

Guías de Diseño y Construcción

Forjados Losa Maciza
de
Hormigón Armado



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

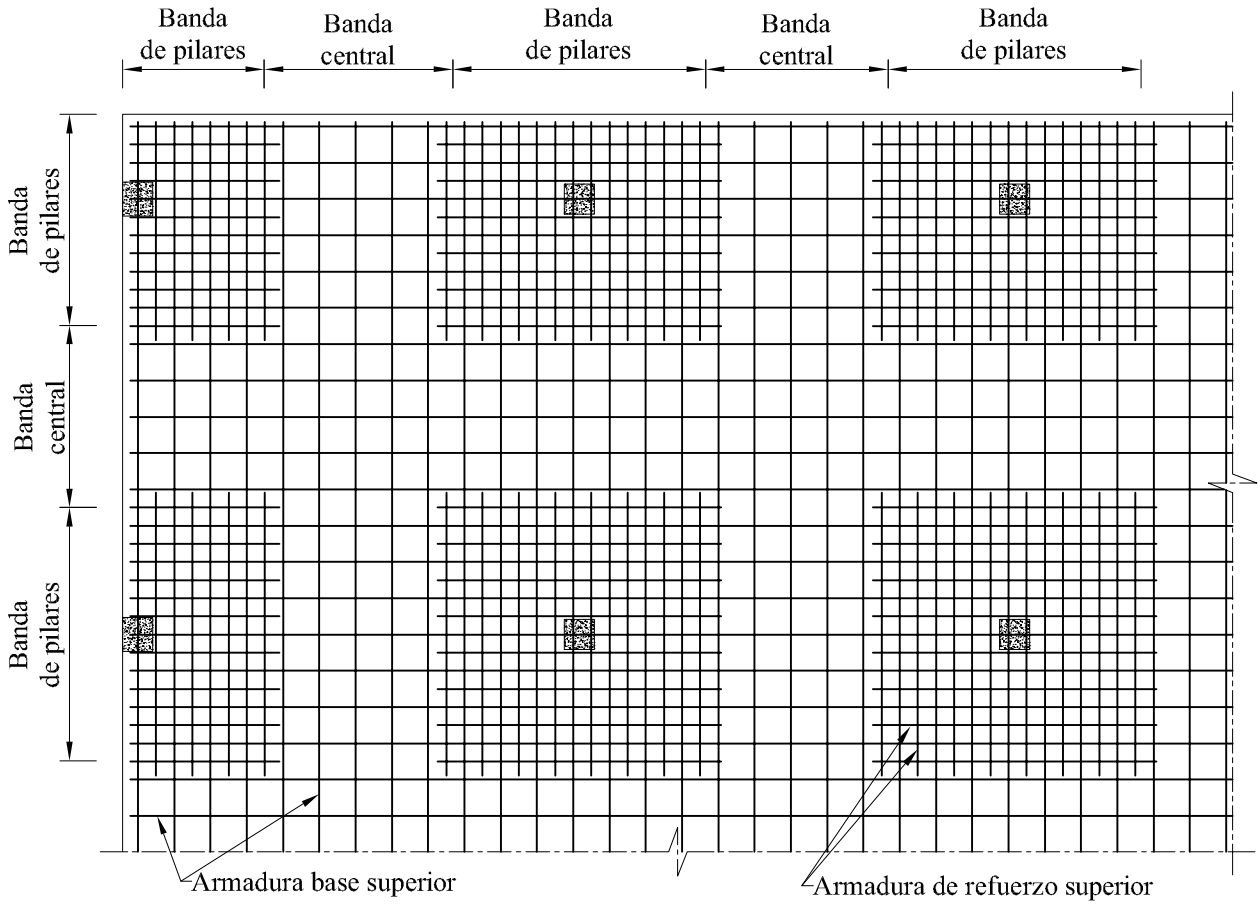


UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

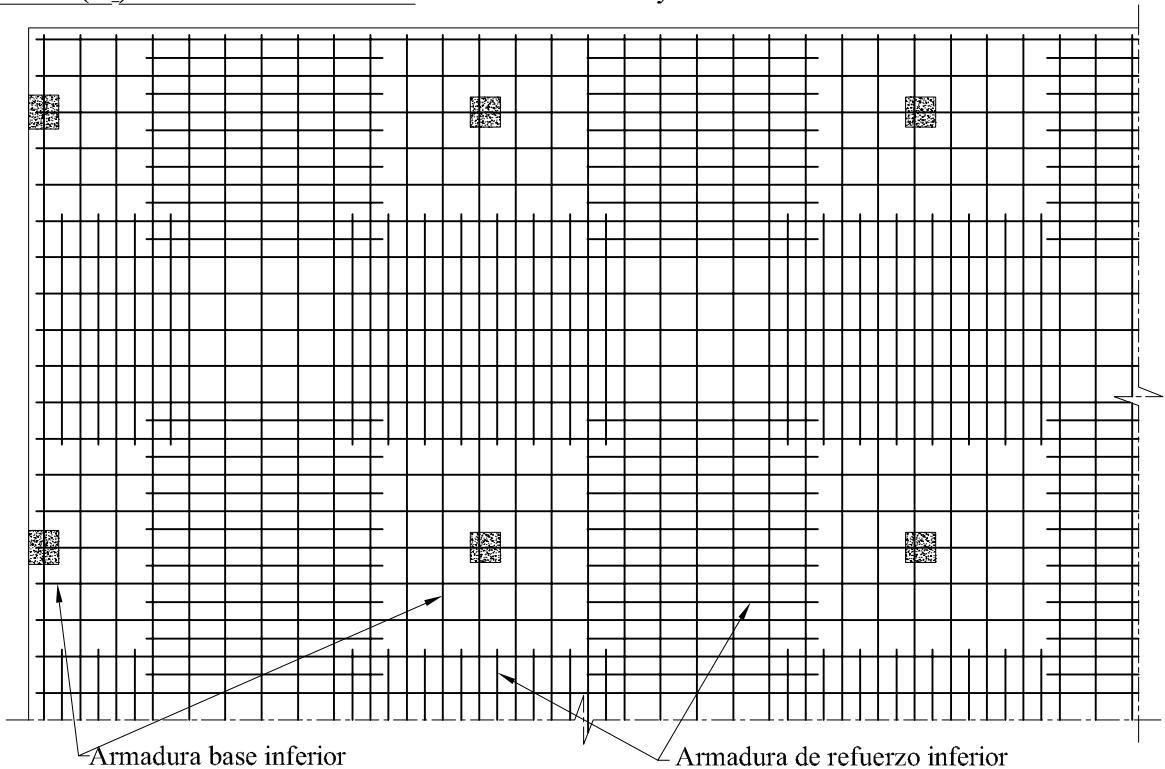
Miguel Troyano Moreno
José María Dorado Rodas

DETALLES CONSTRUCTIVOS

ARMADURA (A_s) EN CARA SUPERIOR → consultar nota 2 y 3.



ARMADURA (A_s) EN CARA INFERIOR → consultar nota 2 y 3.



LOSAS DE FORJADOS

ARMADO GENERAL DE LOSAS SOBRE APOYOS AISLADOS

FICHA: LF-01.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

<p>Obtención As (Armadura longitudinal y transversal)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de agotamiento frente a sollicitación normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44.2.3.4.2) - Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45.2.3) - Placas o losas sobre apoyos aislados. (EHE art. 56.2) - Cuantías geométricas mínimas. (EHE art. 42.3.5)
<p>Definiciones de bandas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Definiciones. (EHE art. 22.4.2)
<p>Distribución de armaduras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Placas o losas sobre apoyos aislados. (EHE art. 56.2, comentarios)

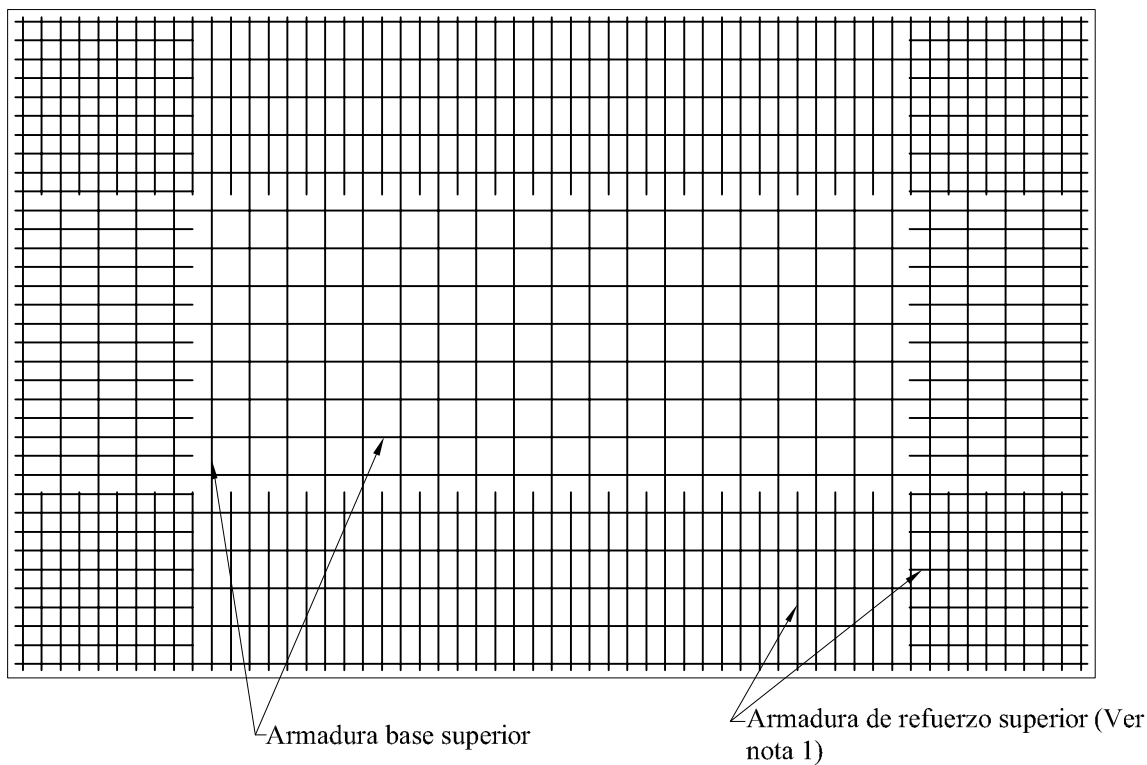
Notas:

- 1.- La normativa EHE en el artículo 56.2, en su apartado de comentarios especifica que la sección en la dirección menos solicitada del recuadro, tendrá una cuantía no menor que el 25% de la cuantía en la dirección más solicitada.
- 2.- Dependiendo el método de cálculo adoptado, puede admitirse otras disposiciones de armadura de flexión.
- 3.- En la cara superior e inferior de la losa se requiere armadura base, debido a las cuantías geométricas mínimas, reforzándose aquellas zonas que requieren una cuantía mayor.

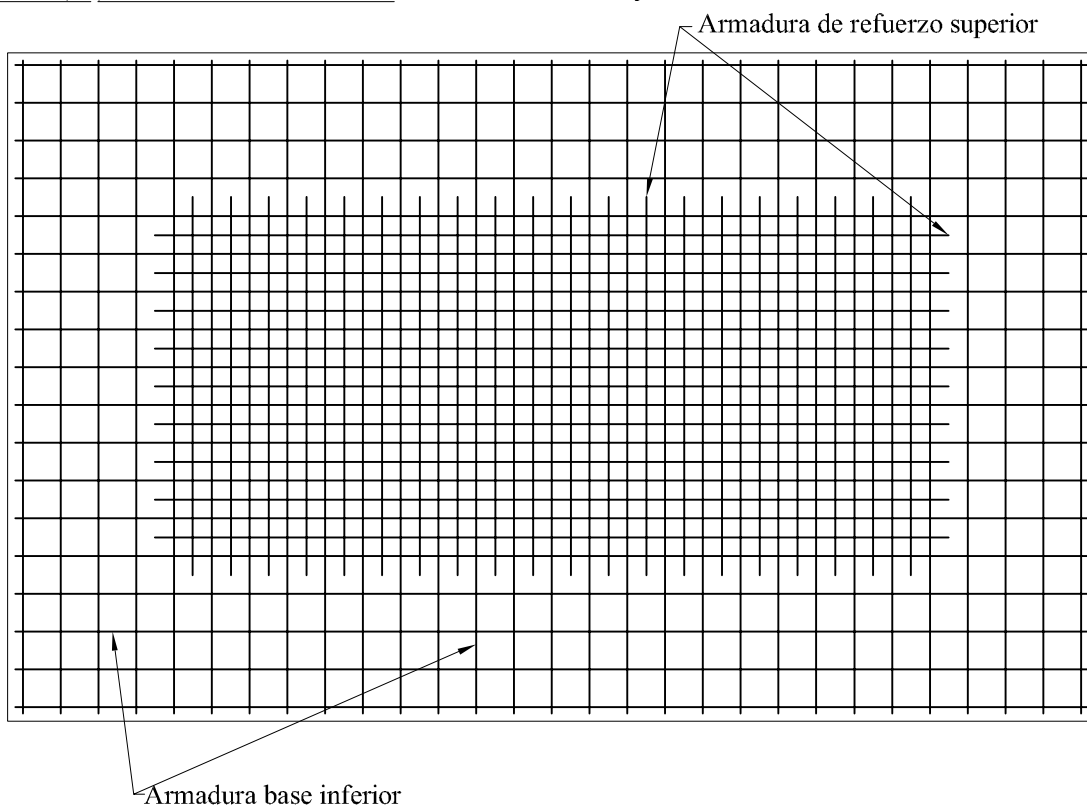
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ARMADURA (A_s) EN CARA SUPERIOR → consultar nota 2 y 3.

En la figura siguiente, se representa el caso extremo de todos los contornos empotrados



ARMADURA (A_s) EN CARA INFERIOR → consultar nota 2 y 3.



LOSAS DE FORJADOS

**ARMADO DE LOSAS SUSTENTADAS
SOBRE APOYOS CONTINUOS**

FICHA: LF-01.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

Obtención As
(Armadura longitudinal y transversal)

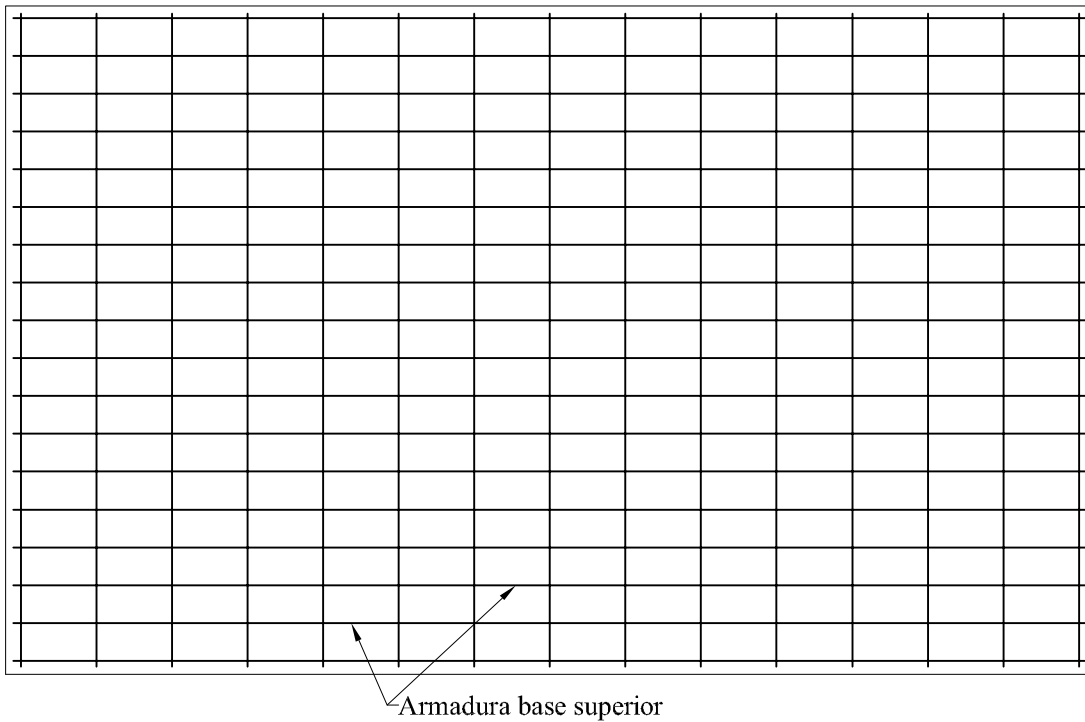
- Estado límite último de agotamiento frente a sollicitación normales. (EHE art. 42)
- Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44.2.3.4.2)
- Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45.2.3)
- Placas o losas sobre apoyos continuos. (EHE art. 56.1)
- Cuantías geométricas mínimas. (EHE art. 42.3.5)

Notas:

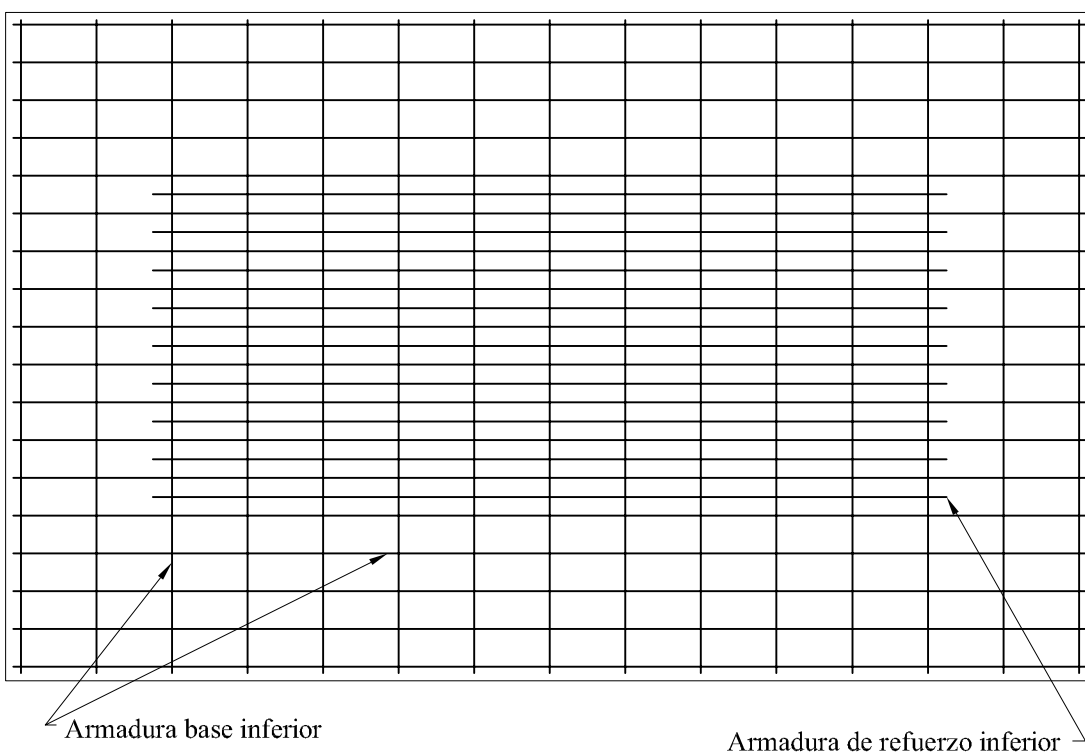
- 1.- En función del tipo de apoyo, puede no requerirse armadura de refuerzo superior.
- 2.- Dependiendo el método de cálculo adoptado, puede admitirse otras disposiciones de armadura de flexión.
- 3.- En la cara superior e inferior de la losa se requiere armadura base, debido a las cuantías geométricas mínimas, reforzándose aquellas zonas que requieren una cuantía mayor.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

ARMADURA (A_s) EN CARA SUPERIOR → consultar nota 2 y 3.



ARMADURA DE FLEXIÓN EN CARA INFERIOR → consultar nota 2 y 3.



LOSAS DE FORJADOS

ARMADO GENERAL DE LOSAS APOYADAS EN BORDES PARALELOS

FICHA: LF-01.c

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

Obtención As
(Armadura longitudinal y transversal)

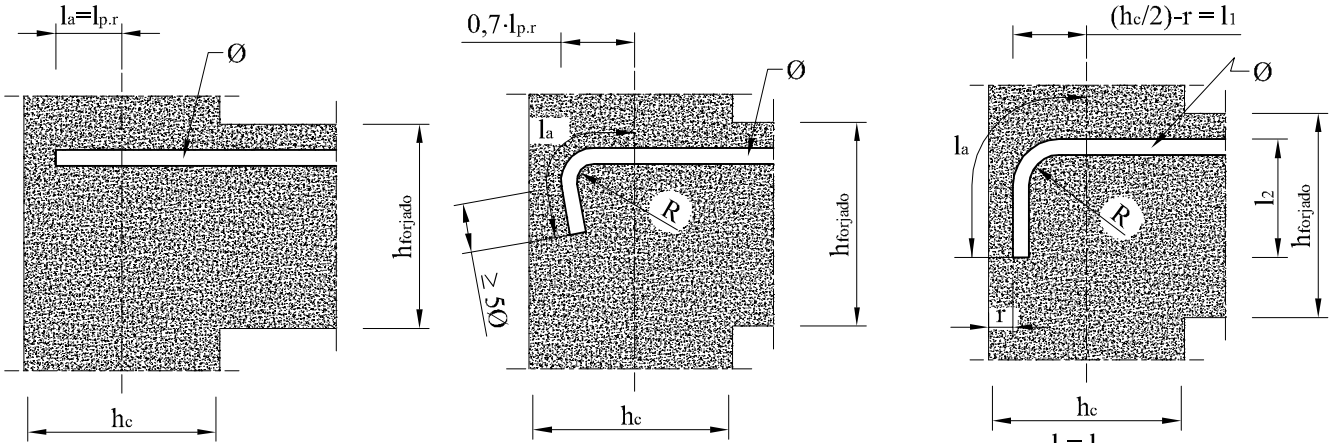
- Estado límite último de agotamiento frente a sollicitación normales. (EHE art. 42)
- Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44.2.3.4.2)
- Estado límite último de agotamiento por torsión. (EHE art. 45.2.3)
- Placas o losas sobre apoyos continuos. (EHE art. 56.1)
- Cuantías geométricas mínimas. (EHE art. 42.3.5)

Notas:

- 1.- La armadura secundaria debe ser capaz de absorber un momento igual al 20% del momento principal (EHE art. 56.1).
- 2.- Dependiendo el método de cálculo adoptado, puede admitirse otras disposiciones de armadura de flexión.
- 3.- En la cara superior e inferior de la losa se requiere armadura base, debido a las cuantías geométricas mínimas, reforzándose aquellas zonas que requieren una cuantía mayor.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A.- ARMADURA SUPERIOR (TRACCIONADA) EN APOYO EXTREMO → Consultar nota 2.

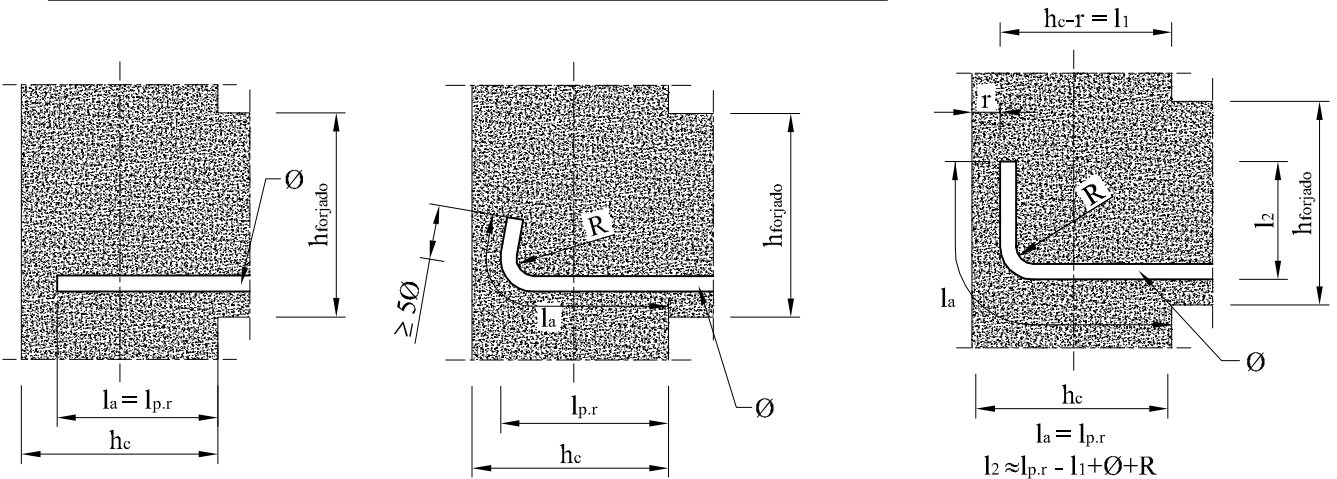


Prolongación recta horizontal si:
 $l_{p,r} \leq (h_c/2) - r$
 $l_{p,r}$ = prolongación recta

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

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

B.- ARMADURA INFERIOR (COMPRESIDA) EN APOYO EXTREMO → Consultar nota 3.



Prolongación recta horizontal si:
 $l_{p,r} \leq h_c - r$
 $l_{p,r}$ = prolongación recta

En patilla o gancho si:
 $l_{p,r} \leq h_c - r$

Prolongación recta horizontal + vertical si:
 $h_c - r < l_{p,r}$

LOSAS DE FORJADOS

OPCIONES DE ANCLAJE
Apoyos extremos

FICHA: LF-02.a

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

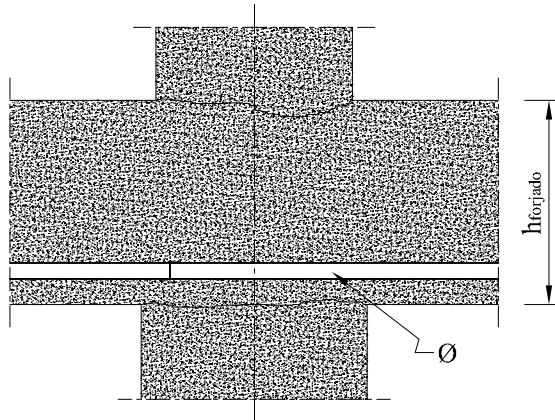
NOTAS

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

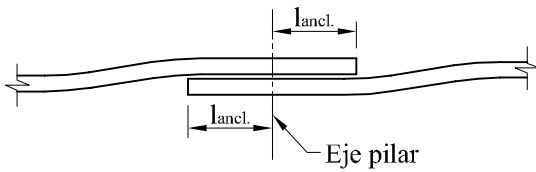
DETALLES CONSTRUCTIVOS

A.- APOYO INTERMEDIO → Ver nota 2.

BARRAS COMPRIMIDAS



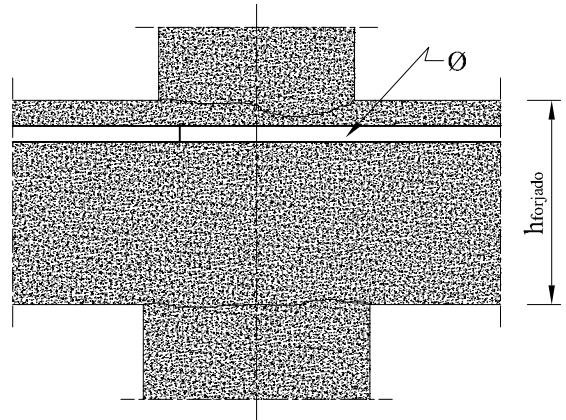
Alzado



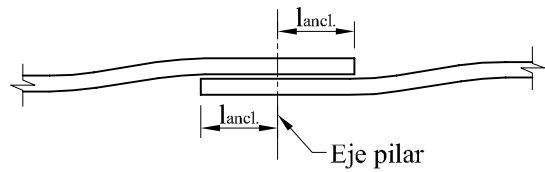
Planta

Sólo se representa la colocación de barras

BARRAS TRACCIONADAS



Alzado

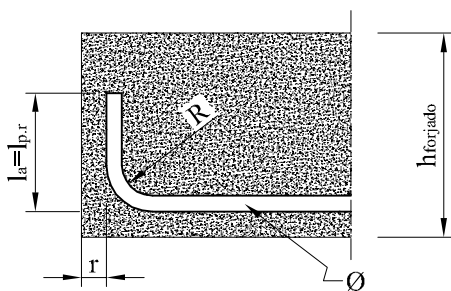


Planta

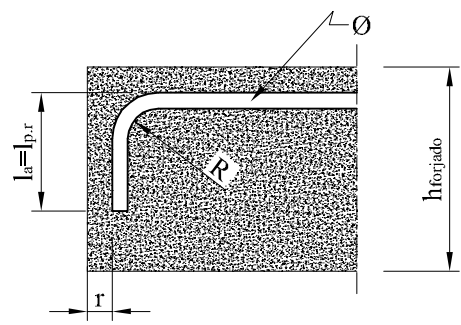
Sólo se representa la colocación de barras

B.- VOLADIZOS DE FORJADO

BARRAS COMPRIMIDAS



BARRAS TRACCIONADAS



LOSAS DE FORJADOS

OPCIONES DE ANCLAJE
Apoyos interiores y voladizos

FICHA: LF-02.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

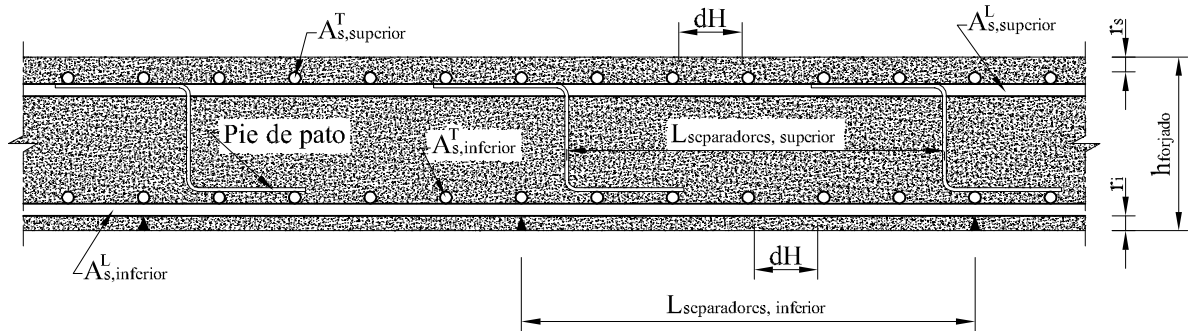
RADIOS DE DOBLADO (R) (EHE art. 66.3)				
Barras corrugadas	Ganchos, patillas y gancho en U		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$\varnothing \leq 25 \text{ mm}$	$\varnothing > 25 \text{ mm}$
B 400 S	2 \varnothing	3,5 \varnothing	5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

NOTAS

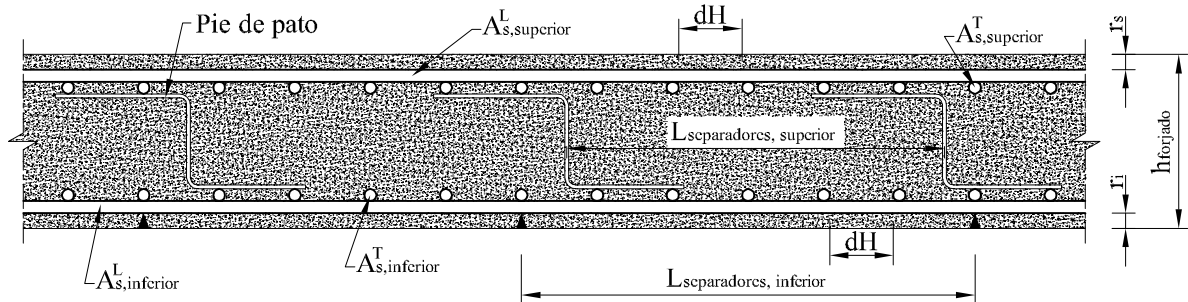
- 1.- r = Máximo de los recubrimientos a cumplir
- 2.- En apoyos interiores es siempre preferible obtener la longitud de anclaje en prolongación recta.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A.- VARIANTE 1



B.- VARIANTE 2



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

SECCIONES EN LOSAS

FICHA: LF-03

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS		
dH (Separación de barras)	Losas sobre apoyos aislados	dH <ul style="list-style-type: none"> - ≤ 25 cm. (EHE art. 56.2, comentarios a) - $\leq 2h_{forjado}$. (EHE art. 56.2, comentarios a) - ≥ 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)
	Losas sobre apoyos continuos	dH <ul style="list-style-type: none"> - ≤ 30 cm. (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)
A_s (Armadura de flexión)	- $\varnothing_{m\acute{a}x}$ barras $\leq h_{forjado}/10$. (EHE art. 56.2). Válido para losas sobre apoyos aislados	
r (Recubrimientos)	- Durabilidad. (EHE art. 37.2.4)	
$h_{forjado}$ (Canto del forjado)	Losas sobre apoyos aislados	<ul style="list-style-type: none"> - $h_{forjado} \geq L_{max.}/32$ ($L_{max.}$ = mayor dimensión de los recuadros). (EHE art. 56.2) - Cantos mínimos. (EHE art. 50.2.2.1) - $h_{forjado} \geq 15$ cm. ([5] pag. 567)
	Losas sobre apoyos continuos	<ul style="list-style-type: none"> - $h_{forjado} \geq L_{min.}/40$ ($L_{min.}$ = luz del vano más pequeño). (EHE art. 56.1) - Cantos mínimos. (EHE art. 50.2.2.1) - $h_{forjado} \geq 8$ cm. (EHE art. 56.1)
$L_{separadores}$ (Separación de separadores)	Emparrillado superior	- Distancia máxima $50\varnothing$ ó 50 cm. (EHE art. 66.2)
	Emparrillado inferior	- Distancia máxima $50\varnothing$ ó 100 cm. (EHE art. 66.2)

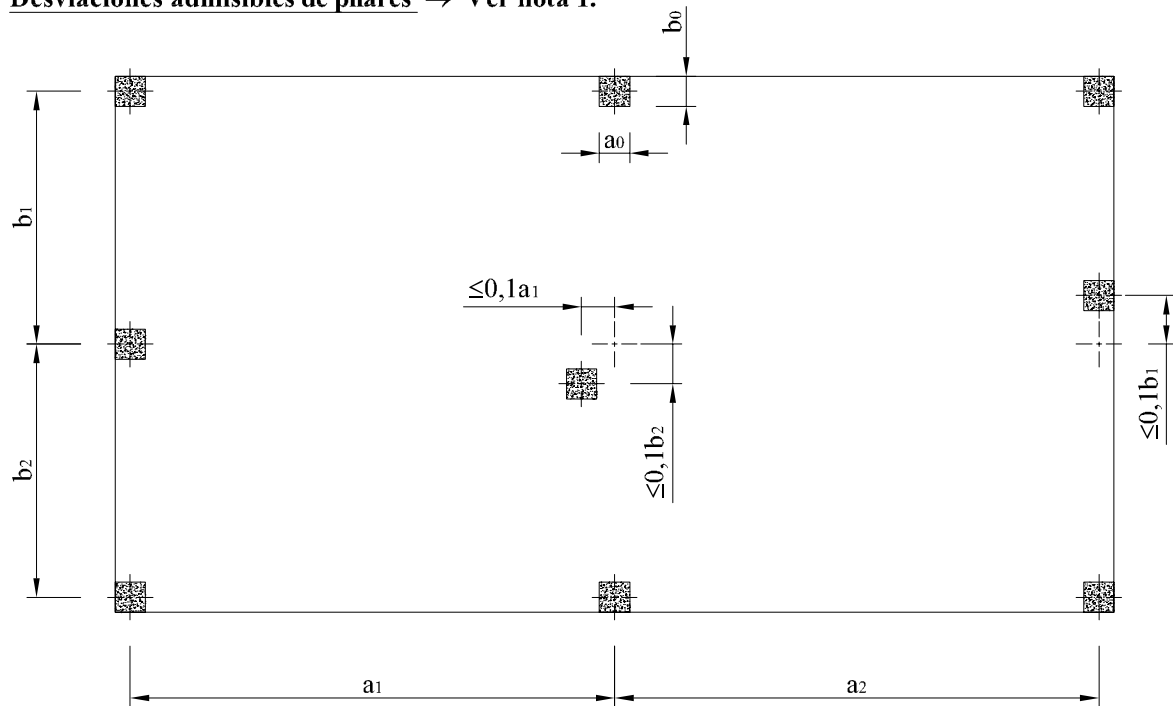
Notas:

1. - La variante 1 suele ser la disposición más empleada, ya que el canto útil en ambas direcciones suele ser el mismo, facilitando por tanto el cálculo. La mayoría de los programas suelen tomar el mismo canto útil en ambas direcciones.
2. - Como separadores para el emparrillado superior, pueden emplearse despuntes de obra, siendo preferible de diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8$

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para métodos de cálculo simplificados

Desviaciones admisibles de pilares → Ver nota 1.



LOSAS DE FORJADOS

**RECOMENDACIONES
CONSTRUCTIVAS. II**

FICHA: LF-04.b

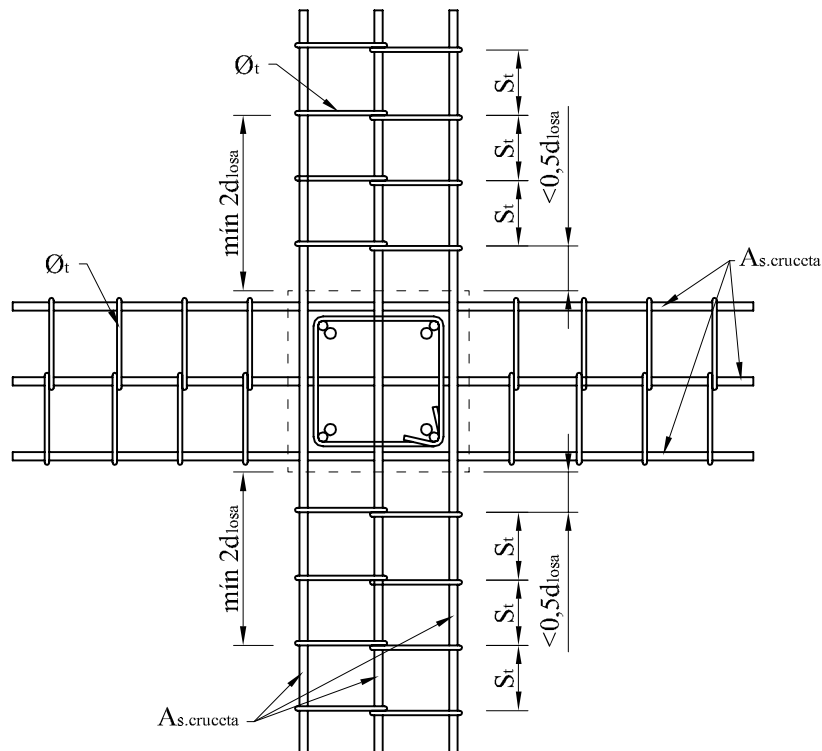
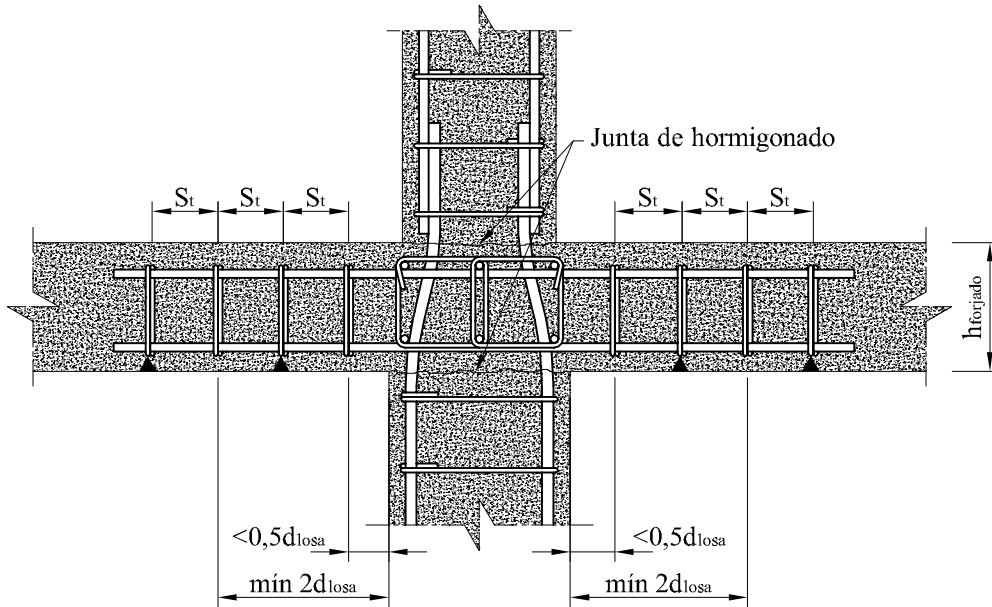
DATOS CONSTRUCTIVOS

NOTAS

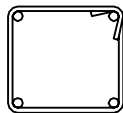
- 1.- Las aberturas practicadas en las placas dan lugar a concentraciones de esfuerzos que pueden ser peligrosos. En las placas continuas sobre apoyos aislados las aberturas son especialmente perjudiciales cuando se sitúan en las proximidades de los apoyos, que son las zonas sometidas a las solicitaciones más importantes. Sin embargo, estas aberturas son con frecuencia necesarias por razones funcionales de comunicación entre las distintas plantas del edificio. Según el Código ACI, pueden disponerse aberturas de cualquier tamaño y en cualquier zona de la placa, pero siempre que se justifiquen mediante un cálculo adecuado. No será necesario, por el contrario, salirse de los métodos habituales de cálculo si las dimensiones de las aberturas no superan los máximos representados en el dibujo ([5] pag. 577).
- 2.- En caso de que las aberturas cumplan las limitaciones, será suficiente concentrar, en los bordes de las mismas, armaduras de igual capacidad que las armaduras interrumpidas ([5] pag. 577)
- 3.- Cuando sea necesario proyectar un hueco de grandes dimensiones, puede ser conveniente un soporte en cada esquina del mismo, con lo cual el hueco funciona como borde exterior de la placa ([5] pag. 579).

DETALLES CONSTRUCTIVOS

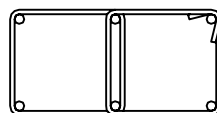
Ficha válida para armadura de punzonamiento constituida por estribos.



Disposiciones habituales de zuncho de punzonamiento



Estribos simples



Estribos múltiples

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

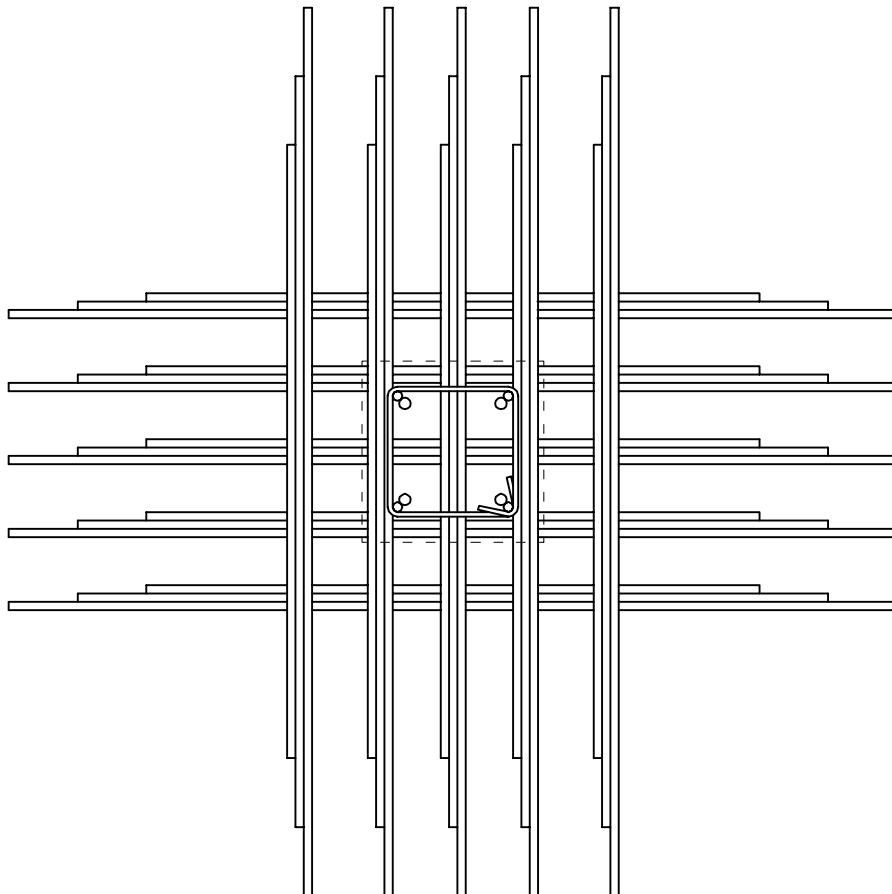
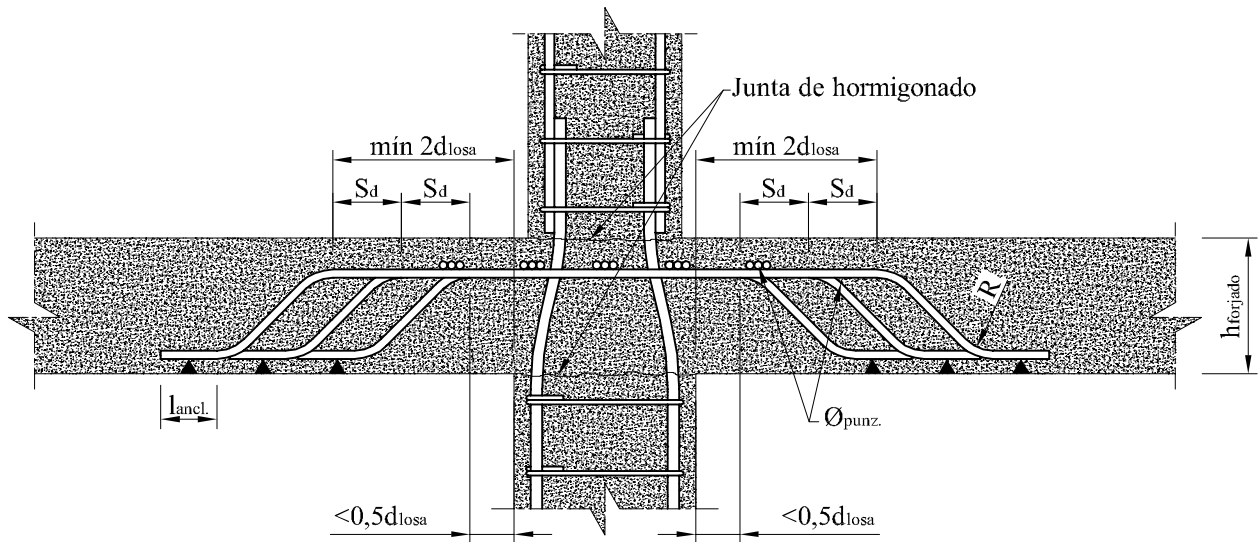
\varnothing_t, S_t (Diámetro y separación de estribos)	<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de punzonamiento. (EHE art. 46) - Criterios de distribución de momentos entre la placa y los soportes. (EHE art. 22.4.6) Ver nota 4. - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$. - $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5) - Como regla general, resulta preferible colocar estribos finos y juntos que gruesos y separados, para mejorar las condiciones de adherencia. ([5] pag. 381)
$A_{s,crucceta}$ (Armadura longitudinal de cructa)	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear diámetros: $\varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 16$
$h_{forjado}$ (Canto de forjado)	<ul style="list-style-type: none"> - $h_{forjado} \geq 25 \text{ cm}$. ([5] pag. 418)

Notas:

1. - d_{losa} = canto útil de la losa. La normativa EHE, no comenta nada en caso de cantos útiles diferentes en cada dirección. [5] pag. 420, toma como canto útil el valor medio de ambas direcciones.
- 2.- La armadura de punzonamiento es preferible que se distribuya uniformemente en todo el área que encierra la sección crítica, no obstante se admite que se reparta en las dos direcciones de los ejes coordenados del pilar.
3. - [7] Detalle EHL710, recomienda emplear estribos múltiples, en especial de 4 ramas.
- 4.- En general, en pilares interiores la fracción de momentos torsores transmitidos al pilar, indicados en EHE art. 22.4.6 no suelen ocasionar problemas, por tanto no siendo necesario disponer armadura por momentos torsores.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para armadura de punzonamiento constituida por barras dobladas.



LOSAS DE FORJADOS

ARMADURA DE PUNZONAMIENTO
Apoyo interior

FICHA: LF-05.a2

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$\varnothing_{punz.}$ (Diámetro barras punzonamiento)	- Estado límite último de punzonamiento. (EHE art. 46)
S_d (Separación entre puntos de doblado de barras)	- $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5) - Reglas especiales para el caso de grupos de barras. (EHE art. 66.5)
$h_{forjado}$ (Canto de forjado)	- $h_{forjado} \geq 25 \text{ cm}$. ([5] pag. 418)

Notas:

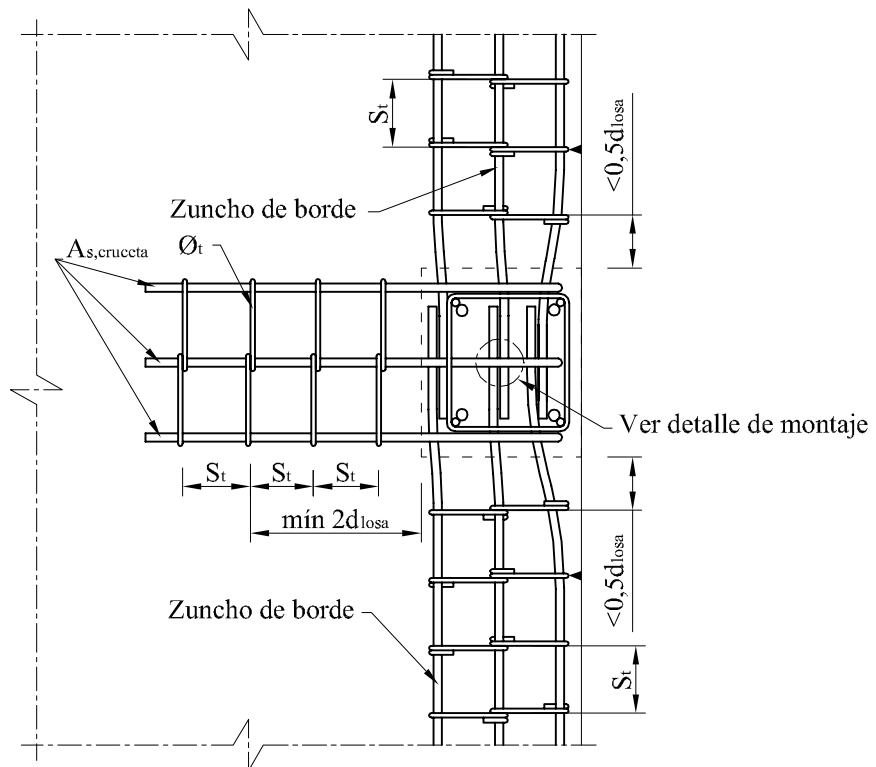
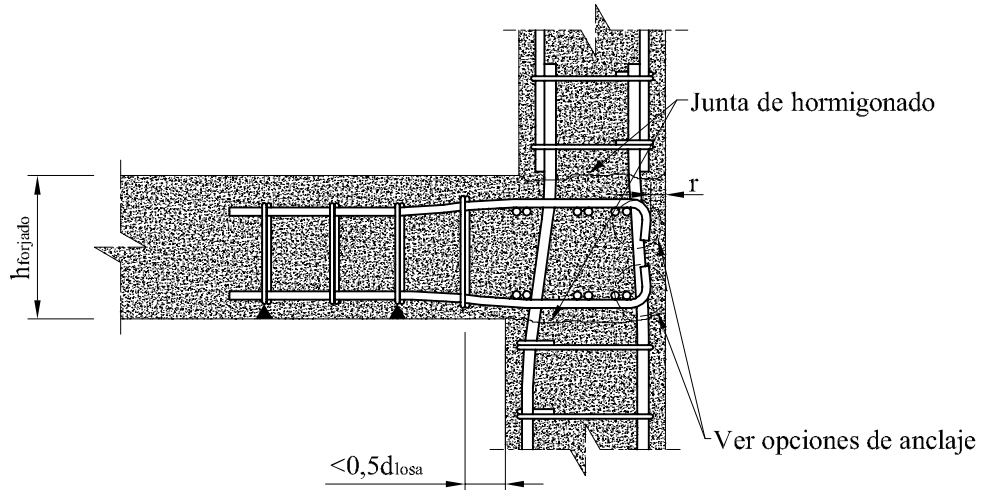
1. - d_{losa} = canto útil de la losa. La normativa EHE, no comenta nada en caso de cantos útiles diferentes en cada dirección. [5] pag. 420, toma como canto útil el valor medio de ambas direcciones.
2. - La armadura de punzonamiento es preferible que se distribuya uniformemente en todo el área que encierra la sección crítica, no obstante se admite que se reparta en las dos direcciones de los ejes coordenados del pilar.
3. - En general, en pilares interiores la fracción de momentos torsores transmitidos al pilar, indicados en EHE art. 22.4.6 no suelen ocasionar problemas, por tanto no siendo necesario disponer armadura por momentos torsores.

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

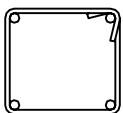
Barras corrugadas	Ganchos, patillas y gancho en U		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$\varnothing \leq 25 \text{ mm}$	$\varnothing > 25 \text{ mm}$
B 400 S	2 \varnothing	3,5 \varnothing	5 \varnothing	6 \varnothing
B 500 S	2 \varnothing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

DETALLES CONSTRUCTIVOS

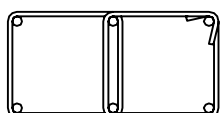
Ficha válida para armadura de punzonamiento constituida por estribos.



Disposiciones habituales de zuncho de punzonamiento y de borde

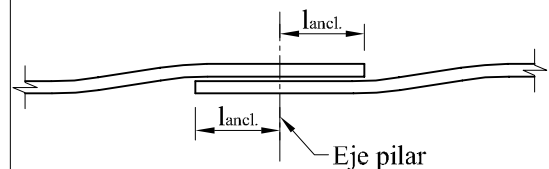


Estribos simples



Estribos múltiples

Detalle de montaje para solape de barras de viga de borde



LOSAS DE FORJADOS

ARMADURA DE PUNZONAMIENTO
Apoyo de borde

FICHA: LF-05.b1

DATOS CONSTRUCTIVOS

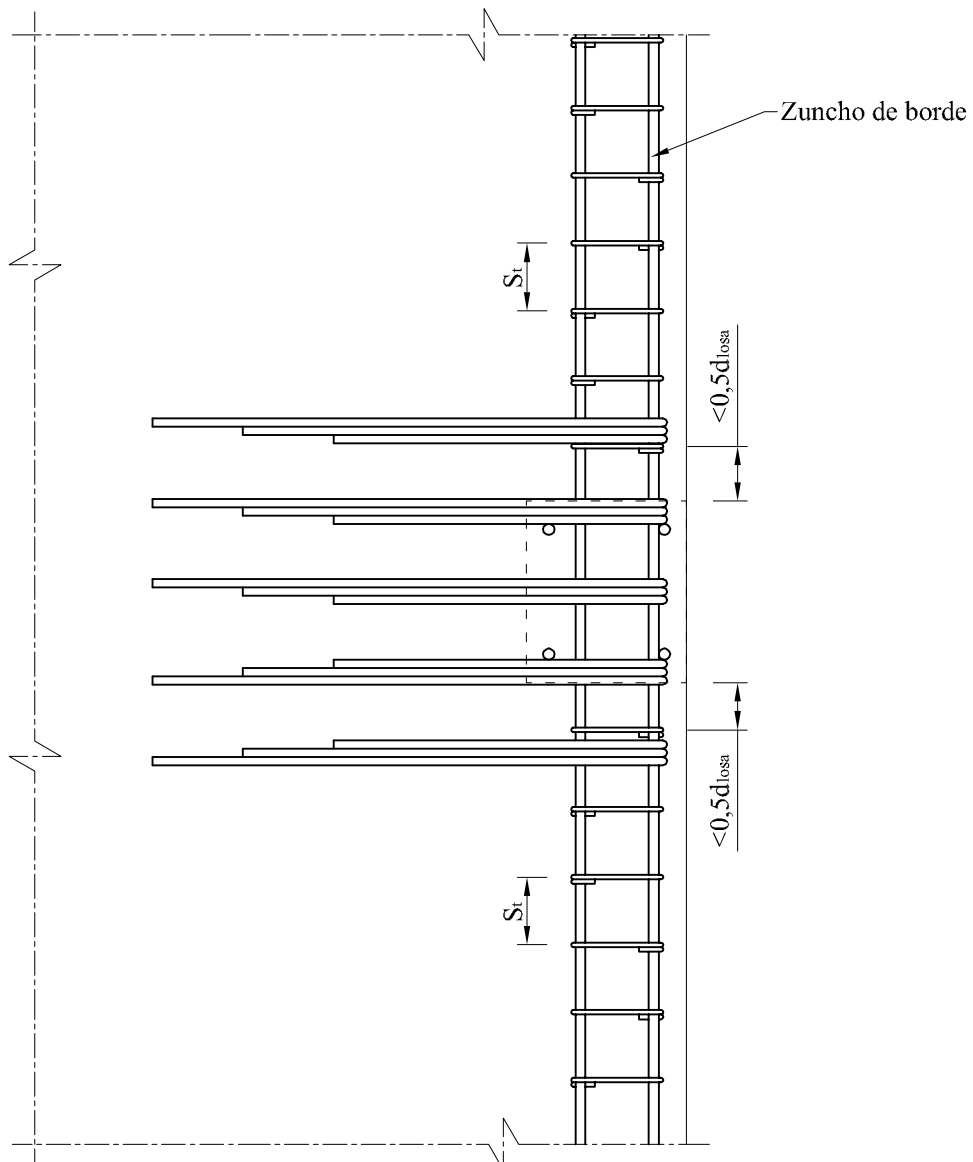
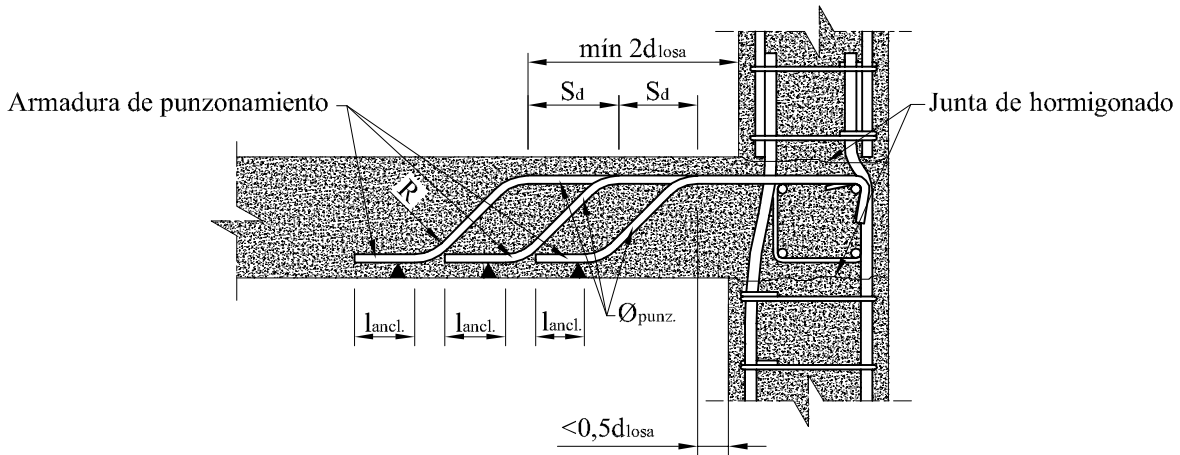
PARÁMETROS		
\varnothing_t, S_t (Diámetro y separación de estribos)	Zuncho de punzonamiento	- Estado límite último de punzonamiento. (EHE art. 46) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$. - $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5)
	Zuncho de borde	- Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$.
A_s (Armadura longitudinal de zucho de borde)	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44)	
$A_{s,cruceta}$ (Armadura longitudinal de cruceta)	- Emplear diámetros: $\varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 16$	
$h_{forjado}$ (Canto de forjado)	- $h_{forjado} \geq 25$ cm. ([5] pag. 148).	

Notas:

1. - d_{losa} = canto útil de la losa. La normativa EHE, no comenta nada en caso de cantos útiles diferentes en cada dirección. [5] pag. 420, toma como canto útil el valor medio de ambas direcciones.
- 2.- La armadura de punzonamiento es preferible que se distribuya uniformemente en todo el área que encierra la sección crítica, no obstante se admite que se reparta en las dos direcciones de los ejes coordenados del pilar.
- 3.- La fracción de momentos torsores transmitidos al pilar, indicados en EHE art. 22.4.6, pueden ocasionar problemas en los pilares de borde, ya que la resistencia a torsión del borde puede resultar insuficiente. Es por ello, que la normativa EHE (art. 46.3.2) coloca una armadura adicional en forma de estribos en el borde, no considerando dicha armadura para el cálculo de punzonamiento.
4. - [7] Detalle EHL711, recomienda emplear estribos múltiples, en especial de 4 ramas.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para armadura de punzonamiento constituida por barras dobladas.



LOSAS DE FORJADOS
ARMADURA DE PUNZONAMIENTO
Apoyo de borde
FICHA: LF-05.b2
DATOS CONSTRUCTIVOS
PARÁMETROS

\varnothing_t, S_t (Diámetro y separación de estribos de zunchos de borde)	- Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$. - $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5)
A_s (Armadura longitudinal de zunchos de borde)	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44)
$\varnothing_{punz.}$ (Diámetro barras punzonamiento)	- Estado límite último de punzonamiento. (EHE art. 46)
S_d (Separación entre puntos de doblado de barras)	- $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5) - Reglas especiales para el caso de grupos de barras. (EHE art. 66.5)
$h_{forjado}$ (Canto de forjado)	- $h_{forjado} \geq 25$ cm. ([5] pag. 418)

Notas:

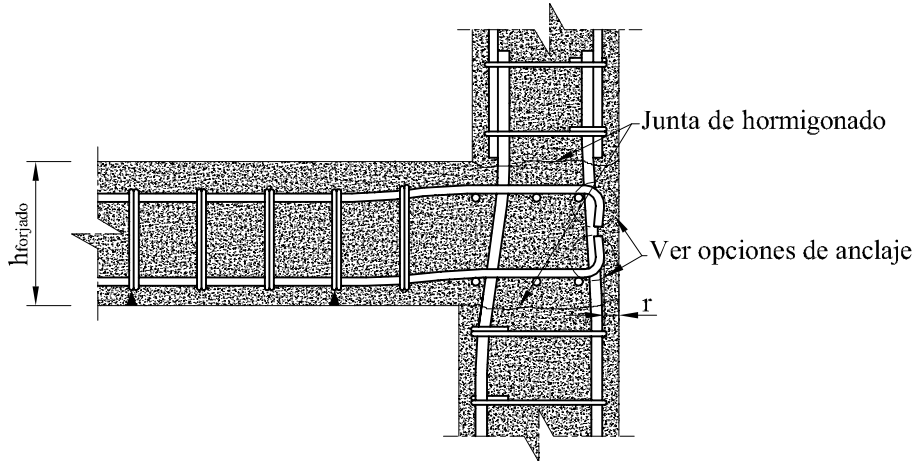
1. - d_{losa} = canto útil de la losa. La normativa EHE, no comenta nada en caso de cantos útiles diferentes en cada dirección. [5] pag. 420, toma como canto útil el valor medio de ambas direcciones.
- 2.- La armadura de punzonamiento es preferible que se distribuya uniformemente en todo el área que encierra la sección crítica, no obstante se admite que se reparta en las dos direcciones de los ejes coordenados del pilar.

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

Barras corrugadas	Ganchos, patillas y gancho en U		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	$\varnothing < 20$ mm	$\varnothing \geq 20$ mm	$\varnothing \leq 25$ mm	$\varnothing > 25$ 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

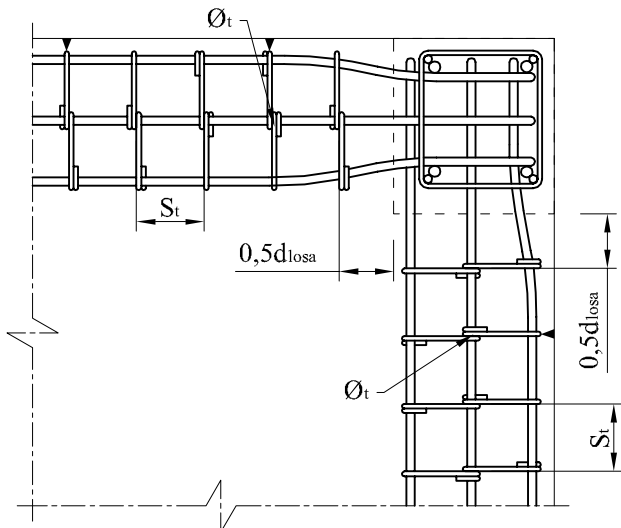
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para armadura de punzonamiento constituida por estribos.

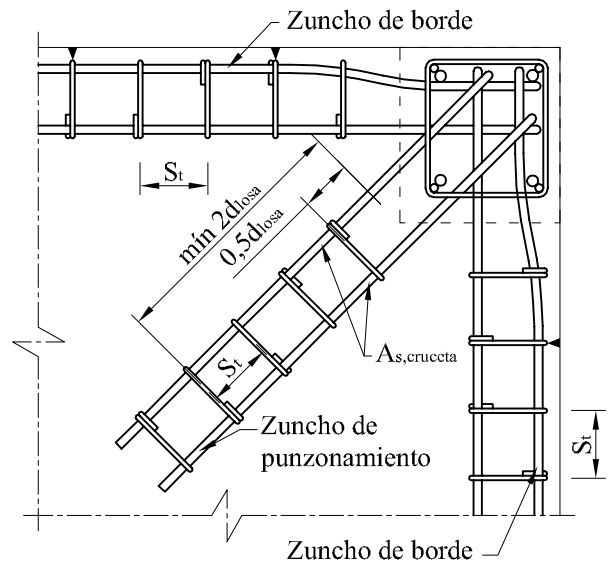


PLANTA: VARIANTE 1 Y 2

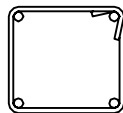
VARIANTE 1
Armadura de punzonamiento proporcionada por zuncho de borde



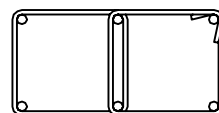
VARIANTE 2
Armadura de punzonamiento independiente de zuncho de borde



Disposiciones habituales de zuncho de punzonamiento



Estribos simples



Estribos múltiples

LOSAS DE FORJADOS

ARMADURA DE PUNZONAMIENTO Apoyo en esquina

FICHA: LF-05.c

DATOS CONSTRUCTIVOS

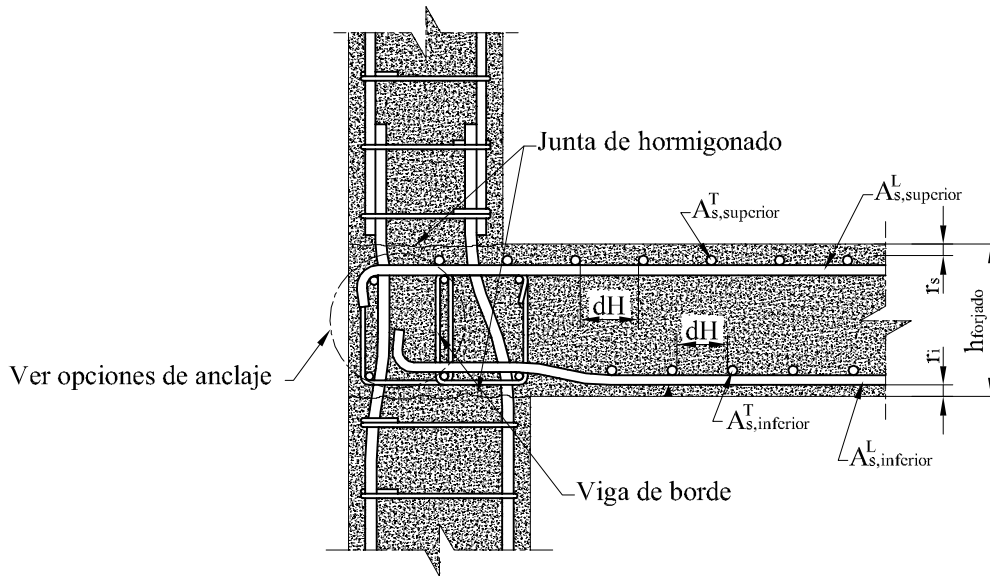
PARÁMETROS		
\varnothing_t, S_t (Diámetro y separación de estribos)	Zuncho de punzonamiento	- Estado límite último de punzonamiento. (EHE art. 46) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$. - $S_t < 0,75d$. (EHE art. 46.5)
	Zuncho de borde	- Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$.
A_s (Armadura longitudinal de zucho de borde)	- Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44)	
$A_{s,cruceta}$ (Armadura longitudinal de cruceta)	- Emplear diámetros: $\varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 16$	
$h_{forjado}$ (Canto de forjado)	- $h_{forjado} \geq 25$ cm. ([5] pag. 148).	

Notas:

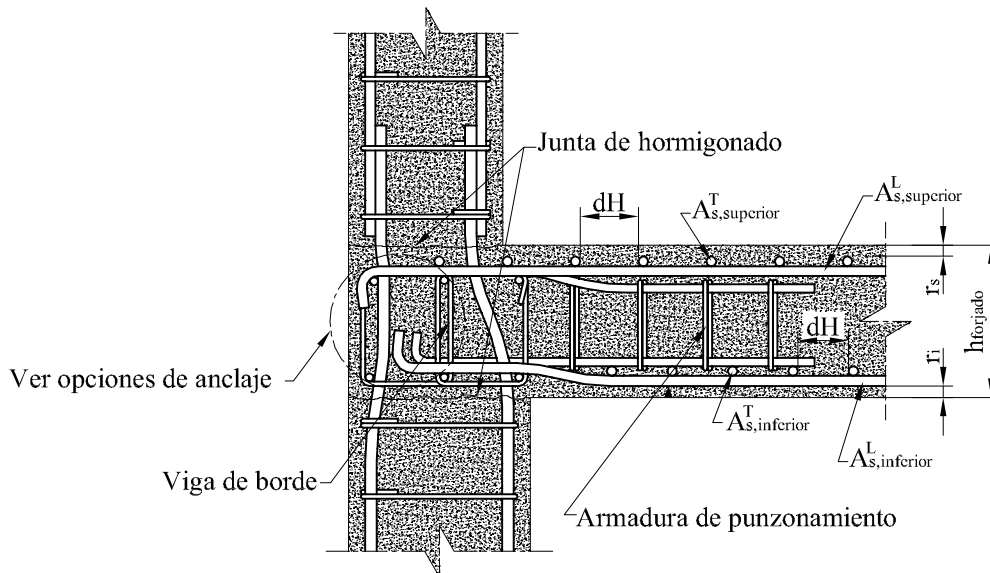
- d_{losa} = canto útil de la losa. La normativa EHE, no comenta nada en caso de cantos útiles diferentes en cada dirección. [5] pag. 420, toma como canto útil el valor medio de ambas direcciones.
- La armadura de punzonamiento es preferible que se distribuya uniformemente en todo el área que encierra la sección crítica, no obstante se admite que se reparta en las dos direcciones de los ejes coordenados del pilar.
- La fracción de momentos torsores transmitidos al pilar, indicados en EHE art. 22.4.6, pueden ocasionar problemas en los pilares esquina, ya que la resistencia a torsión del borde puede resultar insuficiente. Es por ello, que la normativa EHE (art. 46.3.2) coloca una armadura adicional en forma de estribos en el borde, no considerando dicha armadura para el cálculo de punzonamiento.
- Es preferible la variante 2, a la variante 1. La variante 2, proporciona una armadura menos concentrada, además su montaje resulta más cómodo para el operario.
- [7] Detalle EHL712, recomienda emplear estribos múltiples, en especial de 4 ramas.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A) LOSA SIN ARMADURA DE PUNZONAMIENTO



B) LOSA CON ARMADURA DE PUNZONAMIENTO → Consultar Fichas LF-05.b1, LF-05.b2



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

**ENCUENTRO DE LOSA CON PILAR
DE BORDE**

FICHA: LF-07

DATOS CONSTRUCTIVOS

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal ⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03

Separación de separadores ⇒ Ficha: LF-03

Recubrimientos ⇒ Ficha LF-03

Canto de forjado ⇒ Ficha LF-03

Opciones de anclaje ⇒ Ficha LF-02.a

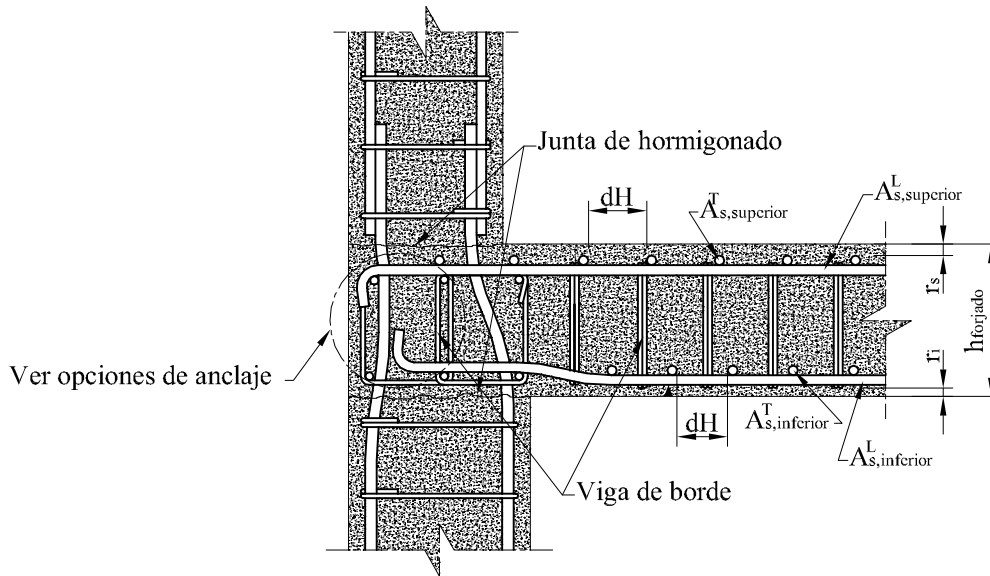
Separación de barras ⇒ Ficha LF-03

Armadura de punzonamiento ⇒ Fichas: LF-05.b1, LF-05.b2

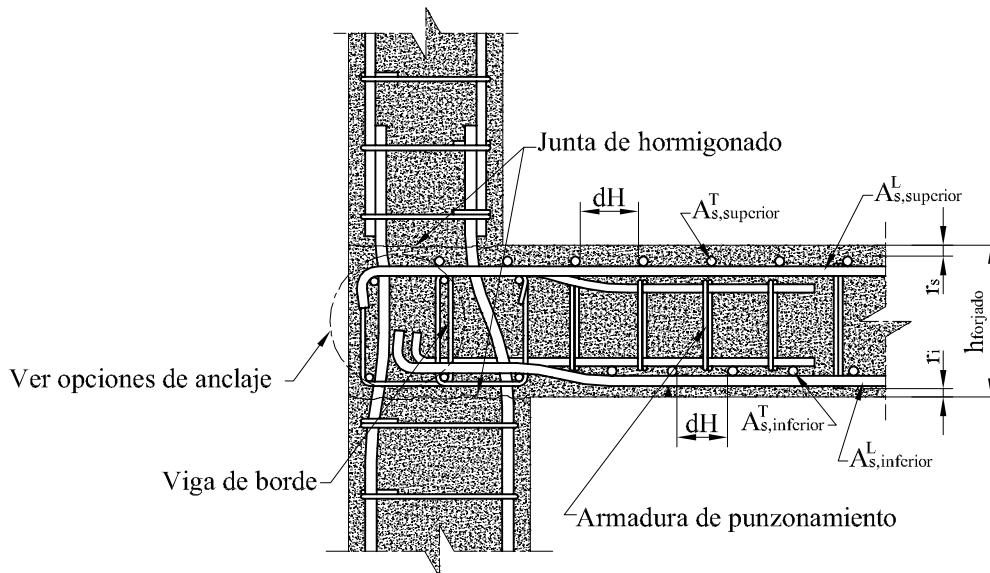
Recomendaciones constructivas ⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A) LOSA SIN ARMADURA DE PUNZONAMIENTO



B) LOSA CON ARMADURA DE PUNZONAMIENTO → Consultar Fichas LF-05.c



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

**ENCUENTRO DE LOSA CON PILAR
DE ESQUINA**

FICHA: LF-08

DATOS CONSTRUCTIVOS

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal ⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03

Separación de separadores ⇒ Ficha: LF-03

Recubrimientos ⇒ Ficha LF-03

Canto de forjado ⇒ Ficha LF-03

Opciones de anclaje ⇒ Ficha LF-02.a

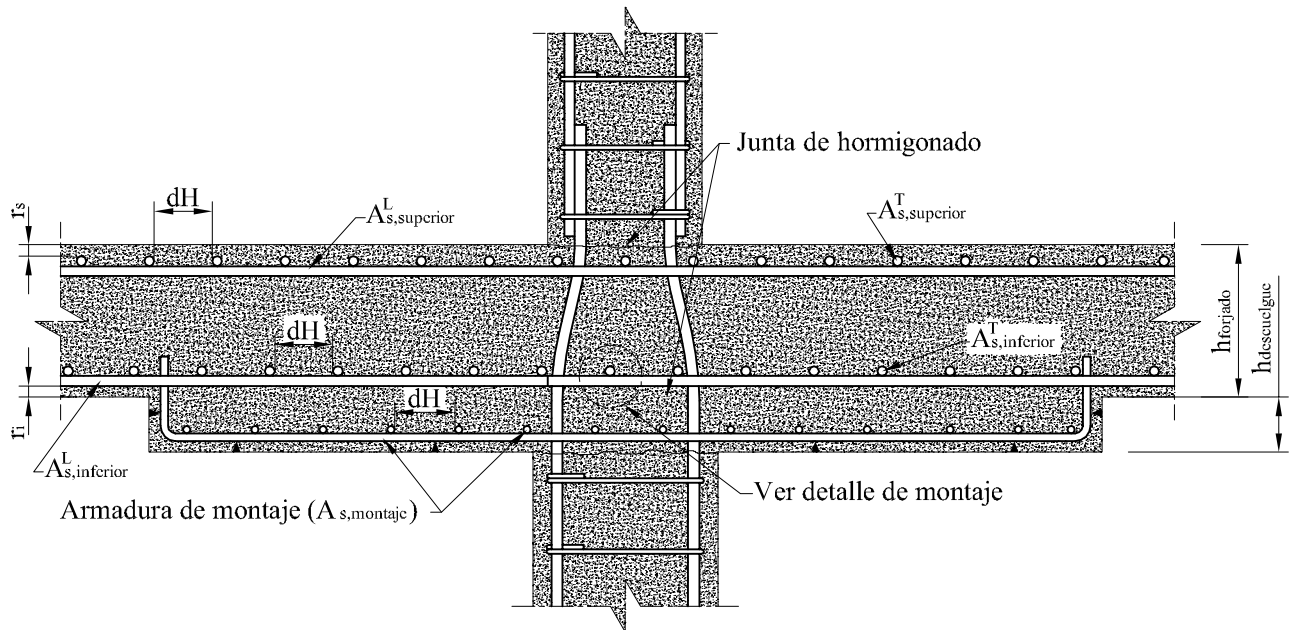
Separación de barras ⇒ Ficha LF-03

Armadura de punzonamiento ⇒ Fichas: LF-05.c

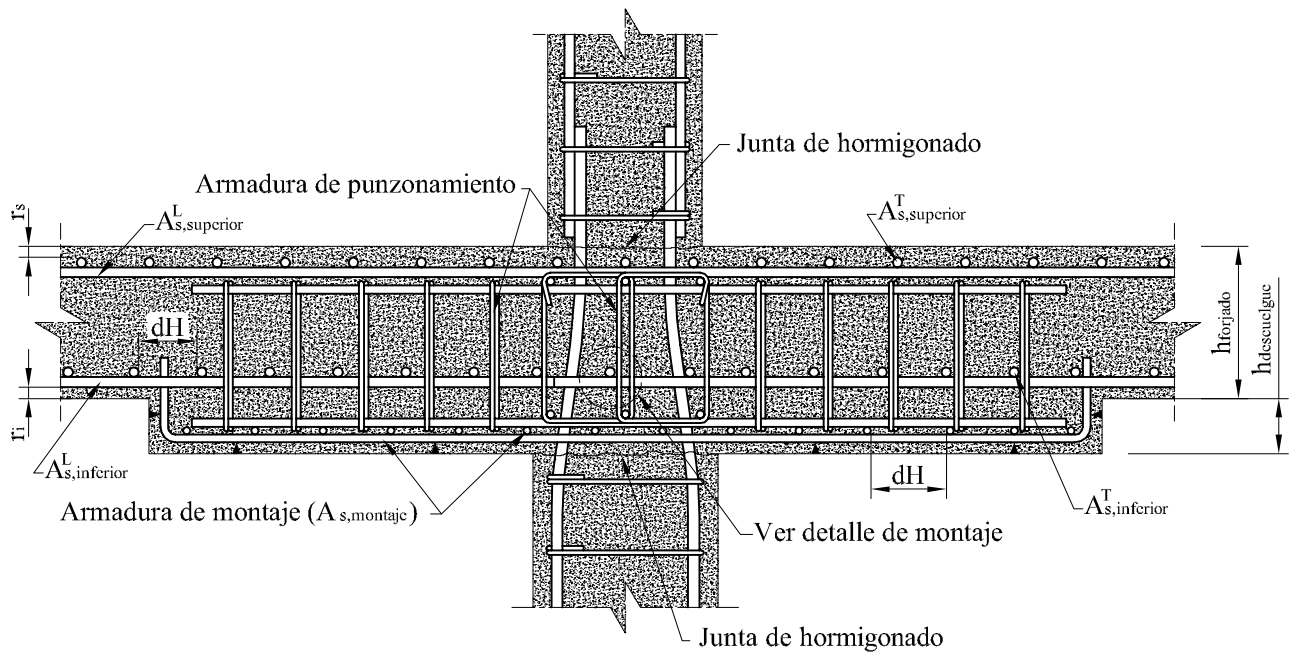
Recomendaciones constructivas ⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A) LOSA SIN ARMADURA DE PUNZONAMIENTO



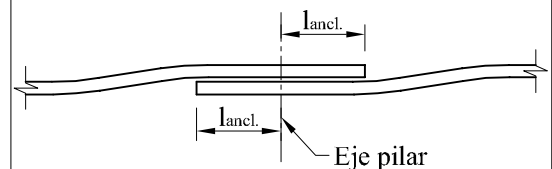
B) LOSA CON ARMADURA DE PUNZONAMIENTO → Consultar Fichas LF-05.a1, LF-05.a2



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

Detalle de montaje en el anclaje de barras inferiores



LOSAS DE FORJADOS

ÁBACO CENTRAL DESCOLGADO

FICHA: LF-09

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$A_{s,montaje}$ (Armadura de montaje)	- Emplear diámetros: Ø8,Ø10
--	-----------------------------

Nota:

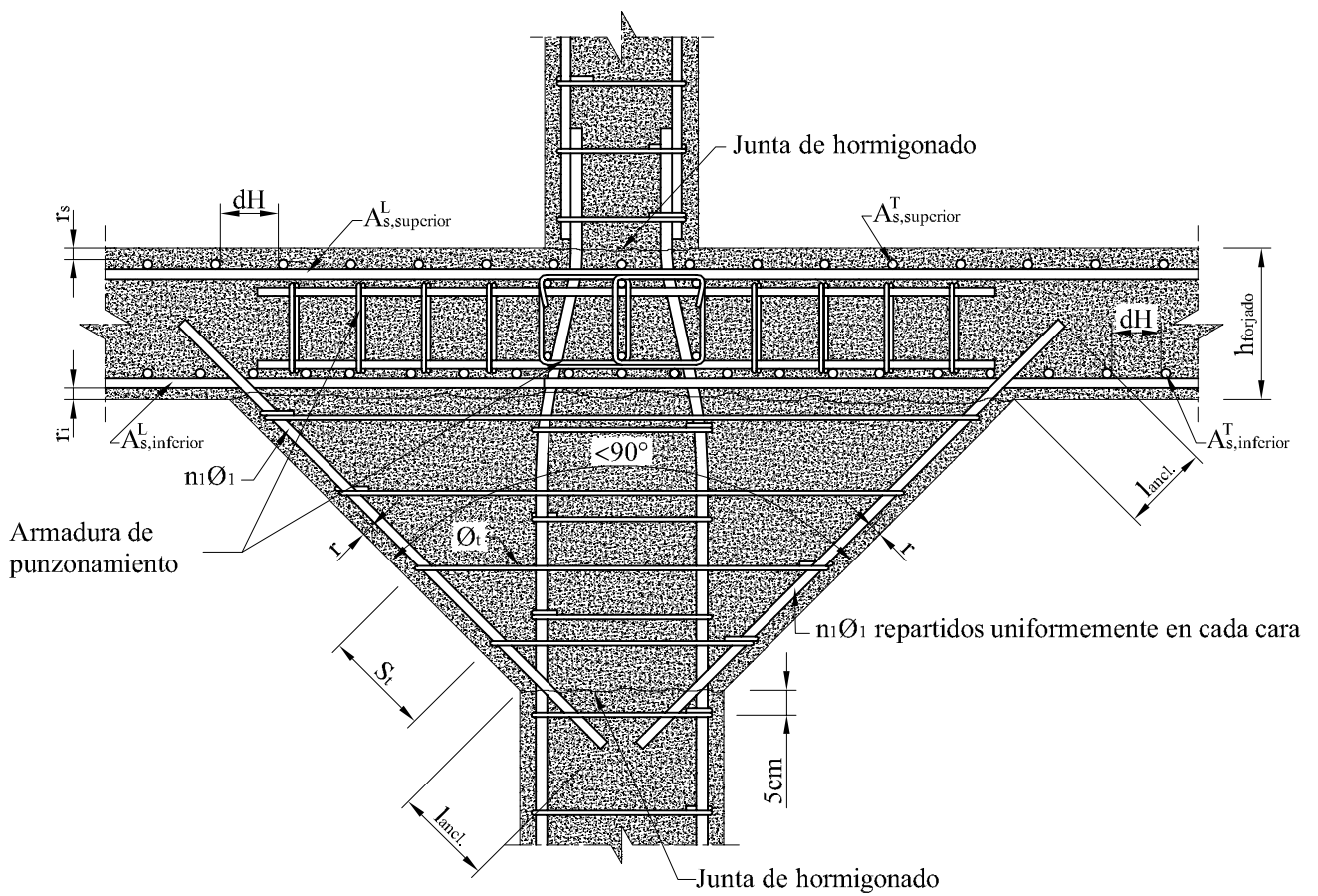
1. - La armadura de montaje del ábaco, generalmente no suele tener función resistente (no suele tenerse en cuenta en el cálculo), su empleo es debido a controlar la fisuración del hormigón, es decir, el cumplimiento de las limitaciones máximas de separación entre barras.

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.b
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03
Armadura de punzonamiento	⇒ Fichas: LF-05.a1, LF-05.a2
Recomendaciones constructivas	⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para ábaco sin resalto



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

ÁBACO CON CAPITEL

FICHA: LF-10.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

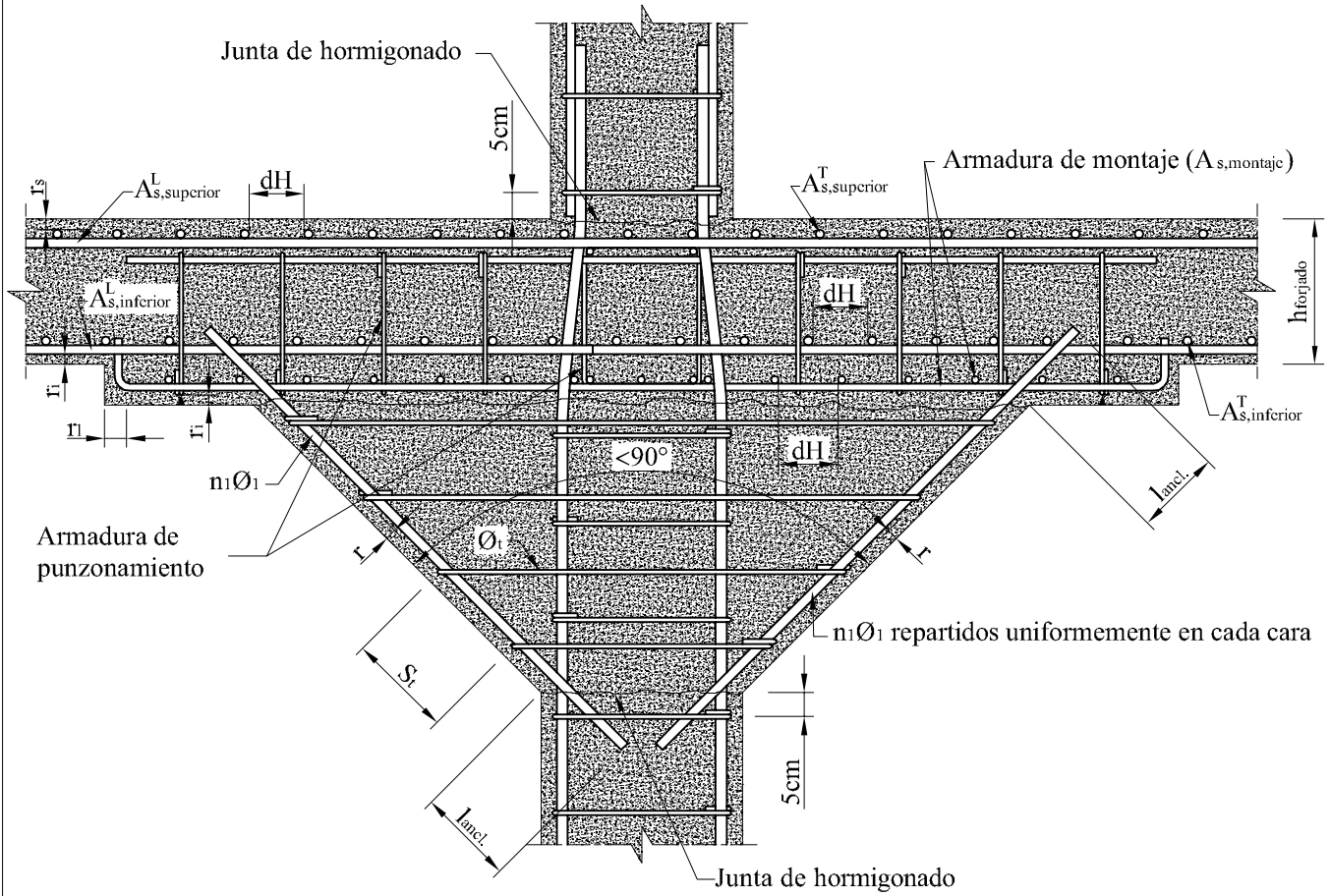
PARÁMETROS		
$A_{s,montaje}$ (Armadura de montaje)	- Emplear diámetros: Ø8,Ø10	
Armadura capitel	Armadura longitudinal	- Cuantías geométricas mínimas. (EHE art. 42.3.5)
	Estribos	- $S_t \leq 30$ cm (en cualquier caso). (EHE art. 42.3) - Emplear diámetros (ϕ): Ø6 , Ø8 , Ø 10.
Nota: 1. - La armadura de montaje del ábaco, generalmente no suele tener función resistente (no suele tenerse en cuenta en el cálculo), su empleo es debido a controlar la fisuración del hormigón, es decir, el cumplimiento de las limitaciones máximas de separación entre barras.		

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.b
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03
Armadura de punzonamiento	⇒ Fichas: LF-05.a1, LF-05.a2
Recomendaciones constructivas	⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para ábaco con resalto



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

ÁBACO CON CAPITEL

FICHA: LF-10.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

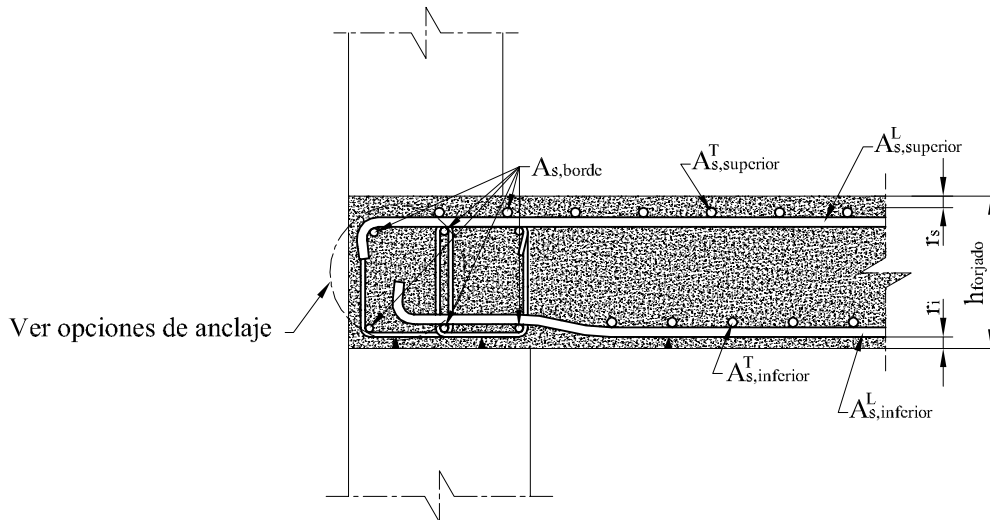
PARÁMETROS	
$A_{s,montaje}$ (Armadura de montaje)	- Emplear diámetros: Ø8,Ø10
Armadura capitel	Armadura longitudinal - Cuantías geométricas mínimas. (EHE art. 42.3.5)
	Estribos - $S_t \leq 30$ cm (en cualquier caso). (EHE art. 42.3) - Emplear diámetros ($\emptyset t$): Ø6 , Ø8 , Ø 10.
Nota: 1. - La armadura de montaje del ábaco, generalmente no suele tener función resistente (no suele tenerse en cuenta en el cálculo), su empleo es debido a controlar la fisuración del hormigón, es decir, el cumplimiento de las limitaciones máximas de separación entre barras.	

Consultar Fichas

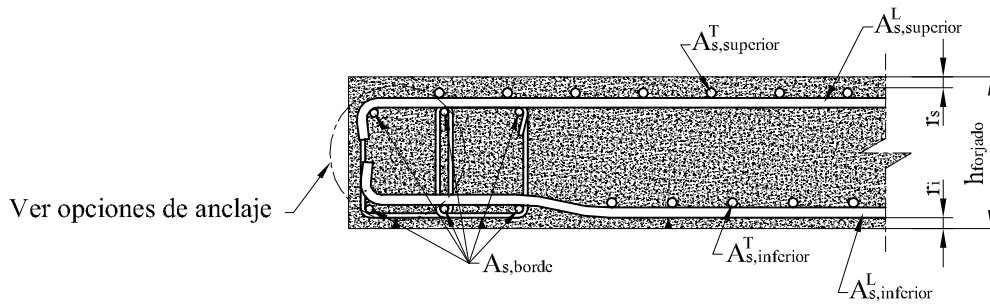
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.b
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03
Armadura de punzonamiento	⇒ Fichas: LF-05.a1, LF-05.a2
Recomendaciones constructivas	⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A) BORDE DE LOSA SIN VOLADIZO



B) BORDE DE LOSA CON VOLADIZO



Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS
VIGAS DE BORDE
FICHA: LF-11
DATOS CONSTRUCTIVOS
PARÁMETROS

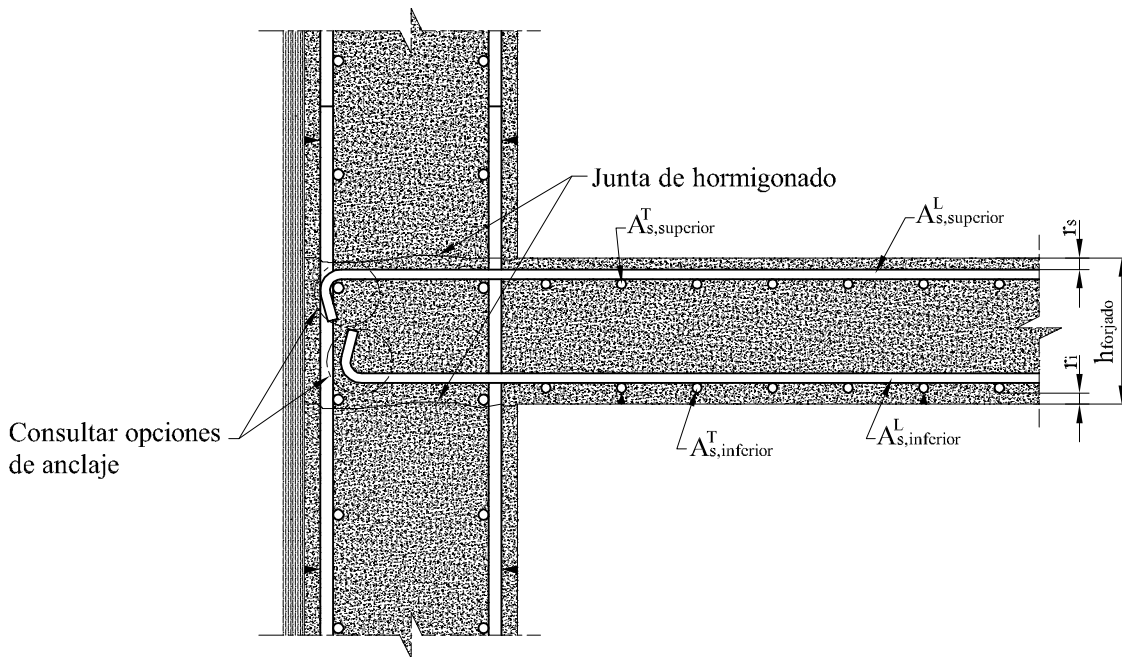
\varnothing_t, S_t (Diámetro y separación de estribos de zucho de borde)	<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44) - Emplear diámetros: $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$.
$A_{s,borde}$ (Armadura longitudinal de zucho de borde)	<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales. (EHE art. 42) - Estado límite último de agotamiento por torsión (EHE art. 45) - Estado límite último de agotamiento frente a cortante (EHE art. 44)

Consultar Fichas

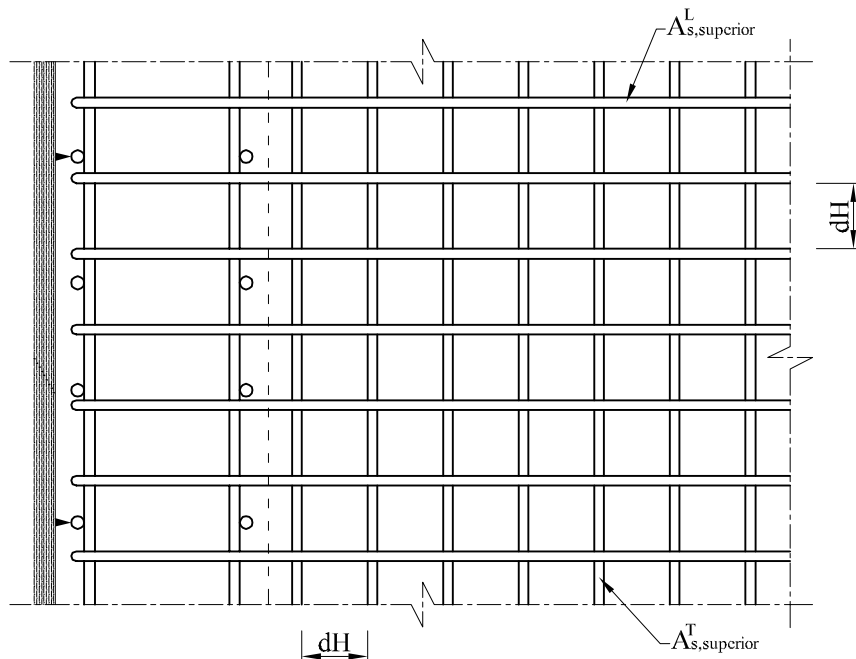
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.a, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03
Armadura de punzonamiento	⇒ Fichas: LF-05.a1, LF-05.a2
Recomendaciones constructivas	⇒ Fichas: LF-04.a, LF-04.b

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para muro realizado en 2 fases



ALZADO



PLANTA

LOSAS DE FORJADOS

**ENLACE DE FORJADO CON MURO
CONTINUO**

FICHA: LF-12.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

Consultar Fichas

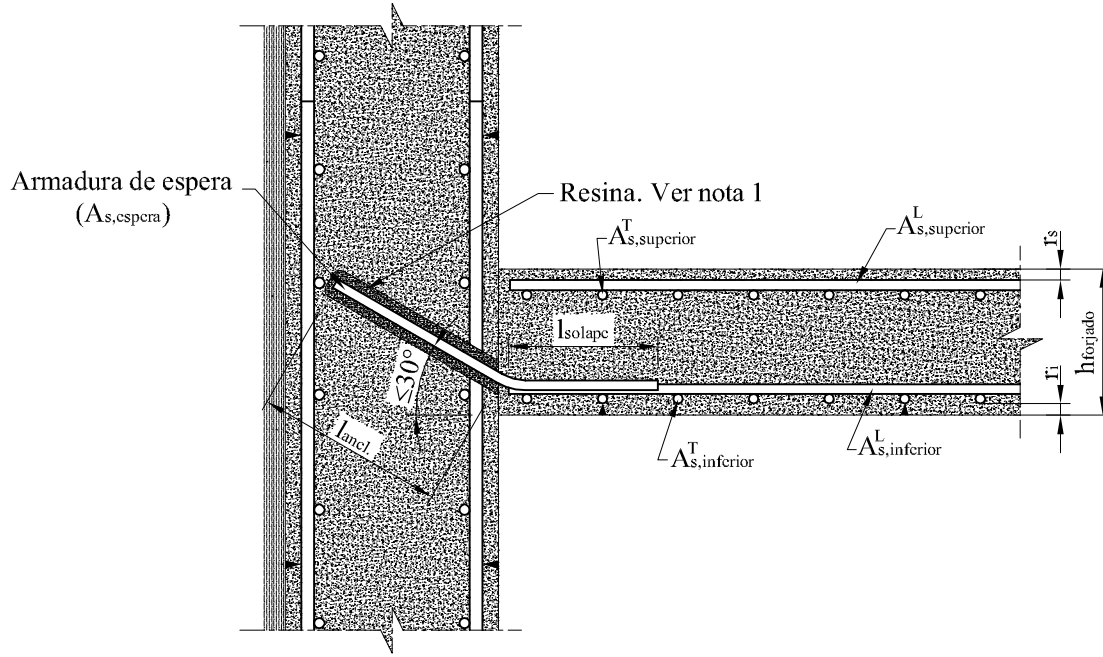
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

Leyenda

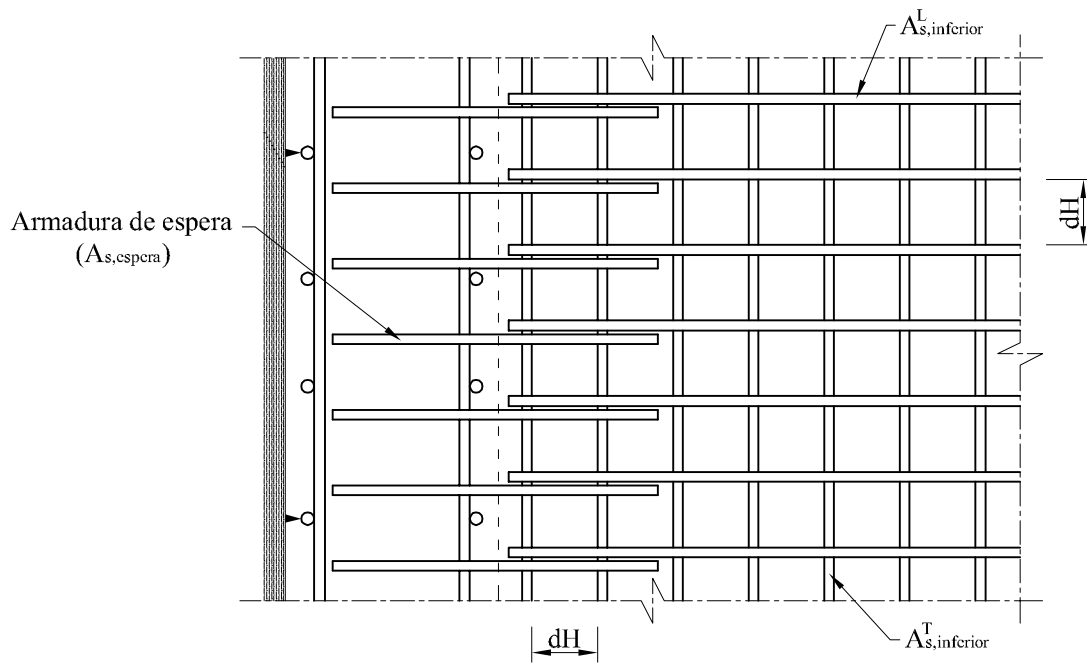
$A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
 $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
 $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
 $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para muro realizado en 1 fase



ALZADO



PLANTA

LOSAS DE FORJADOS

ENLACE DE FORJADO CON MURO CONTINUO

FICHA: LF-12.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

l_{solape} (Longitud de solape)	- Empalme de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.6)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
$A_{s,espera}$ (Armadura de espera)	- Estado límite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44)

Notas:

- 1.- La armadura de espera, en general se alojará en el muro mediante taladro y relleno de resina especial. Durante la operación de taladrado es importante no romper la continuidad de la armadura del muro, por tanto siempre que exista la posibilidad de introducir la armadura de espera antes del hormigonado del muro, se adoptará esta última solución.
- 2.- En caso de solapes de barras de distinto diámetro, la longitud de solape, se calculará para la barra de menor diámetro.

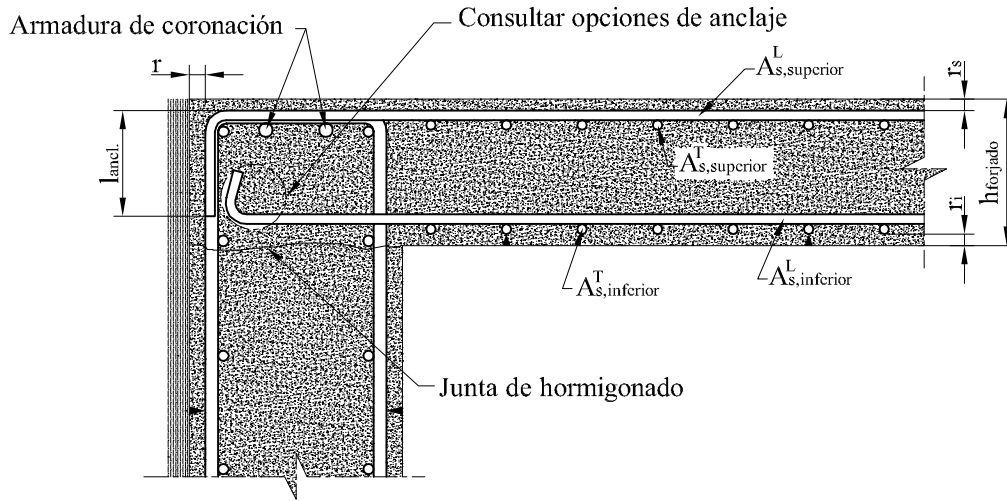
Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.c, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

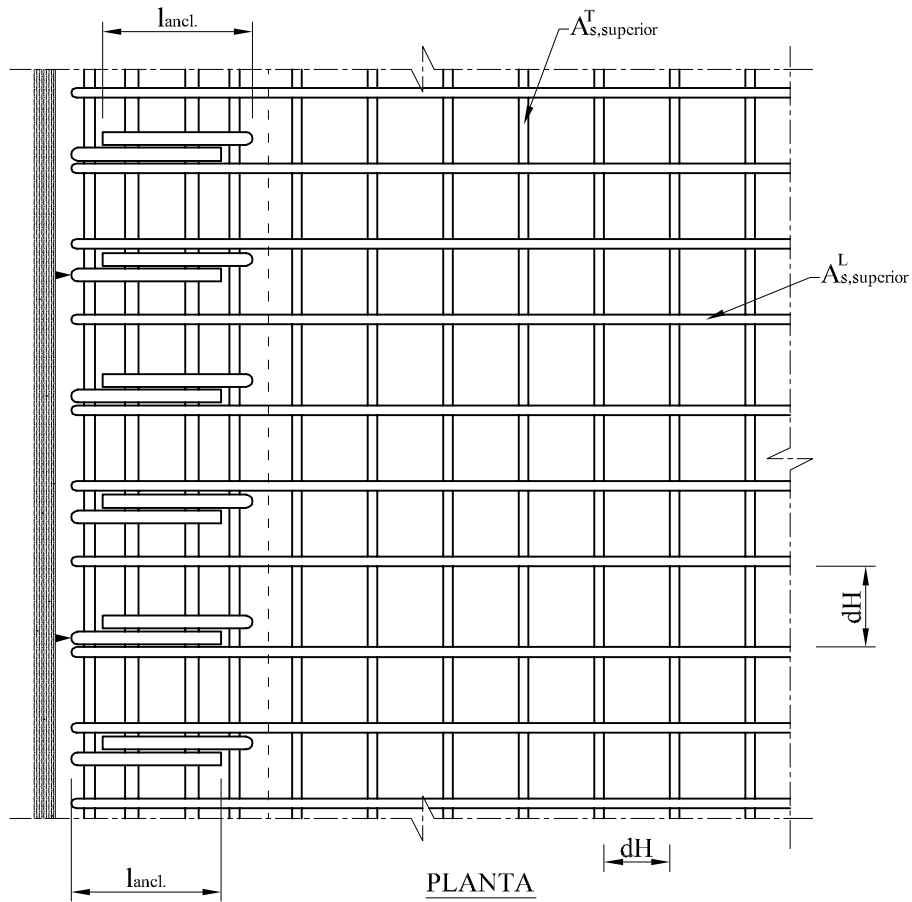
Leyenda

$A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
 $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
 $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
 $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS



ALZADO



PLANTA

Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

LOSAS DE FORJADOS

**ENLACE DE FORJADO CON
CORONACIÓN DE MURO**

FICHA: LF-13

DATOS CONSTRUCTIVOS

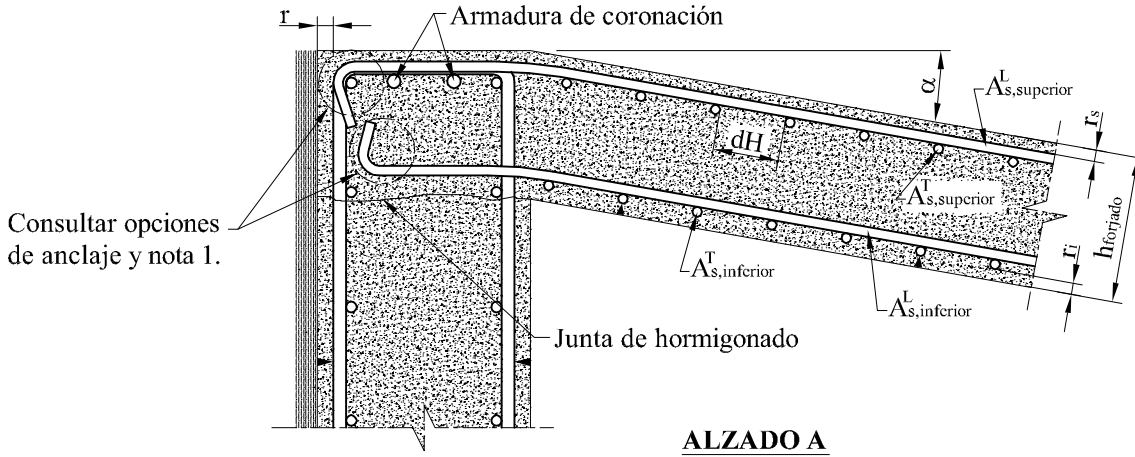
PARÁMETROS

$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
--------------------------------------	--

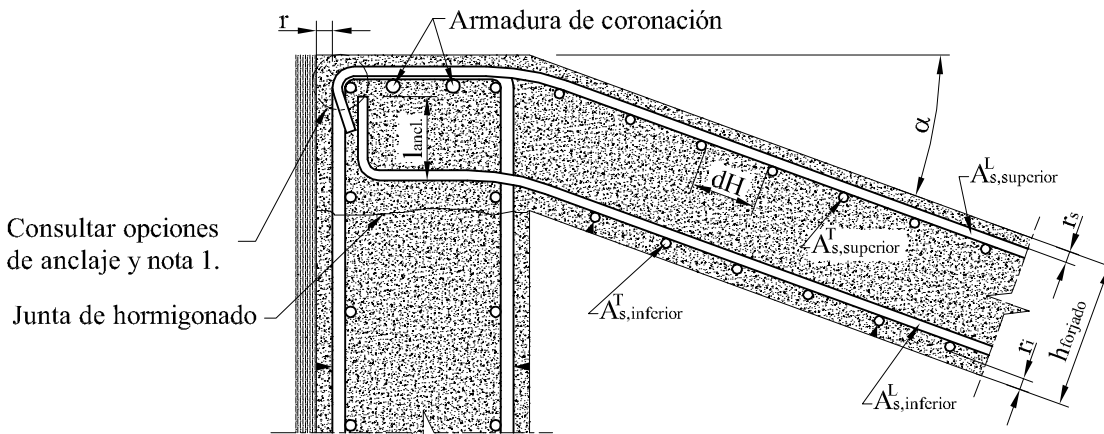
Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

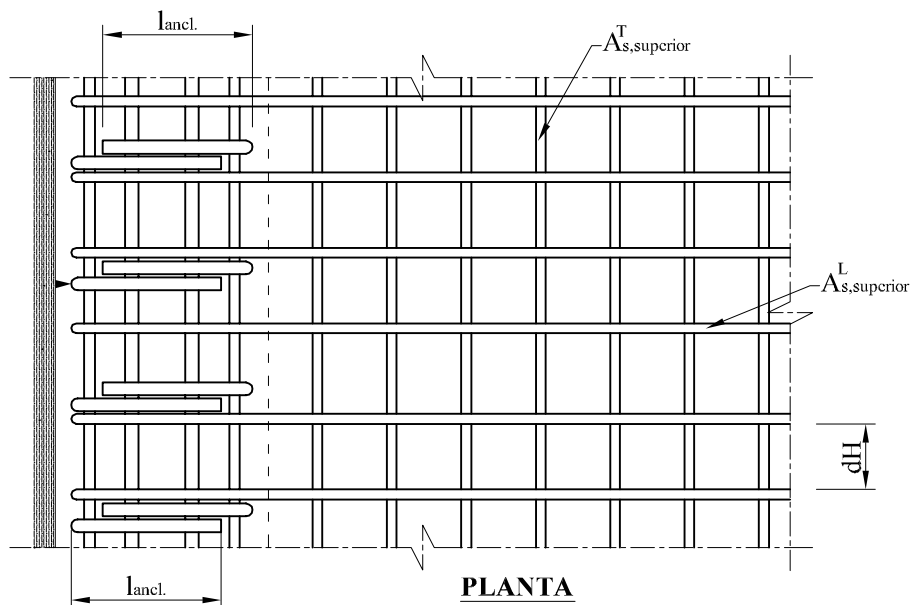
DETALLES CONSTRUCTIVOS



ALZADO A
Detalle válido para ángulos pequeños. ($\text{tg } \alpha \leq 1/6$)



ALZADO B
Detalle válido para ángulos pequeños. ($\text{tg } \alpha > 1/6$)



PLANTA

LOSAS DE FORJADOS

**ENLACE DE LOSA INCLINADA CON
CORONACIÓN DE MURO**

FICHA: LF-14

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
--------------------------------------	--

Nota:

1.- El anclaje de la armadura superior es preferible lograrlo en prolongación recta vertical, estando así del lado de la seguridad, pues más que un problema de anclaje es un problema de solape entre la armadura superior de la losa y armadura exterior del muro.

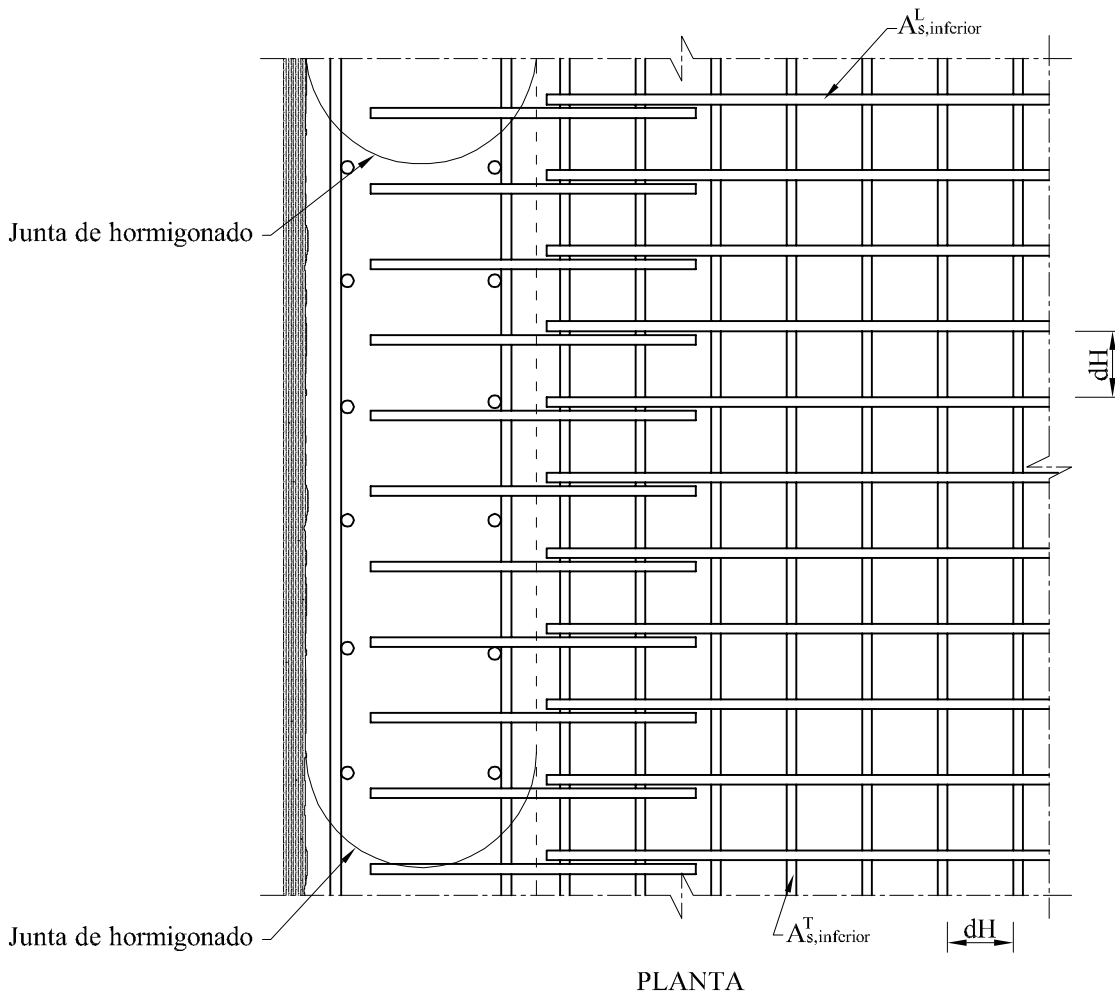
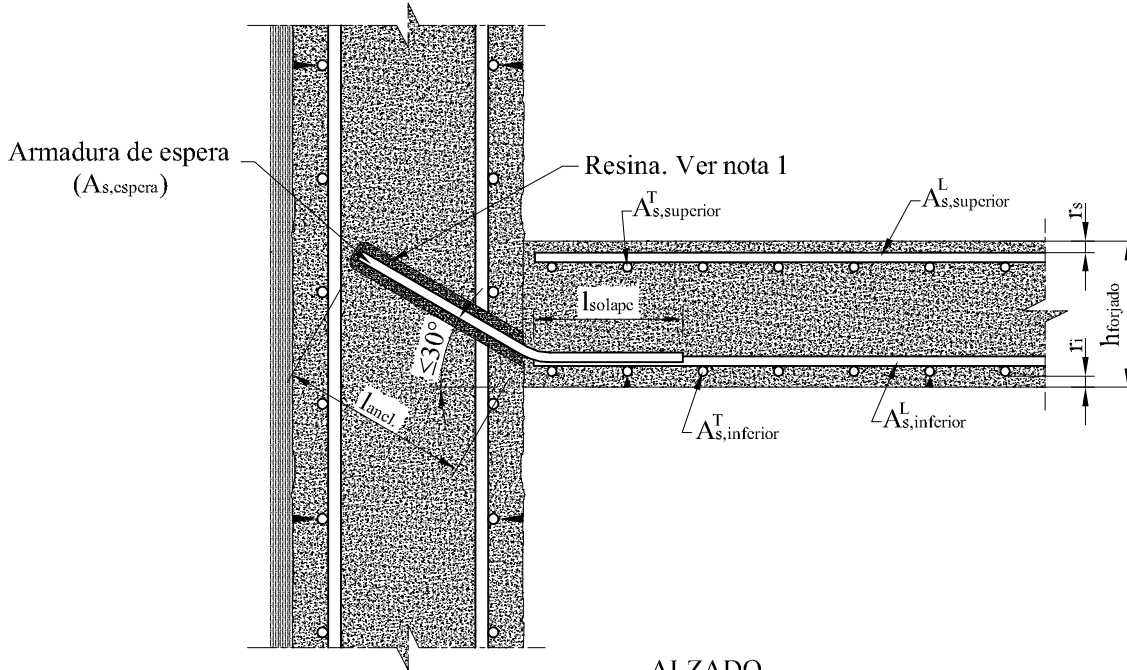
Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

Leyenda

- $A_{S,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{S,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{S,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{S,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS



LOSAS DE FORJADOS

ENLACE DE FORJADO CON PANTALLA

FICHA: LF-15

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

l_{solape} (Longitud de solape)	- Empalme de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.6)
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
$A_{s,espera}$ (Armadura de espera)	- Estado limite último de agotamiento frente a cortante. (EHE art. 44)

Notas:

- 1.- La armadura de espera, en general se alojará en el muro mediante taladro y relleno de resina especial. Durante la operación de taladrado es importante no romper la continuidad de la armadura del muro, por tanto siempre que exista la posibilidad de introducir la armadura de espera antes del hormigonado del muro, se adoptará esta última solución.
- 2.- En caso de solapes de barras de distinto diámetro, la longitud de solape, se calculará para la barra de menor diámetro.

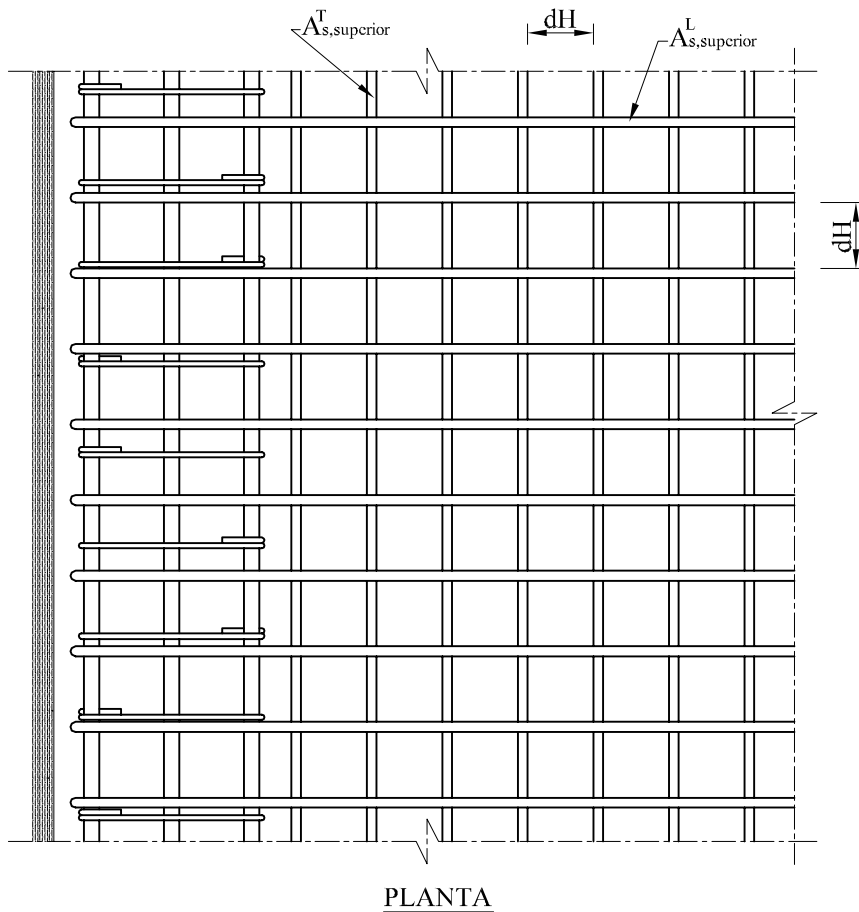
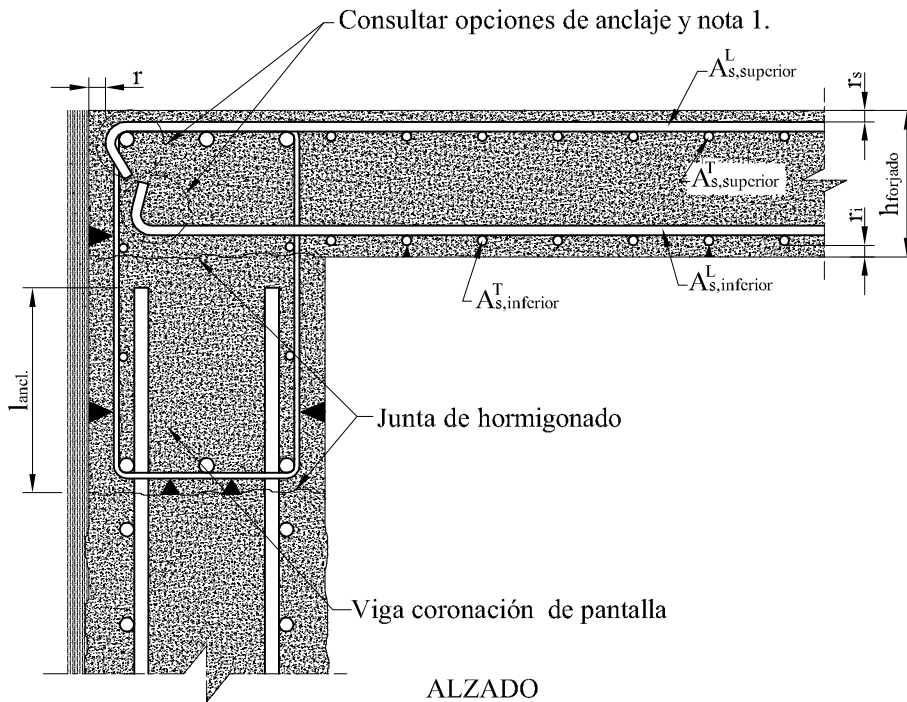
Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.c, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS



DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
--------------------------------------	--

Nota:

1.- El anclaje de la armadura superior es preferible lograrlo en prolongación recta vertical, estando así del lado de la seguridad, pues más que un problema de anclaje es un problema de solape entre la armadura superior de la losa y armadura exterior de la pantalla.

Consultar Fichas

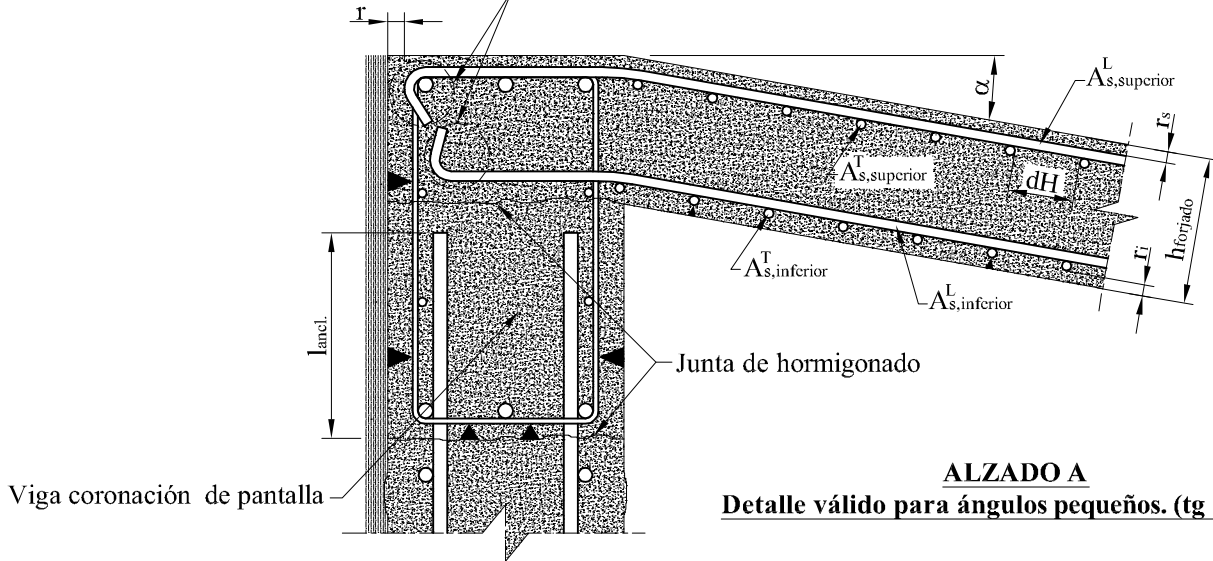
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

Leyenda

- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

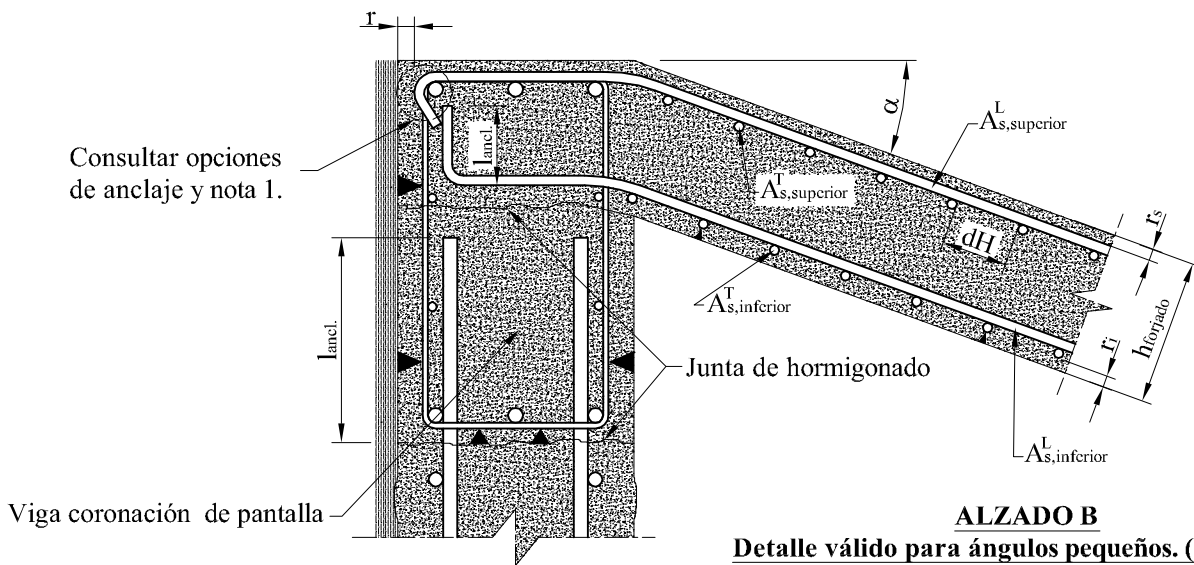
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Consultar opciones de anclaje y nota 1.



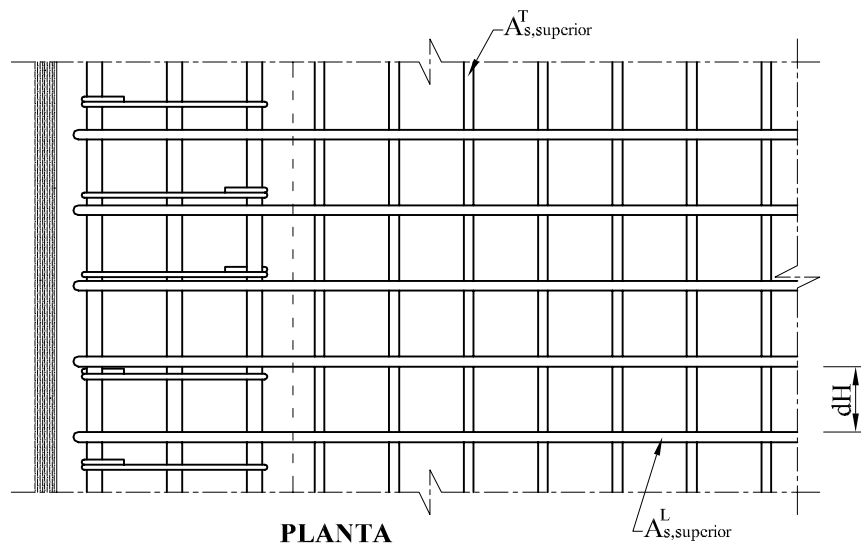
ALZADO A

Detalle válido para ángulos pequeños. ($\text{tg } \alpha \leq 1/6$)



ALZADO B

Detalle válido para ángulos pequeños. ($\text{tg } \alpha > 1/6$)



PLANTA

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

$I_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
--------------------------------------	--

Nota:

1.- El anclaje de la armadura superior es preferible lograrlo en prolongación recta vertical, estando así del lado de la seguridad, pues más que un problema de anclaje es un problema de solape entre la armadura superior de la losa y armadura exterior de la pantalla.

Consultar Fichas

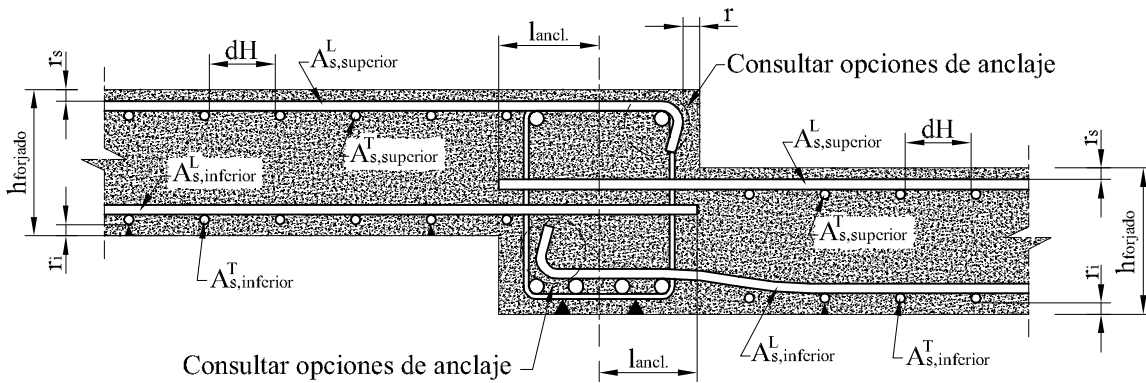
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

Leyenda

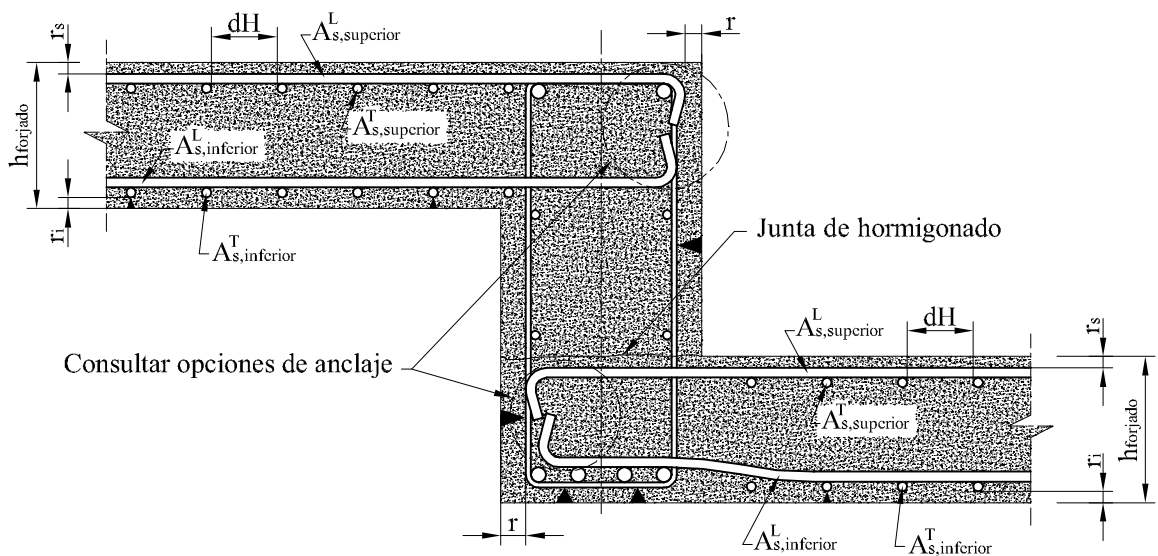
- $A_{s,superior}^L$ = Armadura superior longitudinal.
- $A_{s,superior}^T$ = Armadura superior transversal.
- $A_{s,inferior}^L$ = Armadura inferior longitudinal.
- $A_{s,inferior}^T$ = Armadura inferior transversal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

1.- DESNIVEL DE FORJADOS PEQUEÑO



2.- DESNIVEL DE FORJADOS GRANDE



LOSAS DE FORJADOS

ENLACE DE FORJADOS A DISTINTO NIVEL

FICHA: LF-18

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

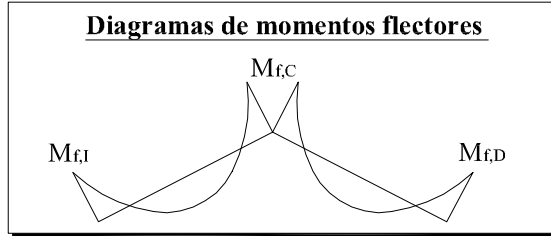
$l_{ancl.}$ (Longitud de anclaje)	- Anclajes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.5)
--------------------------------------	--

Consultar Fichas

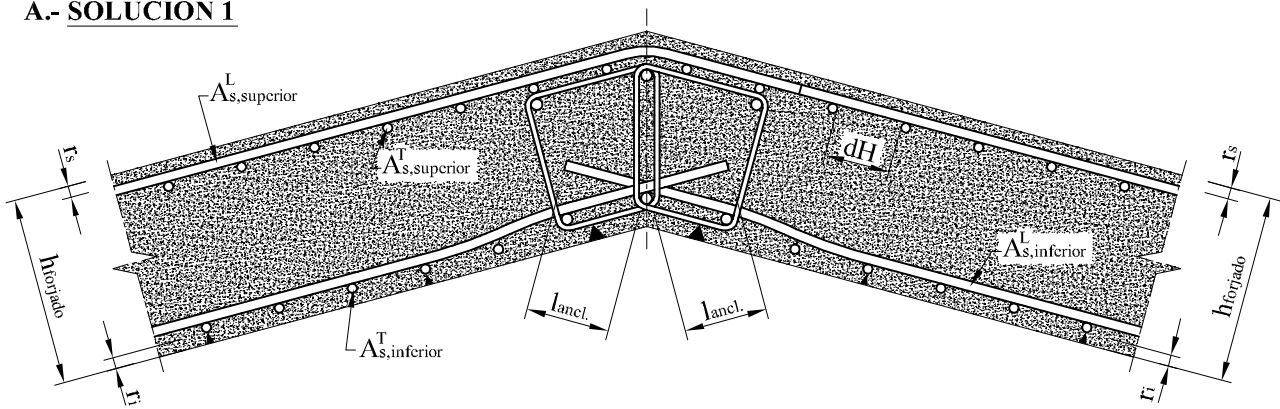
Armadura longitudinal y transversal	⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03
Separación de separadores	⇒ Ficha: LF-03
Recubrimientos	⇒ Ficha LF-03
Canto de forjado	⇒ Ficha LF-03
Opciones de anclaje	⇒ Ficha LF-02.a
Separación de barras	⇒ Ficha LF-03

DETALLES CONSTRUCTIVOS

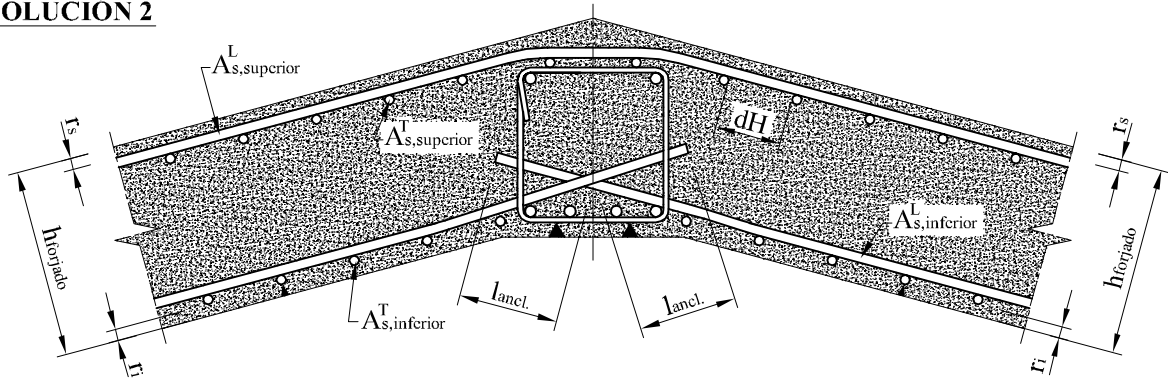
Ficha válida para cumbrera sometida a momentos negativos.



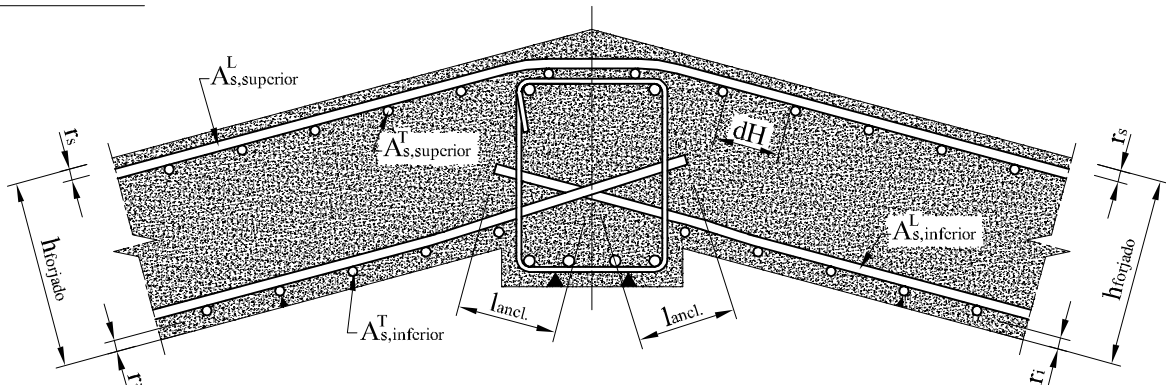
A.- SOLUCIÓN 1



B.- SOLUCIÓN 2



C.- SOLUCIÓN 3



LOSAS DE FORJADOS

CUMBRERA

FICHA: LF-19.a

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

Isolape
(Longitud de solape)

- Empalmes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.6)

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal ⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03

Separación de separadores ⇒ Ficha: LF-03

Recubrimientos ⇒ Ficha LF-03

Canto de forjado ⇒ Ficha LF-03

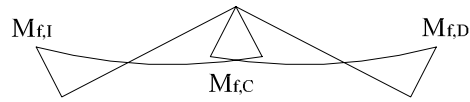
Opciones de anclaje ⇒ Ficha LF-02.a

Separación de barras ⇒ Ficha LF-03

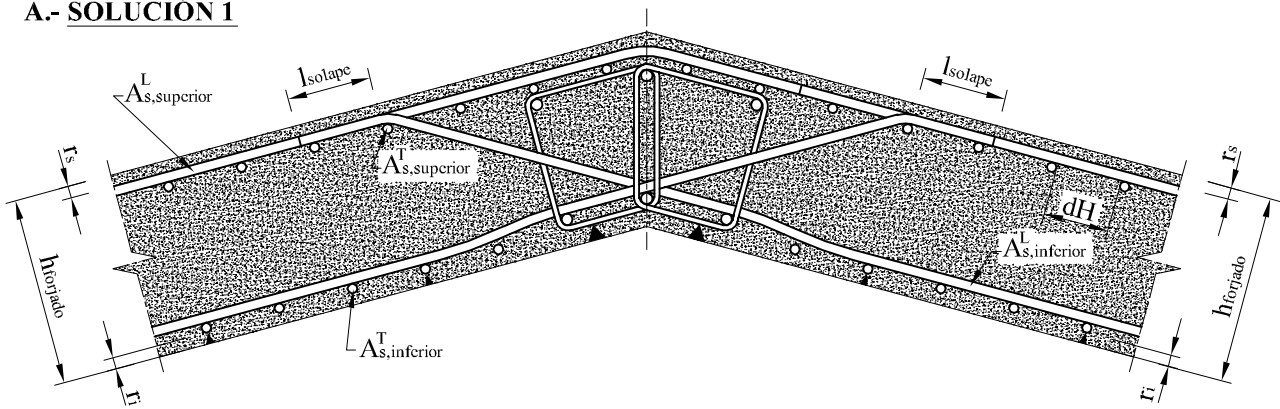
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ficha válida para cumbrera sometida a momentos positivos.

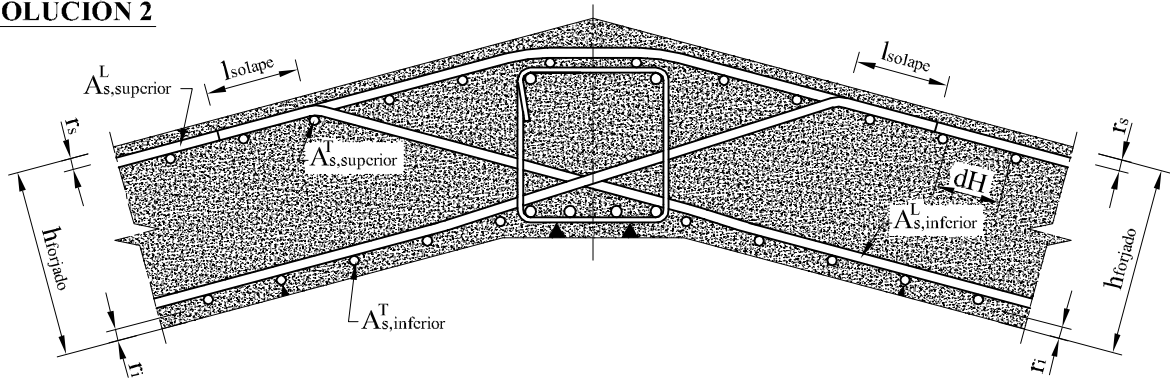
Diagramas de momentos flectores



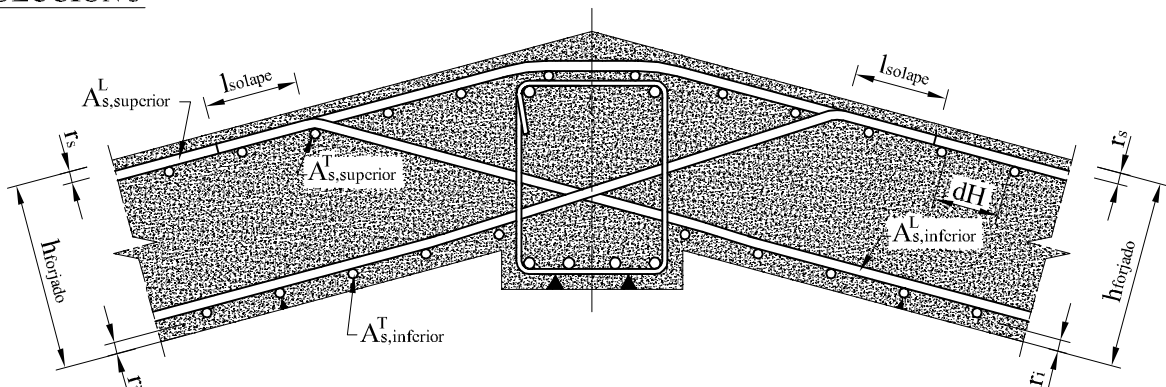
A.- SOLUCIÓN 1



B.- SOLUCIÓN 2



C.- SOLUCIÓN 3



LOSAS DE FORJADOS

CUMBRERA

FICHA: LF-19.b

DATOS CONSTRUCTIVOS

PARÁMETROS

Isolape
(Longitud de solape)

- Empalmes de las armaduras pasivas. (EHE art. 66.6)

Consultar Fichas

Armadura longitudinal y transversal ⇒ Fichas: LF-01.b, LF-03

Separación de separadores ⇒ Ficha: LF-03

Recubrimientos ⇒ Ficha LF-03

Canto de forjado ⇒ Ficha LF-03

Separación de barras ⇒ Ficha LF-03