

1.- DESCRIPCIÓN.....	2
2.- COMPROBACIONES.....	2
2.1.- Perímetro del soporte (P5).....	2
2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (combinaciones no sísmicas).....	2
2.2.- Perímetro crítico (P5).....	4
2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (combinaciones no sísmicas). 4	4
2.3.- Perímetro de la armadura de refuerzo (P5).....	6
2.3.1.- Zona exterior a la armadura de punzonamiento (combinaciones no sísmicas).....	6
2.4.- Armadura de refuerzo (P5).....	8
2.4.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas.....	8
2.4.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento.....	8
2.4.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos.....	9
2.4.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral.....	9

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

1.- DESCRIPCIÓN

Cálculo de los perímetros de punzonamiento																													
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">■ Perímetro del soporte (P5)</td> </tr> <tr> <td>u₀:</td> <td>1200 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">■ Perímetro crítico</td> </tr> <tr> <td>u₁:</td> <td>4527 mm</td> </tr> <tr> <td>x_G:</td> <td>6000 mm</td> </tr> <tr> <td>y_G:</td> <td>6000 mm</td> </tr> <tr> <td>W_{1x}:</td> <td>20721.4 cm²</td> </tr> <tr> <td>W_{1y}:</td> <td>20721.4 cm²</td> </tr> <tr> <td colspan="2">■ Perímetro de la armadura de refuerzo</td> </tr> <tr> <td>u_{n,ef}:</td> <td>5937 mm</td> </tr> <tr> <td>x_G:</td> <td>5985 mm</td> </tr> <tr> <td>y_G:</td> <td>6014 mm</td> </tr> <tr> <td>W_{n,ef,x}:</td> <td>48917.9 cm²</td> </tr> <tr> <td>W_{n,ef,y}:</td> <td>48710.1 cm²</td> </tr> </table>	■ Perímetro del soporte (P5)		u ₀ :	1200 mm	■ Perímetro crítico		u ₁ :	4527 mm	x _G :	6000 mm	y _G :	6000 mm	W _{1x} :	20721.4 cm ²	W _{1y} :	20721.4 cm ²	■ Perímetro de la armadura de refuerzo		u _{n,ef} :	5937 mm	x _G :	5985 mm	y _G :	6014 mm	W _{n,ef,x} :	48917.9 cm ²	W _{n,ef,y} :	48710.1 cm ²
	■ Perímetro del soporte (P5)																												
	u ₀ :	1200 mm																											
	■ Perímetro crítico																												
	u ₁ :	4527 mm																											
	x _G :	6000 mm																											
	y _G :	6000 mm																											
	W _{1x} :	20721.4 cm ²																											
	W _{1y} :	20721.4 cm ²																											
	■ Perímetro de la armadura de refuerzo																												
u _{n,ef} :	5937 mm																												
x _G :	5985 mm																												
y _G :	6014 mm																												
W _{n,ef,x} :	48917.9 cm ²																												
W _{n,ef,y} :	48710.1 cm ²																												

2.- COMPROBACIONES

2.1.- Perímetro del soporte (P5)

2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (combinaciones no sísmicas)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa.

Se debe satisfacer:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd,max}$$

$$2.29 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

t_{sd}: Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$t_{sd} : \underline{2.29} \text{ N/mm}^2$$

t_{rd,max}: Tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico.

$$t_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{sd} = \frac{|\beta \cdot F_{sd}|}{u_0 \cdot d}$$

$$t_{sd} : \underline{2.29} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd}: Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{721.82} \text{ kN}$$

b: Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd}, como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$b : \underline{1.01}$$

$$\beta = 1 + k_x \cdot \frac{|M_{xd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_1}{W_{1x}} + k_y \cdot \frac{|M_{yd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_1}{W_{1y}}$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.60}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.60}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} = M_{xdp} + F_{sd} \cdot Y_G$$

$$M_{xd} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} = M_{ydp} - F_{sd} \cdot X_G$$

$$M_{yd} : \underline{5.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{5.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

x_G : Coordenada x del centro de gravedad del perímetro crítico u_1 respecto al centro del pilar.

$$x_G : \underline{6000} \text{ mm}$$

y_G : Coordenada y del centro de gravedad del perímetro crítico u_1 respecto al centro del pilar.

$$y_G : \underline{6000} \text{ mm}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{4527} \text{ mm}$$

$$W_{1x} = \int_0^{u_1} |e_y| \cdot dl$$

$$W_{1x} : \underline{20721.4} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} = \int_0^{u_1} |e_x| \cdot dl$$

$$W_{1y} : \underline{20721.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

u_0 : Perímetro crítico de comprobación de la zona adyacente al soporte o carga (EHE-08, 46.4.3).

$$u_0 : \underline{1200} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{rd,max} = 0.5 \cdot f_{1cd}$$

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{10.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{1cd} = 0.60 \cdot f_{cd}$$

Donde:

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

2.2.- Perímetro crítico (P5)

2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (combinaciones no sísmicas)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa.

Se debe satisfacer:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd,cs}$$

$$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 0.74 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{0.61} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,cs}$: Tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.74} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{sd} = \frac{|\beta \cdot F_{sd}|}{u_1 \cdot d}$$

$$\tau_{sd} : \underline{0.61} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{721.82} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.01}$$

$$\beta = 1 + k_x \cdot \frac{|M_{xd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_1}{W_{1x}} + k_y \cdot \frac{|M_{yd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_1}{W_{1y}}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.60}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.60}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x , respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} = M_{xdp} + F_{sd} \cdot y_G$$

$$M_{xd} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y , respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} = M_{ydp} - F_{sd} \cdot x_G$$

$$M_{yd} : \underline{5.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x , respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y , respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{5.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

x_G : Coordenada x del centro de gravedad del perímetro crítico u_1 respecto al centro del pilar.

$$x_G : \underline{6000} \text{ mm}$$

y_G : Coordenada y del centro de gravedad del perímetro crítico u_1 respecto al centro del pilar.

$$y_G : \underline{6000} \text{ mm}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{4527} \text{ mm}$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

$$W_{1x} = \int_0^{u_1} |e_y| \cdot dl$$

$$W_{1x} : \underline{20721.4} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} = \int_0^{u_1} |e_x| \cdot dl$$

$$W_{1y} : \underline{20721.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.1):

$$\tau_{rd,cs} = 0.75 \cdot \tau_{rd,c} + 1.5 \cdot \frac{\sum \left(\frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{y\alpha,d} \cdot \text{sen} \alpha \right)}{u_1}$$

$$t_{rd,cs} : \underline{0.74} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$\tau_{rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$t_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} = \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} + 0.1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$t_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

g_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$g_c : \underline{1.50}$$

x : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$x : \underline{1.87}$$

$$\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2$$

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

r_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$r_l : \underline{0.0049}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0.02$$

Donde:

r_x : Cuantía en la dirección X.

$$r_x : \underline{0.0045}$$

r_y : Cuantía en la dirección Y.

$$r_y : \underline{0.0054}$$

σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de $\sigma'_{cd,max}$.

$$\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} = 0.30 \cdot f_{cd} \leq 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

A_{sw} : Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

s: Distancia en dirección radial entre dos perímetros concéntricos de armadura.

a: Ángulo entre la armadura de punzonamiento y el plano de la losa.

Referencia	A_{sw} (mm ²)	s (mm)	α (grados)	A_{sw}/s (cm ² /m)
ZP1CX	113	150	90.0	7.5
ZP1CY	57	150	90.0	3.8
ZP1CX	113	150	90.0	7.5
ZP1CY	57	150	90.0	3.8

$f_{ya,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_{sw} , no mayor que 400 N/mm².

$$f_{ya,d} : \underline{347.83} \text{ N/mm}^2$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{4527} \text{ mm}$$

2.3.- Perímetro de la armadura de refuerzo (P5)

2.3.1.- Zona exterior a la armadura de punzonamiento (combinaciones no sísmicas)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa.

Se debe satisfacer:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd,c}$$

$$0.47 \text{ N/mm}^2 \leq 0.64 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{0.47} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,c}$: Tensión máxima resistente de una losa sin armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.2):

$$\tau_{sd} = \frac{|\beta \cdot F_{sd}|}{u_{n,ef} \cdot d}$$

$$\tau_{sd} : \underline{0.47} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{721.82} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.03}$$

$$\beta = 1 + k_x \cdot \frac{|M_{xd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_{n,ef}}{W_{n,ef,x}} + k_y \cdot \frac{|M_{yd}|}{|F_{sd}|} \cdot \frac{u_{n,ef}}{W_{n,ef,y}}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.60}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.60}$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico $u_{n,ef}$.

$$M_{xd} = M_{xdp} + F_{sd} \cdot Y_G$$

$$M_{xd} : \underline{10.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico $u_{n,ef}$.

$$M_{yd} = M_{ydp} - F_{sd} \cdot X_G$$

$$M_{yd} : \underline{16.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{5.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

X_G : Coordenada x del centro de gravedad del perímetro crítico $u_{n,ef}$ respecto al centro del pilar.

$$X_G : \underline{5985} \text{ mm}$$

Y_G : Coordenada y del centro de gravedad del perímetro crítico $u_{n,ef}$ respecto al centro del pilar.

$$Y_G : \underline{6014} \text{ mm}$$

$u_{n,ef}$: Perímetro crítico exterior a la armadura de punzonamiento (EHE-08, 46.5).

$$u_{n,ef} : \underline{5937} \text{ mm}$$

$$W_{n,ef,x} = \int_0^{u_{n,ef}} |e_y| \cdot dl$$

$$W_{n,ef,x} : \underline{48917.9} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{n,ef,y} = \int_0^{u_{n,ef}} |e_x| \cdot dl$$

$$W_{n,ef,y} : \underline{48710.1} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa sin armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv})^{1/3} + 0.1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$t_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} = \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0.1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$t_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

g_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$g_c : \underline{1.50}$$

x : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$x : \underline{1.87}$$

$$\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2$$

f_{cv} : Resistencia efectiva de hormigón a cortante.

$$f_{cv} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cv} = f_{ck} \geq 60 \text{ N/mm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0049}$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0.02$$

Donde:

r_x : Cuantía en la dirección X.

$$r_x : \underline{0.0045}$$

r_y : Cuantía en la dirección Y.

$$r_y : \underline{0.0054}$$

σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de

$\sigma'_{cd,max}$.

$$\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} = 0.30 \cdot f_{cd} \leq 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

2.4.- Armadura de refuerzo (P5)

2.4.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (69.4.1.1, d_a):

$$d_i \geq s_{min}$$

$$100 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3 .

$$s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_1 = 20 \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 = 1.25 \cdot d_a$$

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 = \varnothing_{max}$$

$$s_3 : \underline{6} \text{ mm}$$

Siendo:

EHE-08: Tamaño máximo del árido.

$$\text{EHE-08} : \underline{15} \text{ mm}$$

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

$$\varnothing_{max} : \underline{6} \text{ mm}$$

	d_i (mm)	s_{min} (mm)	\varnothing_{max} (mm)	
ZP1CX	100	20	6	✓
ZP1CY	144	20	6	✓
ZP1CX	100	20	6	✓
ZP1CY	144	20	6	✓

2.4.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento

La distancia entre la cara del soporte o área cargada y el primer refuerzo de punzonamiento no puede ser mayor que s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$d_i \leq s_{max}$$

$$70 \text{ mm} \leq 133 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

$$s_{max} = 0.5 \cdot d$$

$$s_{max} : \underline{133} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

Comprobación del Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

2.4.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos

La distancia d_i entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos debe ser, como máximo, igual a s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$d_i \leq s_{max}$$

150 mm \leq 199 mm ✓

Donde:

$$s_{max} = 0.75 \cdot d$$

s_{max} : 199 mm

d: Canto útil de la losa.

d : 265 mm

2.4.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral

La distancia d_i entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral no puede ser mayor que s_{max} (UNE-EN 1992-1-1:2010, 9.4.3):

$$d_i \leq s_{max}$$

218 mm \leq 398 mm ✓

Donde:

$$s_{max} = 1.5 \cdot d$$

s_{max} : 398 mm

d: Canto útil de la losa.

d : 265 mm