

ANEJO III. CIMENTACIONES

INDICE. ANEJO 3. CIMENTACIONES.

| | |
|--|----|
| 1. OBJETO..... | 2 |
| 2. DESCRIPCION DE LAS CIMENTACIONES..... | 2 |
| 3. BASES DE CALCULO..... | 2 |
| 3.1. NORMATIVA..... | 2 |
| 3.2. MATERIALES..... | 2 |
| 3.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO..... | 2 |
| 3.3.1. NIVELES GEOTÉCNICOS..... | 2 |
| 3.3.2. PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO..... | 3 |
| 3.3.3. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN..... | 3 |
| 3.3.4. TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO..... | 3 |
| 3.4. ACCIONES..... | 3 |
| 4. CÁLCULO ESTRUCTURAL..... | 4 |
| 4.1. DIMENSIONAMIENTO ENCEPADOS..... | 4 |
| 4.2. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACION DE PILOTES..... | 5 |
| 4.2.1. COMPROBACIONES A REALIZAR..... | 5 |
| 4.2.2. CÁLCULOS..... | 6 |
| 4.2.3. ARMADO DEL PILOTE..... | 9 |
| 4.3. COMPROBACION ZAPATA ISLA CENTRAL..... | 10 |

1.Objeto

En este anejo se estudiará la geometría y el cálculo de la cimentación de la pasarela en la isla central y en el borde exterior del barranco conforme las solicitudes provenientes de la estructura ya calculadas en el Anejo II

Se incluirá los cálculos y comprobaciones necesarios para la estabilidad de la estructura conforme la información proporcionada por el estudio geotécnico.

2. Descripción de las cimentaciones

Las cimentaciones de las pasarelas serán de dos tipos:

En el borde exterior del barranco se ha optado por una cimentación profunda por pilotes de hormigón armado in situ debido principalmente a la existencia próxima del muro de hormigón armado del barranco ya que si ejecutamos una cimentación superficial podría afectar a este.

En la isla central se ha optado por una cimentación superficial. Se ejecutará una zapata por cada par de apoyos encargada de soportar las solicitudes las estructuras. En este caso si es posible la construcción de una cimentación superficial debido a que la isla es lo bastante ancha para ejecutarla sin problemas de afección a estructuras colindantes.

Las cimentaciones comienzan a una cota -2.4m debido a que como veremos en el estudio geotécnico es cuando empieza la capa competente.

3. Bases de cálculo

3.1 Normativa

La normativa usada en este anejo ha sido:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de puentes de Carretera. Norma IAP-11.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. GCOC-2009
- Instrucción de hormigón estructural. EHE-08

3.2 Materiales.

Hormigón armado para cimentaciones. HA-25

Acero para armaduras pasivas B 500 S

3.3 Estudio geotécnico

3.3.1 Niveles geotécnicos

Se define la serie estratigráfica actual con el perfil registrado en el sondeo.

Los sondeos equivalentes a la zona de la pasarela corresponde al sondeo SM-3

Nivel I: Rellenos y tierra vegetal

De este nivel no se tomaron muestras debido a su escaso interés a efectos de la cimentación. Cuando se realice la cimentación este nivel tendrá que ser retirado.

Nivel II: Gravas y cantos calcáreos.

A continuación aparece un nivel de gravas y cantos calcárea con matriz limo-arenosa de color marrón y tonos mas claros. Los cantos presentan formas irregulares con tamaños centimetrico a decimétrico.

| SONDEO | COTA TECHO | COTA MURO | POTENCIA |
|--------|------------|-----------|-------------------------|
| SM – 1 | -1,80 m | -16,90 m | 15,10 m |
| SM – 2 | -2,30 m | -17,60 m | 15,30 m |
| SM – 3 | -2,40 m | ≤-22,55 m | ≥20,15 m ⁽¹⁾ |
| SM – 4 | -0,40 m | -13,30 m | 12,90 m |
| SM – 5 | -5,00 m | -6,90 m | 1,90 m |

(1) Potencia no definible; fin de los reconocimientos efectuados.

Los golpes registrados en la realización del sondeo en las purebas in situ de penetración estándar (SPT), presentan valores de $31 < N_{spt} < \text{Rechazo}$. Con los golpes obtenidos y el tipo de suelo reconocido se puede decir que la compacidad es alta.

Nivel III: Arcillas Limo-arenosas

A continuación aparece un nivel de arcilla con algo de arena de color marron con nodlos carbonatados. Presenta una capa cementada hacia muro del nivel reconocido.

| SONDEO | COTA TECHO | COTA MURO | POTENCIA |
|--------|------------|-----------|-------------------------|
| SM – 1 | -16,90 m | ≤-20,43 m | ≥3,53 m ⁽¹⁾ |
| SM – 2 | -17,60 m | ≤-22,61 m | ≥5,01 m ⁽¹⁾ |
| SM – 3 | --- | --- | --- |
| SM – 4 | -13,30 m | ≤-20,27 m | ≥6,97 m ⁽¹⁾ |
| SM – 5 | -6,90 m | ≤-20,03 m | ≥13,13 m ⁽¹⁾ |

(1) Potencia no definible; fin de los reconocimientos efectuados.

Los golpes registrados en la realización del sondeo, en las purbeas in situ de penetración estándar (SPT) presentan valores $41 < N_{spt} < \text{Rechazo}$. Con los golpes obtenidos y el tipo de suelo reconocido se puede decir que la compacidad es alta.

3.3.2 Profundidad del nivel freático.

En la profundidad reconocida, en los sondeos efectuados, se detectó la presencia de nive freático en los sondeos y en las cotas que se indican a continuación:

| SONDEO | PROFUNDIDAD N.F. |
|--------|------------------|
| SM – 1 | No detectado |
| SM – 2 | -13,30 m |
| SM – 3 | -8,10 m |
| SM – 4 | -9,40 m |
| SM – 5 | -3,80 m |

3.3.3 Profundidad de cimentación

La profundidad de cimentacion está condicionada por la necesidad de apoyar la cimentacion en terreno natural competente, y su magnitud será la minima para proporcionar un empotramiento suficiente al cimientto.

Por tanto la profundidad de cimentacion se situan a cota de cimentacion en $D=-2.5\text{m}$, esta cota puede variar según el canto de zapata, por lo que la zapata se sitaría en el nivel II de gravas y cantos calcáreos.

3.3.4 Tensión admisible del terreno

El terreno nos dará una tensión máxima admisible de 0.25 MPa

3.4. Acciones

Las acciones a considerar provenientes de la estructura llevadas a cabo en el Anejo nº2 son:

- Peso propio: 9kN
- Cargas muertas: 20kN
- Sobrecarga de uso: 102kN

4.Cálculo estructural.

Para el diseño y el cálculo de las cimentaciones se ha utilizado el Software Cypecad.

4.1 Dimensionamiento de los encepados.

A continuación se adjunta las comprobaciones otorgadas por el CPYE:

1.- CANTO MÍNIMO DEL ENCEPADO

El canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm si se apoyan sobre el terreno, ni a 40 cm si se trata de encepados sobre pilotes. Además, en este último caso el espesor no será, en ningún punto, inferior al diámetro del pilote (EHE-08, 58.8.1).

$$750.0 \text{ mm} \geq 500.0 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

h : Canto total.

$$h : 750.0 \text{ mm}$$

h_{\min} : Canto total mínimo. Se calcula como el mayor de los siguientes valores:

$$h_{\min} : 500.0 \text{ mm}$$

$$h_{\min,1} : 400.0 \text{ mm}$$

$$h_{\min,2} : 500.0 \text{ mm}$$

Siendo:

a: Mayor dimensión de la sección del pilote. **a :** 500.0 mm

2.- VUELO LIBRE MÍNIMO DEL ENCEPADO

La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado no será inferior a 25 cm (EHE-08, 58.8.1).

250.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

v: Distancia existente entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. **v :** 250.0 mm
v_{min}: Distancia mínima entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. **v_{min} :** 250.0 mm

3.- DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS PILOTES

Los pilotes ejecutados en obra deberán tener su dimensión mínima mayor o igual a 25 cm (EHE-08, 58.6).

500.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

a: Dimensión del pilote. **a :** 500.0 mm
a_{min}: Dimensión mínima del pilote. **a_{min} :** 250.0 mm

4.- DISTANCIA LIBRE MÍNIMA ENTRE BARRAS PARALELAS

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a a_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

184.0 mm ≥ 20.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Estribos xy.

Donde:

a: Distancia libre. **a :** 184.0 mm
a_{min}: Distancia mínima libre, obtenida como el mayor de los siguientes valores: **a_{min} :** 20.0 mm

a₁ : 20.0 mm

a₂ : 18.8 mm

a₃ : 12.0 mm

Siendo:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø :** 12.0 mm

d_a: Tamaño máximo del árido. **d_a :** 15.0 mm

5.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CENTROS DE BARRAS PARALELAS

La armadura dispuesta en las caras superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm (EHE-08, 58.8.2).

268.0 mm ≤ 300.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Estribos xz.

Donde:

s: Espaciamiento. **s :** 268.0 mm
s_{max}: Espaciamiento máximo. **s_{max} :** 300.0 mm

6.- RECUBRIMIENTOS

La instrucción establece unos recubrimientos mínimos de hormigón en función de la resistencia del mismo y de la clase de exposición (EHE-08, 37.2.4).

80.0 mm ≥ 80.0 mm ✓

Donde:

c: Recubrimiento. **c :** 80.0 mm
r_{nom}: Recubrimiento nominal. **r_{nom} :** 80.0 mm

Siendo:

r_{min}: Recubrimiento mínimo. **r_{min} :** 70.0 mm
Δr: Margen de recubrimiento del hormigón, en función del nivel de control de ejecución. **Δr :** 10.0 mm

Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretesas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c (r_{min,1}).

Cuando se trate de superficies límites de hormigonado que en situación definitiva queden embebidas en la masa del hormigón, el recubrimiento no será menor que el diámetro de la barra o diámetro equivalente cuando se trate de grupo de barras (r_{min,2}), ni que 0,8 veces el tamaño máximo del árido (r_{min,3}).

En piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento mínimo será 70 mm (r_{min,4}), salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza.

Siendo:

Clase de exposición: IIa

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. **f_{ck} :** 25.00 N/mm²

t_a: Vida útil de proyecto, en años. **t_a :** 50 años

d_a: Tamaño máximo del árido. **d_a :** 15.0 mm

| Cara | r _{min.1} (mm) | r _{min.2} (mm) | r _{min.3} (mm) | r _{min.4} (mm) | r _{min} (mm) | Δr (mm) | r _{nom} (mm) | c (mm) | Cumple |
|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|-----------|--------|
| Superior | 15.0 | 12.0 | 12.0 | - | 15.0 | 10.0 | 25.0 | 50.0 | ✓ |
| Inferior | 15.0 | 12.0 | 12.0 | - | 15.0 | 10.0 | 25.0 | 100.0 | ✓ |
| Lateral | 15.0 | 12.0 | 12.0 | 70.0 | 70.0 | 10.0 | 80.0 | 80.0 | ✓ |

7.- ARMADURAS TRANSVERSALES

Los tirantes T_d indicados en la figura 61.1.b se dimensionarán para la tracción de cálculo indicada en las siguientes expresiones (EHE-08, 61.3).

180.96 kN ≥ 20.96 kN ✓

180.96 kN ≥ 20.96 kN ✓

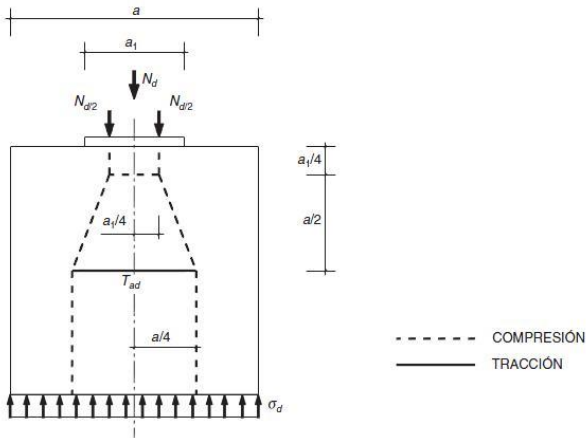
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.6·PP+1.6·CM+1.6·Qa.

T_{ad} : 20.96 kN

en sentido paralelo a a, y

T_{bd} : 20.96 kN

en sentido paralelo a b, con f_{yd} ≤ 400 N/mm² (apartado 40.2)



f_{yd} : 400.00 N/mm²
N_d : 209.60 kN
a : 500.0 mm
b : 500.0 mm
a₁ : 300.0 mm
b₁ : 300.0 mm
A_s : 452.4 mm²

N_{Rd,s}: Axil máximo resistido.

| Situación | Combinación de acciones | N _{Ed,s} (kN) | N _{Rd,s} (kN) | Cumple |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| Persistentes o transitorias | PP+CM+Qa | 149.39 | 411.00 | ✓ |

-Cuantía armado.

2 estribos del 12 para cada dirección.(x,y,z)

4.3 Dimensionamiento y comprobación de pilotes.

Se ha optado por pilotes de hormigonado in situ de 500mm de diámetro. Para su dimensionamiento se calcula el pilote mas solicitado.

4.3.1 Comprobaciones a realizar

4.3.1.1.ELU.

1. Tope estructural
2. Capacidad de soporte
 - Hundimiento. Se produce cuando las cargas verticales agotan la resistencia del terreno
 - Arranque. Se produce cuando existen pilotes traccionados y se alcanza el agotamiento por esfuerzo rasante en la fusta del pilote
 - Rotura horizontal del terreno. Se produce cuando las presiones horizontales agotan la capacidad del terreno, según un plano horizontal.

Las solicitaciones correspondiente al ELU son:

Nd=1.35x(18+40)+1.5x204=385kN

8.- CAPACIDAD PORTANTE DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

Donde:

N_{Ed,s}: Esfuerzo normal máximo en servicio.

4.3.2. Cálculos

4.3.2.1Tope estructural

$$Q_{\text{tope estructural}} = \sigma \cdot A, \quad A = \text{área de la sección transversal}$$

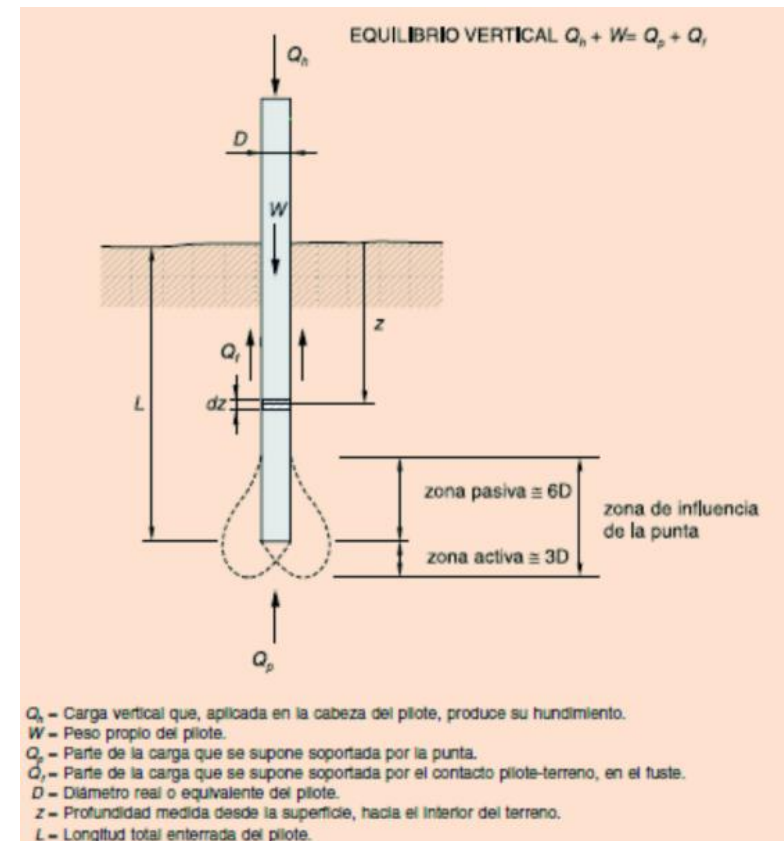
| | | TIPO DE APOYO | |
|---------------------------------|-----------|---------------|--------------|
| | | SUELO FIRME | ROCA |
| Perforado de hormigón «in situ» | Entubado | 5 | 6 |
| | Con lodos | 4 | 5 |
| | En seco | 4 | 5 |
| | Barrenado | 4 | No aplicable |

Q=4*196349=785.396N=786kN>385kN. Si cumple

4.3.2.2.Capacidad de soporte

En cuanto a capacidad del soporte solo se calcula hundimiento, ya que no tenemos tracciones en los pilotes y los efectos de cortantes son despreciables.

Los pilotes resisten el hundimiento con la resistencia a fuste y en punta. Por lo que haciendo un equilibrio:



La resistencia en punta viene dada por la expresión:

$$q_p = 1.5 \times N_q \times \sigma'$$

Donde :

$$N_q = \frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha} + e^{\pi \tan \alpha} \times f_d$$

$$f_d = 1 - D/3 > 2/3$$

σ' ; Presión vertical efectiva al nivel considerado



Resistencia en fuste:

$$\zeta f = K_o \cdot \tan \alpha \cdot \sigma \cdot f$$

Donde:

K_o =Coeficiente de empuje empírico. Pilotes hincados=0.75

σ ; Presion vertical efectiva al nivel considerado

f ; factor de reduccion del rozamiento por fuste. En hormigones $f=1$

A continuación se muestra una tabla de elaboración propia en Excel, en la cual se muestran los cálculos necesario para determinar la longitud del pilote necesario.

Para ello se muestra los estratos existentes en la zona de la pasarela sacadas del estudio geotécnico.

Axil de cálculo=385kN

| Carga de hundimientos para pilotes | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|-------|-----------|----------|------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|------|---------|
| Estrato | Cota inferior | Lpant | rp(kN/m2) | rf(kN/m) | p(m) | A(m2) | Rp(kN) | Rf(kN) | Rt(kN) | W(kN) | Rck(kN) | Yr | Rcd(kN) |
| Relleno | -2,40 | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| Gravas y cantos con limos arenas | -5,00 | 2,60 | 1161,03 | 42,22 | 2,04 | 0,33 | 385,46 | 223,92 | 609,38 | 0,51 | 608,87 | 3,00 | 202,96 |
| Arcilla limosa | -7,00 | 4,60 | 2054,13 | 59,10 | 2,04 | 0,33 | 681,97 | 554,64 | 1236,61 | 0,90 | 1235,70 | 3,00 | 411,90 |

Donde:

Lpant:Longitud del pilote hasta el estrato correspondiente

A,área en punta del pilote equivalente

P: Perimetro seccion pilote equivalente

Rp, resitencia por punta ; Rf, resistencia por fuste

Rck=Carga de hundimiento característica

Yr= Coeficiente mínimo

Rcd=Carga de hundimiento de cálculo

W: Peso propio del pilote

| Carga de hundimientos para pilotes | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|-------|-----------|----------|------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|------|---------|
| Estrato | Cota inferior | Lpant | rp(kN/m2) | rf(kN/m) | p(m) | A(m2) | Rp(kN) | Rf(kN) | Rt(kN) | W(kN) | Rck(kN) | Yr | Rcd(kN) |
| Relleno | -2,40 | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| Gravas y cantos con limos arenas | -5,00 | 2,60 | 1161,03 | 42,22 | 2,04 | 0,33 | 385,46 | 223,92 | 609,38 | 0,51 | 608,87 | 3,00 | 202,96 |
| Arcilla limosa | -7,00 | 4,60 | 2054,13 | 59,10 | 2,04 | 0,33 | 681,97 | 554,64 | 1236,61 | 0,90 | 1235,70 | 3,00 | 411,90 |

Con una Longitud de pilote de 4.6 metros tenemos una resistencia ante la carga de hundimiento de 412kN, superior al axil de cálculo 385kN, por lo que dispondremos pilotes de 5 metros de longitud.

4.3.2.3 Armado pilote

Para el dimensionamiento del armado de los pilotes tomaremos los minimos geométricos según la normativa europea UNE-EN 1563 ya que los esfuerzos a cortantes y los momentos a los que están sometidos los pilotes son despreciables.

| Área de la sección transversal del pilote: A_c | Cuantía geométrica mínima de la armadura longitudinal: A_s |
|--|--|
| $A_c \leq 0'5 \text{ m}^2$ | $A_s \geq 0'5 \% A_c$ |
| $0.5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1 \text{ m}^2$ | $A_s \geq 0'0025 \text{ m}^2$ |
| $A_c > 1 \text{ m}^2$ | $A_s \geq 0'25 \% A_c$ |

Tabla 20.Cuantía mínima según UNE-EN-1536.

Según la EHE:

- El numero de barras para pilotes será mayor o igual a 6
- La separación longitudinal no debe ser superior a 20cm
- Los estribos deben ser de diámetro no inferior a ¼ de la armadura longitudinal y separación no superior a 15 veces el diámetro de dicha armadura.

Armadura longitudinak:

$A_c=0.196\text{m}^2 \rightarrow A_s=0.5\% \cdot A_c=0.00098\text{m}^2$

$8\phi 16=0.0016\text{m}^2$

Estribos:

$c\phi 10/15\text{cm}$

4.3 Comprobación zapata central.

| | | |
|--|---|--------------------------|
| Referencia: P1 | | |
| Dimensiones: 120 x 120 x 30 | | |
| Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Calculado: 0.189235 MPa | |
| -Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes: | Máximo: 0.249959 MPa | Cumple |
| Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ <i>(1) Sin momento de vuelco</i> | | No procede No procede |
| Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y: | Momento: 42.80 kN·m Momento: 42.80 kN·m | Cumple Cumple |
| Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y: | Cortante: 74.07 kN Cortante: 74.07 kN | Cumple Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 1467.7 kN/m² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1: | Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Mínimo: 0.0018 | |
| - En dirección X: | Calculado: 0.0019 | Cumple |
| - En dirección Y: | Calculado: 0.0019 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i> | Mínimo: 0.0015 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.0019 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0019 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> | Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm | Cumple |

| | | |
|---|------------------|--------|
| Referencia: P1 | | |
| Dimensiones: 120 x 120 x 30 | | |
| Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 20 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 20 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 20 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | Mínimo: 32 cm | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Calculado: 32 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Calculado: 32 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 32 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 32 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas: | Mínimo: 12 cm | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Calculado: 12 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Calculado: 12 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 12 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 12 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

4.3.1 Cuantías del armado de la zapata

Armado longitudinal X: Ø12/20cm

Armado longitudinal Y: Ø12/20cm