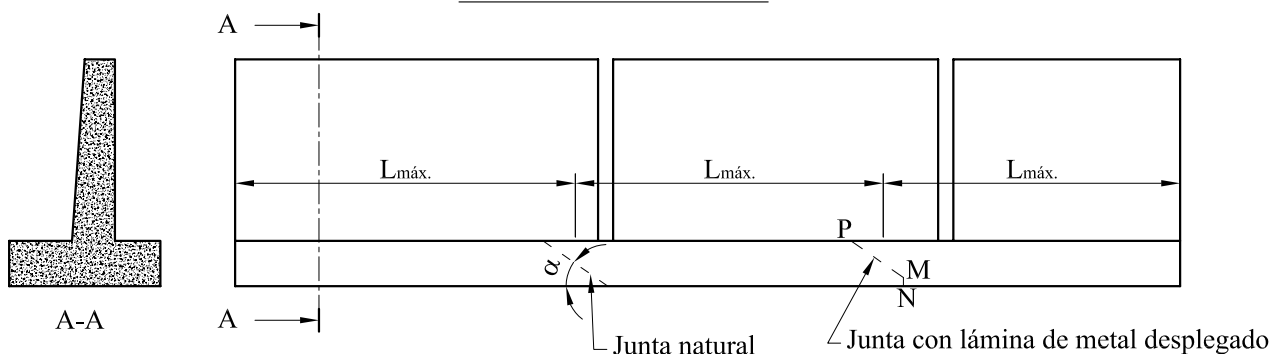
**Solución 4**

Junta con capacidad para transmisión de esfuerzos

**Nota:**

La banda de impermeabilización debe entrar al menos 50 cm en el cimiento.

**JUNTAS EN CIMIENTO**



**MUROS DE SÓTANO**
**JUNTAS VERTICALES DE  
CONTRACCIÓN**
**FICHA: MS-08**
**DATOS CONSTRUCTIVOS**
**NOTAS**

- 1.- Las juntas de contracción suelen utilizarse simultáneamente como juntas de hormigonado.
- 2.- La juntas de contracción por grieta inducida nos uelen ser muy utilizadas en obra.

**JUNTAS VERTICALES DE CONTRACCIÓN EN MURO ([5] pag. 124)**

Altura del muro (H)	Distancia recomendada entre juntas verticales de contracción
$H \leq 2,4 \text{ m}$	3H
$2,4 \text{ m} < H \leq 3,6 \text{ m}$	2H
$H > 3,6 \text{ m}$	H (La distancia máxima no debe rebasar 7,5 m)

**JUNTAS VERTICALES DE CONTRACCIÓN EN CIMIENTO ([5] pag. 122)**

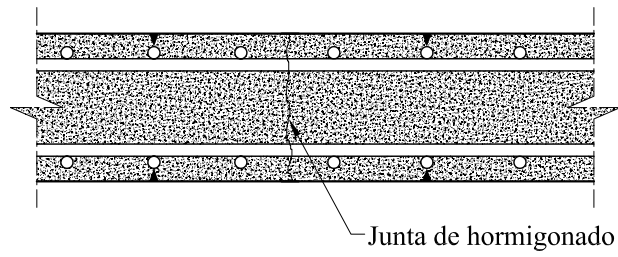
Tipo de clima	L <sub>máx.</sub> según época del año	
	Calurosa	Fría
Seco	10 m	16 m
Húmedo	12 m	18 m

**Notas:**

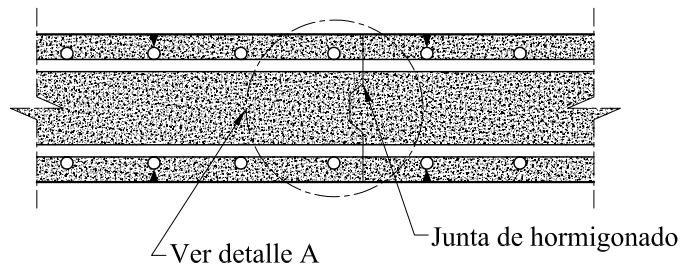
- 1.- La junta se organiza según el talud natural del hormigón vibrado ( $\alpha \approx 25^\circ$ ), o bien encofrandola con metal desplegado.
- 2.- La alternativa de encofrar la junta con metal desplegado o malla metálica tupida (galvanizados en ambos casos) permite que la junta se disponga verticalmente.

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

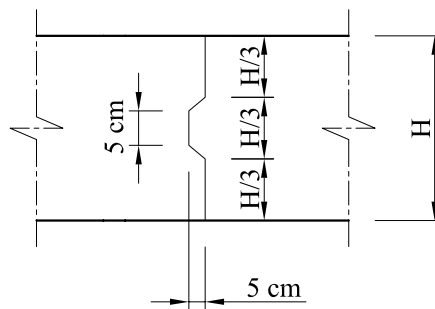
**JUNTA DE HORMIGONADO HORIZONTAL**



**JUNTA DE HORMIGONADO "BOCA DE PERRO"**



**Detalle A**



***MUROS DE SÓTANO***

***JUNTAS DE HORMIGONADO***

***FICHA: MS-09***

***DATOS CONSTRUCTIVOS***

**NOTAS**

- 1.- Las juntas de hormigonado son las más empleadas en obra en la ejecución de muros.
- 2.- Las juntas de hormigonado de "boca de perro" facilitan la transmisión de esfuerzos, además permiten respecto a la horizontal mayor estanqueidad, aunque resultan más laboriosas de obtener.