

Guías de Diseño y Construcción

Arriostramiento de Cimentación



D-13 Departamento de Ingeniería Civil,
de Materiales y Fabricación



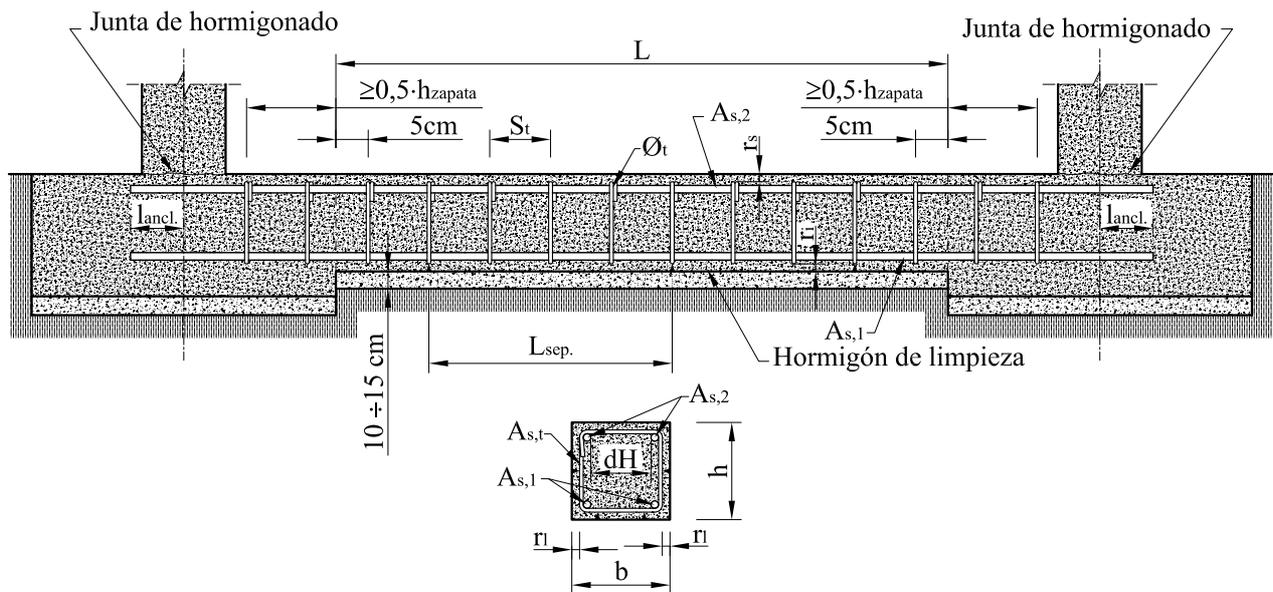
UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Miguel Troyano Moreno
José María Dorado Rodas

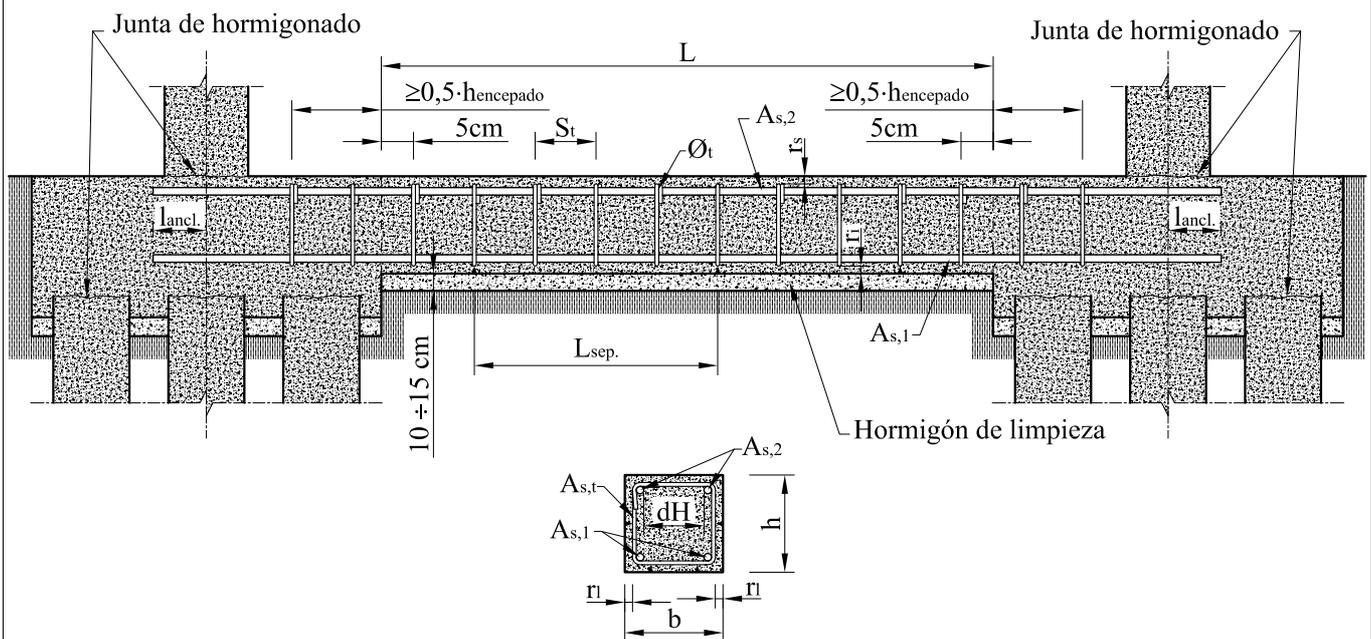
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para vigas de atado.

VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS



VIGA DE ATADO ENTRE ENCEPADOS



Nota:

En encepados con uno o dos pilotes es imprescindible disponer vigas centradoras encargadas de absorber tanto las excentricidades accidentales como los momentos del pie del soporte.

PIEZAS DE ARRIOSTRAMIENTO

ARMADURA EN PIEZAS DE ARRIOSTRAMIENTO

FICHA: PA-01.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS	
$A_{s,1}$, $A_{s,2}$ (Armadura longitudinal)	<ul style="list-style-type: none"> - Vigas de centrado y atado. (EHE art. 59.5) - Vigas (EHE art. 54) - Estado límite último de agotamiento frente a sollicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite de servicio de fisuración. (EHE art. 49) → consultar nota 1.
$A_{s,t}$ (Armadura transversal)	\varnothing_t (Diámetro de estribos) <ul style="list-style-type: none"> - Emplear diámetros: $\varnothing 6$, $\varnothing 8$, $\varnothing 10$. ([5] pag. 381) - $\varnothing_t \geq \frac{1}{4} \varnothing_{m\acute{a}x.}$ (caso de armadura de compresión obtenida por cálculo). (EHE art. 42.3)
	S_t (Separación de estribos) <ul style="list-style-type: none"> - $S_t \leq 15 \cdot \varnothing_{m\acute{i}n.}$ (caso de armadura de compresión obtenida por cálculo). (EHE art. 42.3) - $S_t \leq 30$ cm (en piezas comprimidas). (EHE art. 42.3) - $S_t \leq \min(b,h)$. (en piezas comprimidas). (EHE art. 42.3)
r (Recubrimientos)	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilidad. (EHE art. 37.2.4)
$L_{sep.}$ (Separación de separadores)	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia máxima : 100 cm. (EHE art. 66.2) - Se dispondrán al menos, tres planos de separadores por vano.
h , b (Dimensiones de viga)	<ul style="list-style-type: none"> - $h = b$ (en vigas de atado). ([5] pag. 538) - $b \geq L/20 \geq 25$ cm (limitación por pandeo). ([5] pag. 538) - $h \geq L/20 \geq 25$ cm (limitación por pandeo). ([5] pag. 538) - Cantos mínimos. (EHE art. 50.2.2.1)
dH (Separación de barras)	dH <ul style="list-style-type: none"> - ≤ 30 cm. (EHE art. 42.3.1) - \leq Tres veces el espesor bruto del elemento en la zona que vayan. (EHE art. 42.3) - ≥ 2 cm. (EHE art. 66.4.1) - $\geq \varnothing_{barra}$ mayor. (EHE art. 66.4.1) - $\geq 1,25$ Tamaño máximo del arido. (EHE art. 66.4.1)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)

Notas:

1. - Para facilitar el cálculo o comprobación de fisuración se propone la siguiente limitación:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,15 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd} \quad ([5] \text{ pag. } 538)$$

2. - Colocar estribos del mismo diámetro en todo el vano, facilita la ejecución por parte del operario.

3.- Como norma general, colocar estribos finos y juntos resulta más ventajoso que disponerlos gruesos y separados, pues así se mejoran las condiciones de adherencia y fisuración. Si resultan muy juntos, es preferible aparearlos (colocando dos en contacto) a disponerlos solos y de sección doble. ([5] pag. 381)

4.- Según la Instrucción EHE art. 42.3.1, si la separación de estribos (S_t) es inferior a $15 \cdot \varnothing_{m\acute{i}n.}$, su diámetro (\varnothing_t) podrá disminuirse de tal forma que la relación entre la sección del estribo y la separación S_t siga siendo la misma que cuando se adopta:

$$\varnothing_t = 1/4 \varnothing_{m\acute{a}x.}; \text{ y } \varnothing_t = 15 \cdot \varnothing_{m\acute{i}n.}$$

5. - $\varnothing_{m\acute{i}n.}$ = Diámetro de la barra longitudinal más delgada a compresión.

6. - $\varnothing_{m\acute{a}x.}$ = Diámetro de la barra longitudinal más gruesa a compresión.

Consultar Fichas

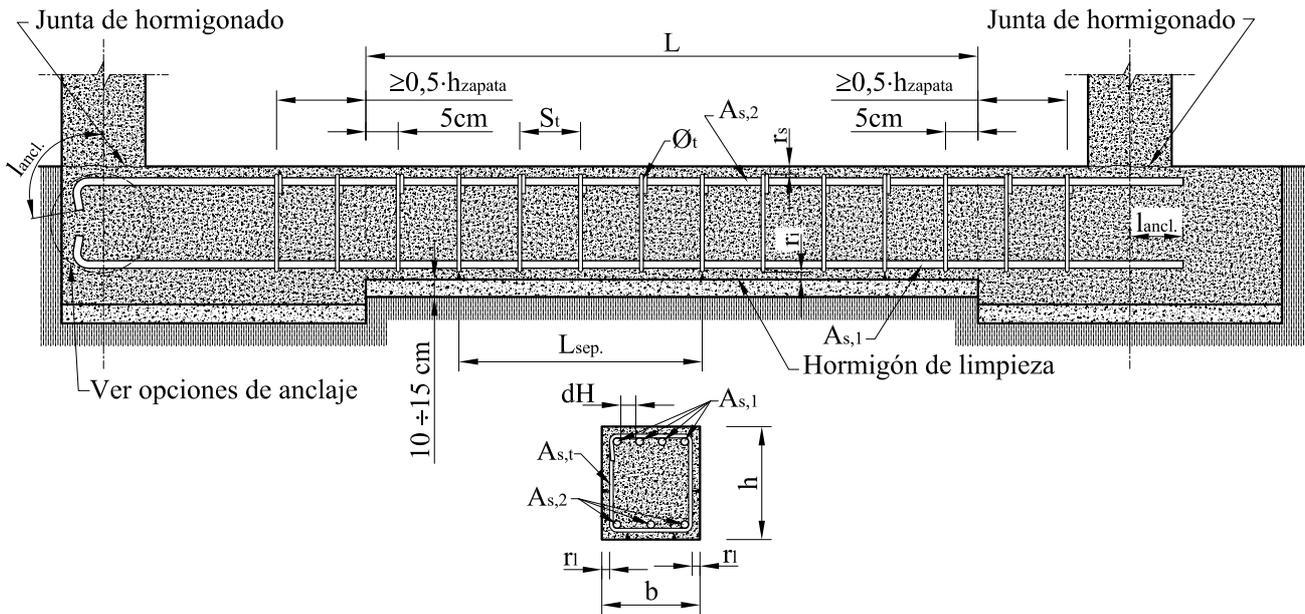
Opciones de anclaje ⇒ Fichas PA-03

Secciones de vigas de atado ⇒ Fichas PA-04

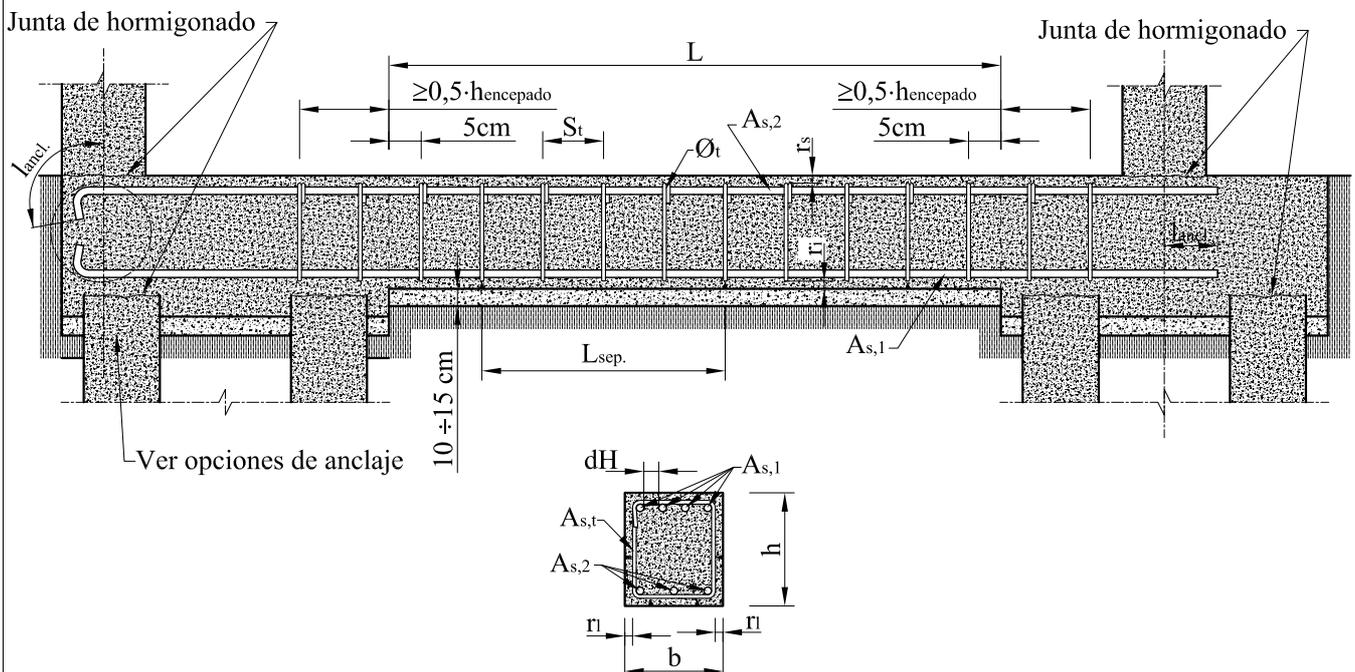
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para vigas centradoras.

VIGA CENTRADORA ENTRE ZAPATAS



VIGA CENTRADORA ENTRE ENCEPADOS



PIEZAS DE ARRIOSTRAMIENTO

ARMADURA EN PIEZAS DE ARRIOSTRAMIENTO

FICHA: PA-01.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS	
$A_{s,1}$, $A_{s,2}$ (Armadura longitudinal)	<ul style="list-style-type: none"> - Vigas de centrado y atado. (EHE art. 59.5) - Vigas (EHE art. 54) - Estado límite último de agotamiento frente a sollicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44) - Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45) → consultar nota 2. - Estado límite de servicio de fisuración. (EHE art. 49) → consultar nota 1.
$A_{s,t}$ (Armadura transversal)	\varnothing_t (Diámetro de estribos) <ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44.2.3.4.1) - Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45.2.3) - Emplear diámetros: $\varnothing 6$, $\varnothing 8$, $\varnothing 10$. ([5] pag. 381) - $\varnothing_t \geq \frac{1}{4} \varnothing_{\text{máx.}}$ (caso de armadura de compresión obtenida por cálculo). (EHE art. 42.3)
	S_t (Separación de estribos) <ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44.2.3.4.1) - Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45.2.3). - Estado límite de servicio por fisuración. (EHE art. 49.3, 49.4) - $S_t \leq 15 \cdot \varnothing_{\text{mín.}}$ (caso de armadura de compresión obtenida por cálculo). (EHE art. 42.3) - $S_t \leq 30$ cm (en piezas comprimidas). (EHE art. 42.3) - $S_t \leq \text{mín}(b,h)$ (en piezas comprimidas). (EHE art. 42.3)
r (Recubrimientos)	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilidad. (EHE art. 37.2.4)
$L_{\text{sep.}}$ (Separación de separadores)	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia máxima : 100 cm. (EHE art. 66.2) - Se dispondrán al menos, tres planos de separadores por vano.
h , b (Dimensiones de viga)	<ul style="list-style-type: none"> - $b \geq L/20 \geq 25$ cm (limitación por pandeo). ([5] pag. 538) - $h \geq L/12 \geq 40$ cm (limitación por pandeo). ([5] pag. 538) - Cantos mínimos. (EHE art. 50.2.2.1)
d_H (Separación de barras)	d_H <ul style="list-style-type: none"> - ≤ 30 cm. (EHE art. 42.3.1) - \leq Tres veces el espesor bruto del elemento en la zona que vayan. (EHE art. 42.3) - ≥ 2 cm. (EHE art. 66.4.1) - $\geq \varnothing_{\text{barra mayor}}$. (EHE art. 66.4.1) - $\geq 1,25$ Tamaño máximo del arido. (EHE art. 66.4.1)
$l_{\text{ancl.}}$ (Longitud de anclaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)

Notas:

- Para facilitar el cálculo o comprobación de fisuración se propone la siguiente limitación:
 $A_s \cdot f_{yd} \geq 0,15 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}$ ([5] pag. 538)
- En general, las vigas centradoras se calculan a flexión. Puede ocurrir en zapatas con carga biexcéntrica, cuando se emplean vigas centradoras únicamente en una dirección, deben calcularse a flexión y a torsión.
- Colocar estribos del mismo diámetro en todo el vano, facilita la ejecución por parte del operario.
- Como norma general, colocar estribos finos y juntos resulta más ventajoso que disponerlos gruesos y separados, pues así se mejoran las condiciones de adherencia y fisuración. Si resultan muy juntos, es preferible aparearlos (colocando dos en contacto) a disponerlos solos y de sección doble. ([5] pag. 381)
- Se recomienda que el canto de la viga centradora sea menor o igual que el canto de la zapata, para lograr una separación de estribos constante en toda la longitud de la viga, ya que el cortante máximo se encuentra dentro de la zapata siendo resistida por ella (zapata). ([2] pag. 519)
- Según la Instrucción EHE art. 42.3.1, si la separación de estribos (S_t) es inferior a $15 \cdot \varnothing_{\text{mín.}}$, su diámetro (\varnothing_t) podrá disminuirse de tal forma que la relación entre la sección del estribo y la separación S_t siga siendo la misma que cuando se adopta:
 $\varnothing_t = 1/4 \varnothing_{\text{máx.}}$; y $\varnothing_t = 15 \cdot \varnothing_{\text{mín.}}$
- $\varnothing_{\text{mín.}}$ = Diámetro de la barra longitudinal más delgada a compresión.
- $\varnothing_{\text{máx.}}$ = Diámetro de la barra longitudinal más gruesa a compresión.

Consultar Fichas

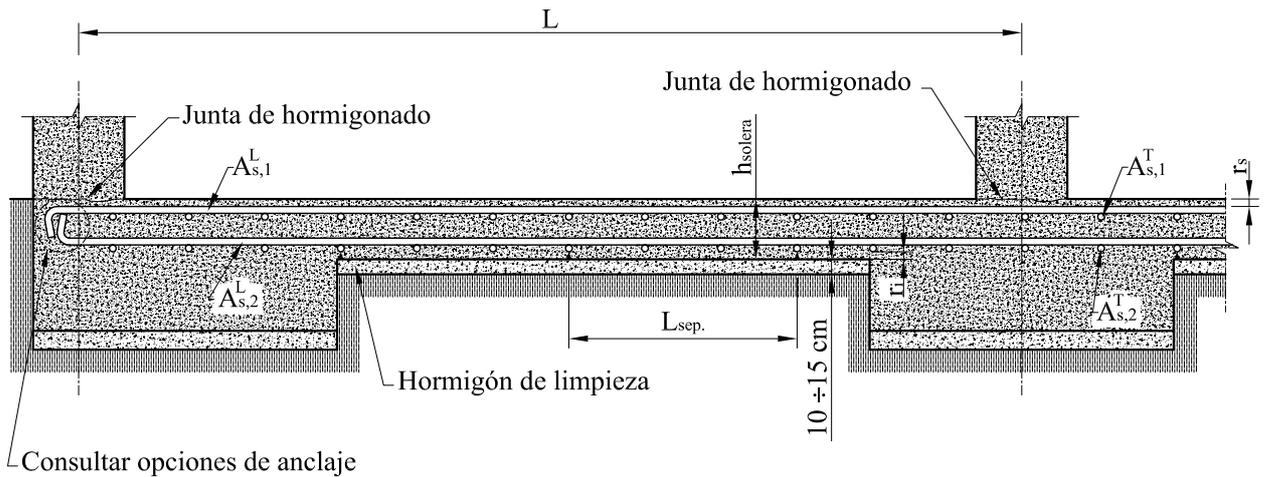
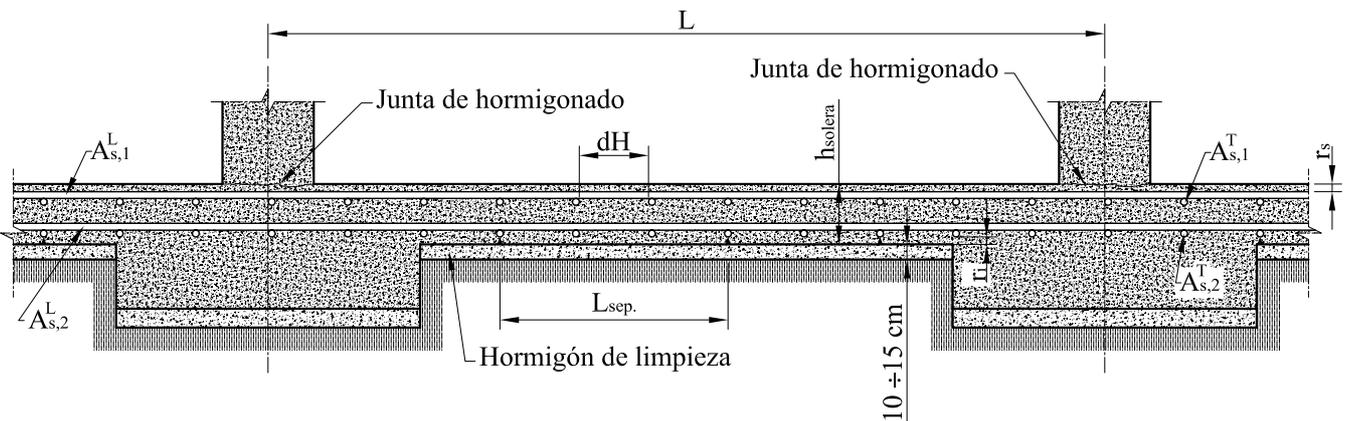
Opciones de anclaje ⇒ Fichas PA-03

Secciones de vigas centradoras ⇒ Fichas PA-04

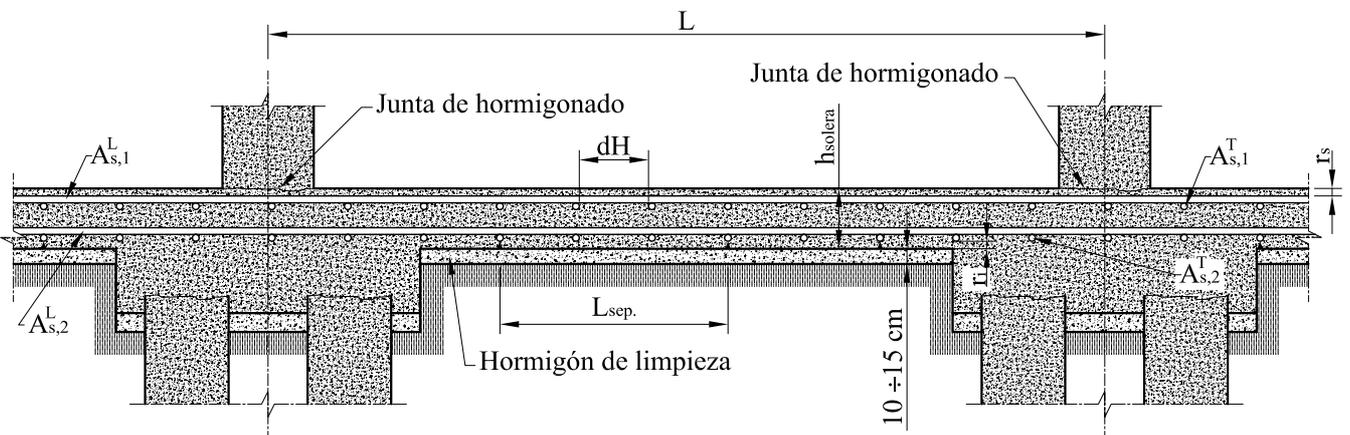
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para solera estructural. Consultar nota 1.

SOLERA ESTRUCTURAL ENTRE ZAPATAS



SOLERA ESTRUCTURAL ENTRE ENCEPADOS



**PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

**ARMADURA EN PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

FICHA: PA-01.c

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS		
$A_{s,1}^L, A_{s,1}^T, A_{s,2}^L, A_{s,2}^T$ (Armadura longitudinal y transversal)	Solera estructural de atado	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite de servicio de fisuración. (EHE art. 49) - Emplear diámetros. Ø8,Ø10,Ø12,Ø16 y Ø20. ([8] detalle CCM017)
	Solera estructural centradora	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44) - Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45) - Estado límite de servicio de fisuración. (EHE art. 49) - Emplear diámetros. Ø8,Ø10,Ø12,Ø16 y Ø20. ([8] detalle CCM017)
r (Recubrimientos)	- Durabilidad. (EHE art. 37.2.4)	
$L_{sep.}$ (Separación de separadores)	- Distancia máxima para emparrillado superior : 50Ø ó 50 cm. (EHE art. 66.2) - Distancia máxima para emparrillado inferior : 50Ø ó 100 cm. (EHE art. 66.2)	
h_{solera} (Canto solera estructural)	- $h_{solera} \geq 15$ cm. (NCSE-02 art. 4.3.2) - $h_{solera} \geq L/50$ cm. (NCSE-02 art. 4.3.2) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44) → consultar nota 3.	
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclaje de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)	
dH (Separación de barras)	dH <ul style="list-style-type: none"> - ≤ 30 cm. (EHE art. 42.3.1) - ≤ Tres veces el espesor bruto del elemento en la zona que vayan. (EHE art. 42.3) - ≥ 2 cm. (EHE art. 66.4.1) - ≥ Øbarra mayor. (EHE art. 66.4.1) - ≥ 1,25 Tamaño máximo del arido. (EHE art. 66.4.1) 	
<p>Notas:</p> <p>1.- Las soleras estructurales pueden disponerse apoyadas en la cara superior de las zapatas, lo que conlleva disponer una junta de hormigonado la cual debe ser objeto de un estudio profundo. Otra disposición más razonable, es la reflejada en el detalle constructivo propuesto, es decir hormigonada a la vez con la zapata o encepado.</p> <p>2.- En general el emparrillado inferior de la losa estructural puede omitirse, como queda reflejado en [8] detalle CCM017, aunque aconseja su utilización. Destacar la ausencia de información en bibliografías consultadas, incluida la normativa EHE, la cual no comenta nada sobre la solera estructural.</p> <p>3.- Es recomendable y regla de buena práctica, dimensionar el canto de la solera de manera que no sea necesaria la incorporación de armadura cortante, en general el cortante máximo será resistido por la zapata (al localizarse en su interior), no siendo necesaria por tanto la incorporación de armadura de cortante.</p>		

Consultar Fichas

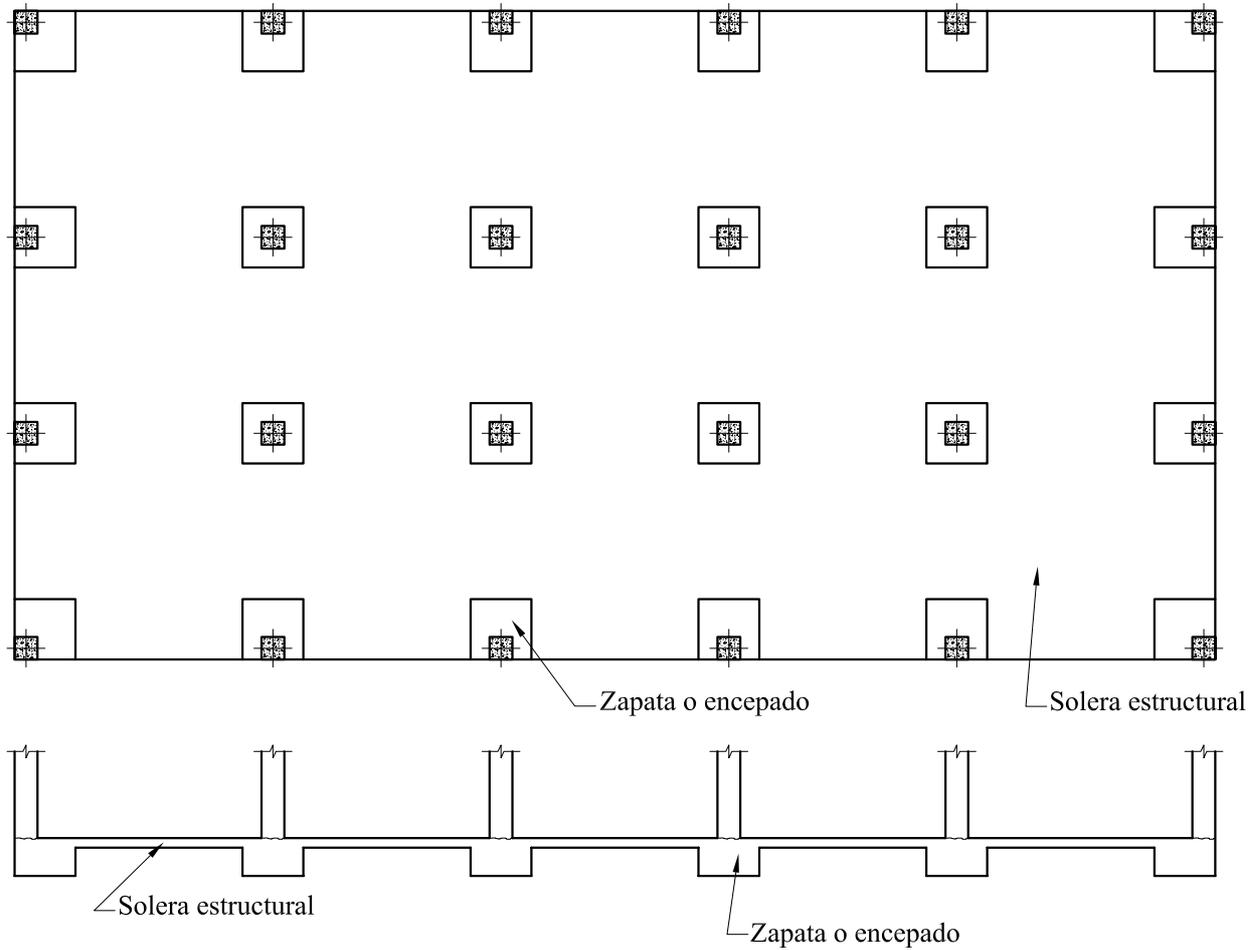
Opciones de anclaje ⇒ Fichas PA-03

DETALLES CONSTRUCTIVOS

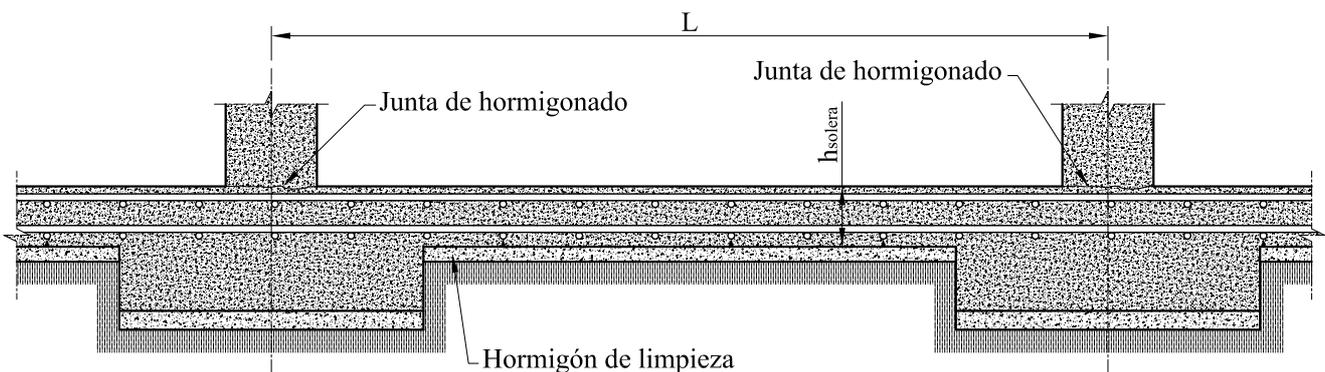
Ficha válida para:

- $a_c < 0,16g$. (a_c = aceleración sísmica de cálculo). Consultar nota 1.
- Elemento de atado constituido por solera estructural. consultar nota 2.

Para elementos de atado constituidos por vigas de hormigón armado, consultar Ficha PA-02.b



SOLERA ESTRUCTURAL



**PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

ARRIOSTRAMIENTO SEGÚN NCSE-02

FICHA: PA-02.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$N_{d,c}$, $N_{d,t}$
(Axiles de cálculo de vigas
centradoras y de atado)

- $N_{d,c}$, $N_{d,t} = a_c \cdot N_d$ (NCSE-02 art.4.3.2)

Notas:

- 1.- Cada uno de los elementos de cimentación que transmita al terreno cargas verticales significativas deberá enlazarse con los elementos contiguos en dos direcciones, mediante dispositivos de atado situados a nivel de las zapatas. (NCSE-02 art.4.3.2)
- 2.- Podrá considerarse que la solera de hormigón constituye el elemento de atado, siempre que se sitúe a nivel de las zapatas o apoyadas en su cara superior.
- 3.- $N_{d,c}$ = Axil de cálculo a compresión en vigas centradoras y atado.
- 4.- $N_{d,t}$ = Axil de cálculo a tracción en vigas centradoras y atado.
- 5.- N_d = Axil de cálculo del soporte que arriostra la viga de atado o centradora.

Consultar Fichas

Armadura en solera estructural \Rightarrow Ficha PA-01.c

PIEZAS DE ARRIOSTRAMIENTO

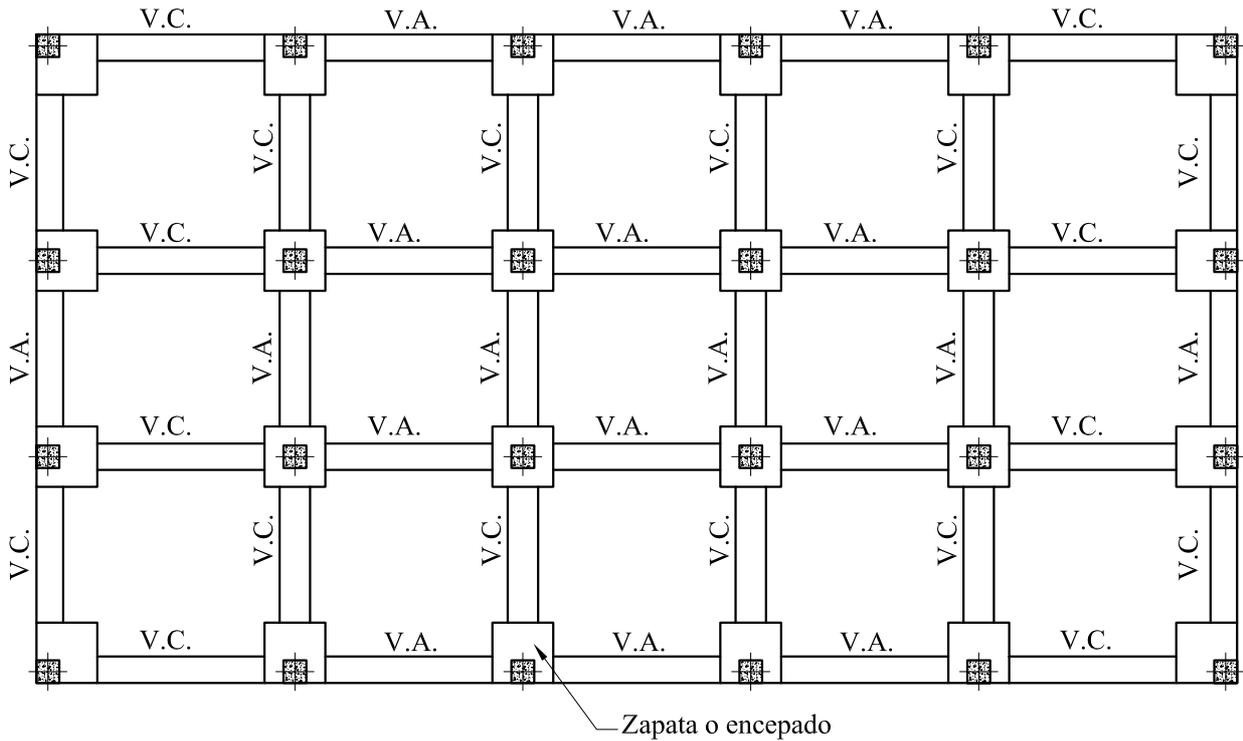
ARRIOSTRAMIENTO SEGÚN NCSE-02

FICHA: PA-02.b

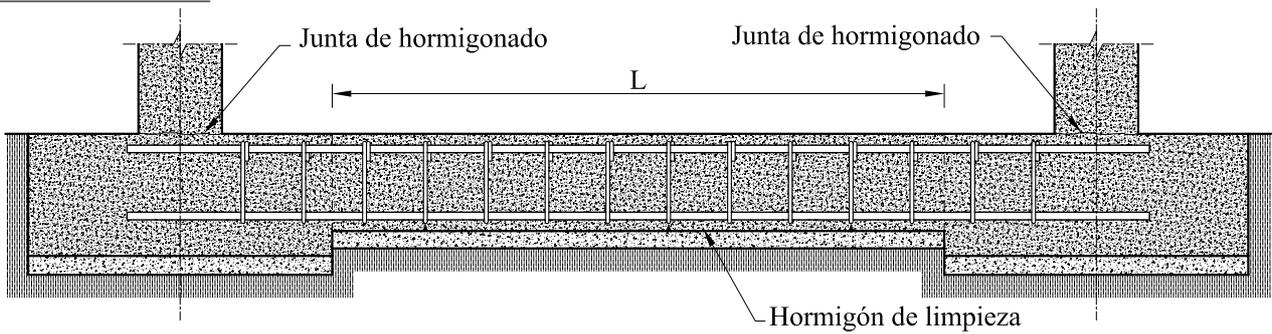
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para:
 - Cualquier aceleración sísmica de cálculo (a_c). Consultar nota 1.
 - Vigas de atado y centradoras de hormigón armado.

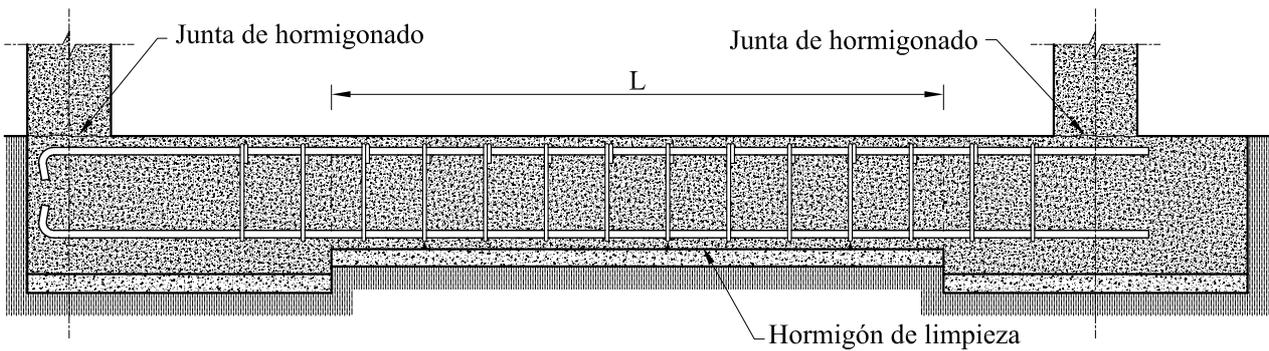
V.C. = Viga centradora
 V.A. = Viga de atado



VIGA DE ATADO



VIGA CENTRADORA



**PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

ARRIOSTRAMIENTO SEGÚN NCSE-02

FICHA: PA-02.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$N_{d,c}$, $N_{d,t}$
(Axiles de cálculo de vigas
centradoras y de atado)

- $N_{d,c}$, $N_{d,t} = a_c \cdot N_d$ (NCSE-02 art.4.3.2)

Notas:

- 1.- Cada uno de los elementos de cimentación que transmita al terreno cargas verticales significativas deberá enlazarse con los elementos contiguos en dos direcciones, mediante dispositivos de atado situados a nivel de las zapatas. (NCSE-02 art.4.3.2)
- 2.- $N_{d,c}$ = Axil de cálculo a compresión en vigas centradoras y atado.
- 3.- $N_{d,t}$ = Axil de cálculo a tracción en vigas centradoras y atado.
- 4.- N_d = Axil de cálculo del soporte que arriostra la viga de atado o centradora.

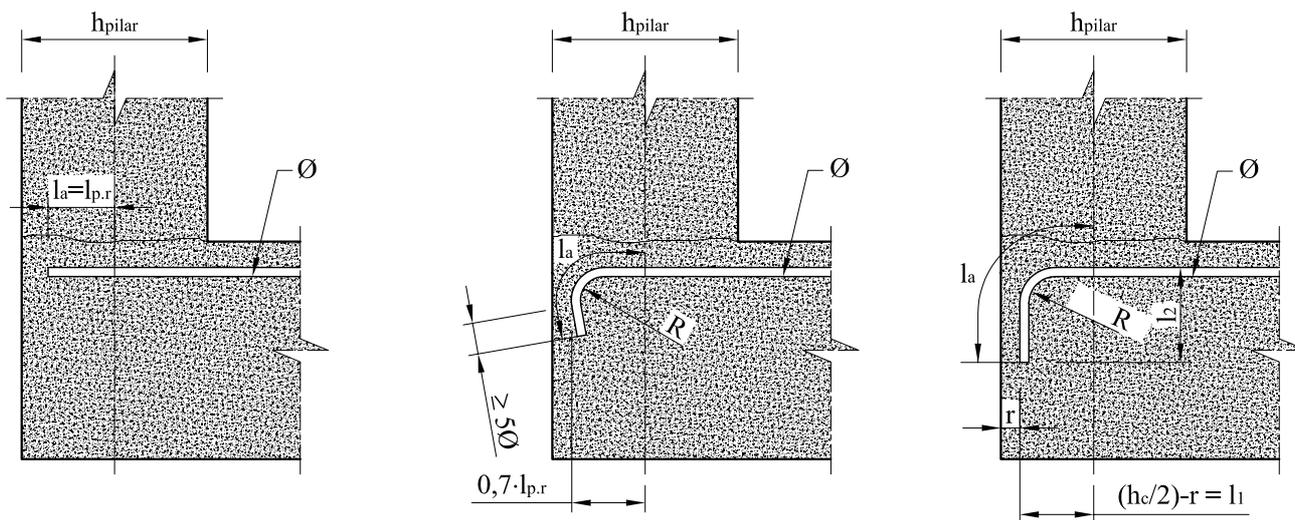
Consultar Fichas

Armadura en vigas de atado \Rightarrow Ficha PA-01.a

Armadura en vigas centradoras \Rightarrow Ficha PA-01.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A.- ARMADURA TRACCIONADA EN ZAPATA MEDIANERA → Consultar nota 2.

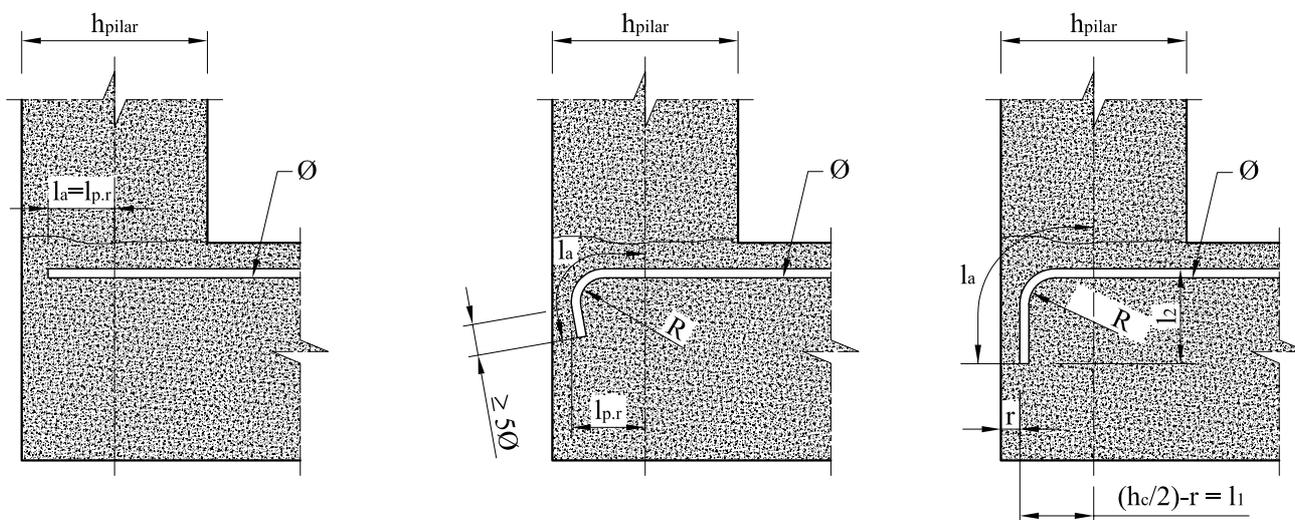


Prolongación recta horizontal si:
 $l_{p,r} \leq (h_{pilar}/2) - r$
 $l_{p,r}$ = longitud en prolongación recta

En patilla o gancho si:
 $0,7 \cdot l_{p,r} \leq (h_{pilar}/2) - r < l_{p,r}$

Prolongación recta horizontal + vertical si:
 $(h_{pilar}/2) - r < 0,7 \cdot l_{p,r}$

B.- ARMADURA COMPRIMIDA EN ZAPATA MEDIANERA → Consultar nota 3.



Prolongación recta horizontal si:
 $l_{p,r} \leq (h_{pilar}/2) - r$
 $l_{p,r}$ = longitud en prolongación recta

En patilla o gancho si:
 $l_{p,r} \leq (h_{pilar}/2) - r$

Prolongación recta horizontal + vertical si:
 $(h_{pilar}/2) - r < l_{p,r}$

**PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

OPCIONES DE ANCLAJE

FICHA: PA-03

DATOS CONSTRUCTIVOS

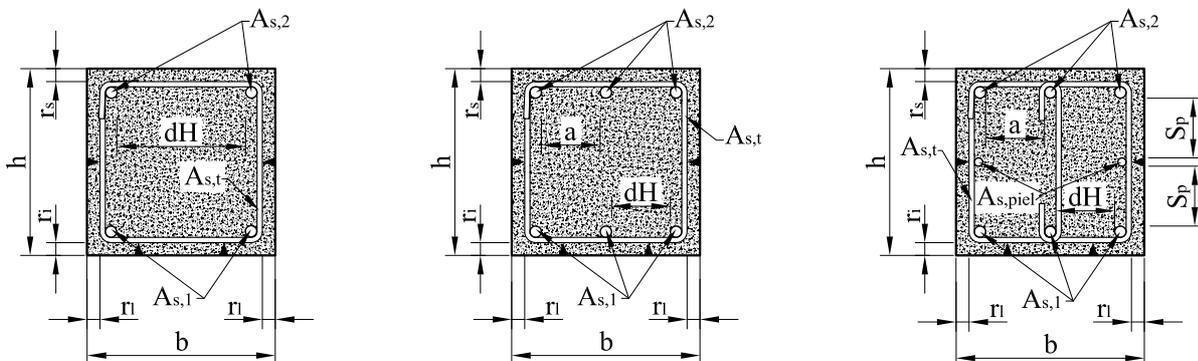
RADIOS DE DOBLADO (R) (EHE art. 66.3)				
Barras corrugadas	Ganchos, patillas y gancho en U		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$\varnothing \leq 25 \text{ mm}$	$\varnothing > 25 \text{ mm}$
B 400 S	2 \varnothing	3,5 \varnothing	5 \varnothing	6 \varnothing
B 500 S	2 \varnothing	3,5 \varnothing	6 \varnothing	7 \varnothing

NOTAS

- 1.- $r =$ Máximo de los recubrimientos a cumplir
- 2.- Aunque el anclaje en gancho o patilla requiere únicamente una longitud igual a $0,7lp.r$, es costumbre, y además buena práctica, prolongar la patilla o gancho hasta el extremo de la pieza (cumpliendo los recubrimientos).
- 3.- Aunque el anclaje en gancho o patilla requiere únicamente una longitud igual a $lp.r$, es costumbre, y además buena práctica, prolongar la patilla o gancho hasta el extremo de la pieza (cumpliendo los recubrimientos).

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A) VIGAS DE ATADO (Consultar notas)



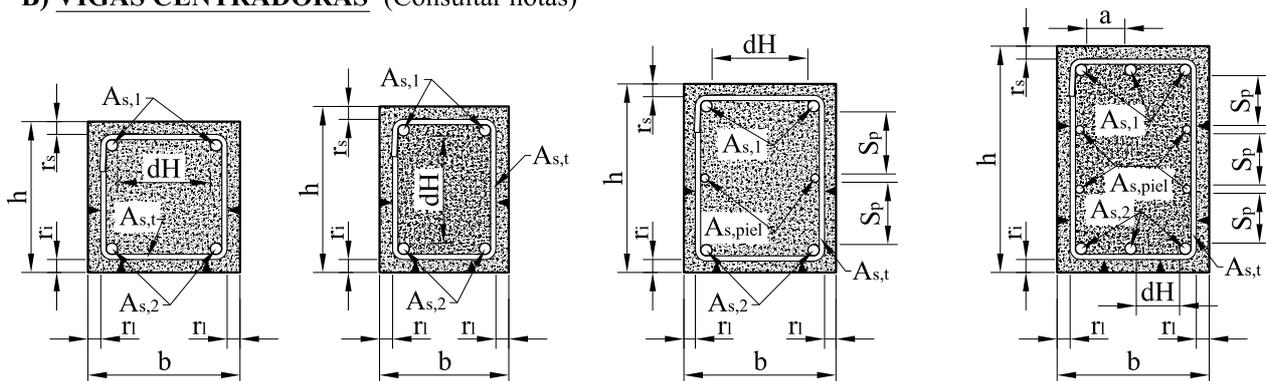
Para $a \leq 15$ cm.

Para $a > 15$ cm.

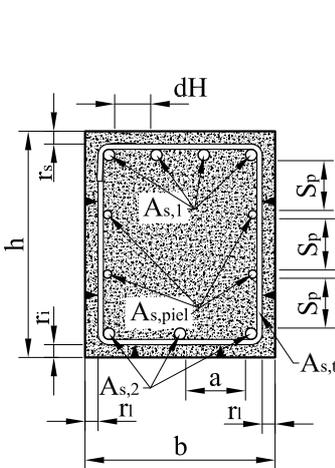
NOTA:

Se representan las vigas de atado más usuales empleadas en obra.

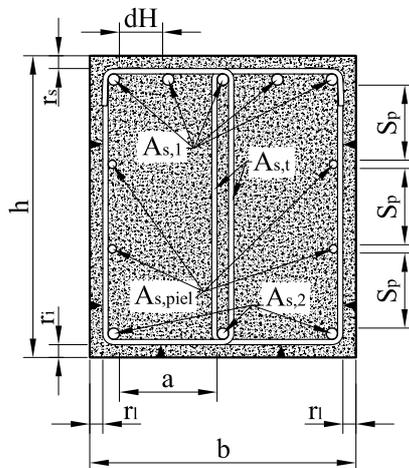
B) VIGAS CENTRADORAS (Consultar notas)



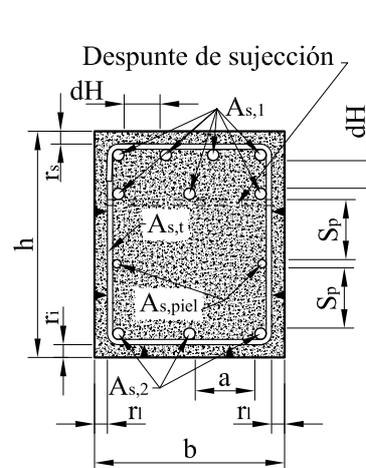
Para $a \leq 15$ cm.



Para $a \leq 15$ cm.



Para $a \leq 15$ cm.



Para $a \leq 15$ cm.

NOTA:

Se representan algunos ejemplos de vigas de centradoras.

**PIEZAS DE
ARRIOSTRAMIENTO**

**SECCIONES DE VIGAS DE ATADO Y
CENTRADORAS**

FICHA: PA-04

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS	
$A_{s,piel}$ (Armadura de piel)	- Suelen emplearse diámetros: Ø8, Ø10 y Ø12. - Cuantía por cara: $\frac{100 \cdot A_{s,piel}}{d \cdot b} \geq 0,05$ (d = canto útil) ([5] pag. 382)
S_p (Separación de armadura de piel)	- $S_p \leq 30$ cm. (EHE art. 42.3) - $S_p \leq$ Tres veces el espesor bruto del elemento en la zona que vayan. (EHE art. 42.3)

Notas:

- Para que las armaduras longitudinales comprimidas, separadas más de 15 cm entre sí, puedan ser consideradas en el cálculo, es preciso que todas vayan sujetas por estribos. Si la separación es inferior a 15 cm se arriostrarán, al menos una sí y otra no. ([3] pag 104).
- En vigas de canto importante, hay zonas traccionadas, más o menos amplias, en las que sólo se puede controlar la fisuración si se dispone una armadura adicional en el alma de la pieza, denominada armadura de piel. ([4] pag 137).

Consultar Fichas

(Válido para vigas de atado)

Obtención de armadura longitudinal	⇒ Ficha PA-01.a
Armadura transversal en forma de estribos	⇒ Ficha PA-01.a
Separadores	⇒ Ficha PA-01.a
Recubrimientos	⇒ Ficha PA-01.a
Dimensiones de viga	⇒ Ficha PA-01.a
Separación de barras	⇒ Ficha PA-01.a

Consultar Fichas

(Válido para vigas centradoras)

Obtención de armadura longitudinal	⇒ Ficha PA-01.b
Armadura transversal en forma de estribos	⇒ Ficha PA-01.b
Separadores	⇒ Ficha PA-01.b
Recubrimientos	⇒ Ficha PA-01.b
Dimensiones de viga	⇒ Ficha PA-01.b
Separación de barras	⇒ Ficha PA-01.b

LEYENDA

$A_{s,1}$ = Armadura longitudinal traccionada.
 $A_{s,2}$ = Armadura longitudinal comprimida.