



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# Estudio de construcción de ecoparque en Banyeres de Mariola.

ANEJO Nº1-CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

*Titulación:* Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2015/16

*Autor:* Sanchis Bodí, Miguel

*Tutor:* Oria Doménech, Luis

*Cotutor:* Alcalá González, Julián

*Valencia, junio de 2016*





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

# ÍNDICE

1. CÁLCULO DE LOS MUROS DEL MUELLE Y POSTERIOR.....	4
1.1. CIMENTACIÓN.....	4
1.2. BASES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	5
1.3. CÁLCULO DEL MURO.....	6
2. COMPROBACIONES.....	7
2.1. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	7
2.2. COMPROBACIÓN A VUELCO.....	8
2.3. COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO.....	8
3. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DEL ARMADO.....	9
3.1. DIMENSIONAMIENTO.....	9
3.2. COMPROBACIÓN.....	10

## 1. CÁLCULO DE LOS MUROS DEL MUELLE Y POSTERIOR

### 1.1. CIMENTACIÓN

Características de la cimentación:

Teniendo en cuenta las características de la zona, las particulares del terreno y el tipo de estructura que va a gravitar sobre la cimentación, el sistema elegido para la misma es el de viga continua de hormigón armado.

Las dimensiones y características de la cimentación se indican en los planos. En el fondo de la misma se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza HM-10 en contacto con el terreno de 10cm. Reconocimiento del terreno:

La tensión del terreno considerada, a falta de estudio geotécnico expreso, será tomada de un estudio geotécnico realizado para la construcción de una nave industrial a escasos 100 metros de la parcela del ecoparque. Teniendo en cuenta la apariencia del terreno y la experiencia en esa zona, tomamos como referencia la resistencia pésima en el estudio geotécnico de la nave colindante,  $1.5\text{kp/cm}^2$ .

Ahora bien, si al efectuar la excavación de 0,5 metros máximos de tierra vegetal prevista, nos encontramos con un terreno diferente al intuido se procedería a un nuevo análisis del cálculo realizado, con los parámetros ajustados al terrero real aparecido.

El terreno soporte del muro ménsula a nivel de la cimentación, por tanto considerado como tipo medio-bajo, al tratarse de unas margas blancas y marrones con una capacidad portante de  $1,5\text{ kp/cm}^2$  Las tensiones máximas y mínimas de respuesta del suelo son de  $0,625$  y  $0,386\text{ kp/cm}^2$ , valores que se encuentran por debajo de la capacidad portante supuesta.

Comprobamos además, que los coeficientes de seguridad al vuelco y deslizamiento están dentro de los límites establecidos como admisibles.

## 1.2. BASES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Acciones consideradas:

-Sobrecarga de uso:

En las soleras de acceso a los muelles por la parte superior y rampa consideramos una sobrecarga de tráfico ligero de  $500 \text{ kp/cm}^2$ .

En las de la parte baja de los muelles consideramos  $1000 \text{ kp/cm}^2$  debido a la circulación y maniobra de los vehículos de recogida.

-Tensión admisible del terreno:

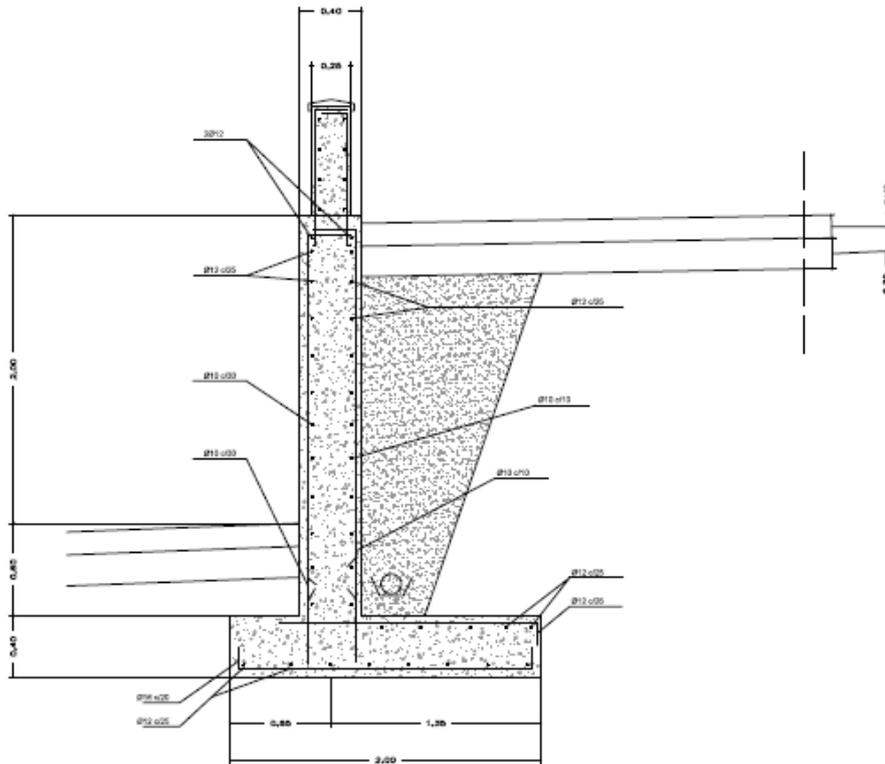
La carga portante del terreno, a la cota del plano de cimentación se estima en  $1,5 \text{ kp/cm}^2$ .

-Empujes del terreno:

Para el cálculo de los empujes del terreno se consideran las fórmulas de Rankine de empuje activo y pasivo.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

-Hormigón en masa HM-10	Limpieza
-Hormigón para armar HA-25	Zapatas
-Aceros en armadura B-400S	$f_{yk}=4100 \text{ kp/cm}^2$
-Aceros en mallazos electrosoldados B-500T	$f_{yk}= 5100 \text{ kp/cm}^2$



MURO DE MUELLE HORMIGÓN HA-25 TEXTURIZADO

### 1.3. CÁLCULO DEL MURO

Datos de partida:

-Altura del muro: 2,60 metros.

-Altura desde el plano de cimentación: 3,00 metros.

-Sobrecarga sobre solera superior  $q=0,5 \text{ T/m}^2$ .

-Tipo de terreno: relleno, con un peso específico aparente  $=1,8 \text{ T/m}^3$  y con un ángulo de rozamiento interno  $= 30^\circ$ .

EMPUJES:

-Empuje activo sobre el muro:

$$E_a = (K_a \times q \times H) + \left( \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times H^2 \right)$$

$$E_a = (0,333 \times 0,5 \times 3) + (0,5 \times 0,333 \times 1,8 \times 3^2) = 3,197 \text{ Tn.}$$

-Empuje pasivo sobre la puntera:

$$E_p = 1/2 \times \gamma \times \text{tg}^2 (45 + \phi/2) \times (h_f^2 - h'_f^2)$$

$$E_p = 0,5 \times 1,8 \times \text{tg}^2 60 \times (1^2 - 0,6^2) = 1,728 \text{ Tn.}$$

## 2. COMPROBACIONES

### 2.1. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO

Fuerzas a favor del deslizamiento:

$$\text{Empuje activo } E_a = 3,197 \text{ Tn.}$$

Fuerzas que se oponen al deslizamiento:

Empuje pasivo sobre la puntera y la fuerza de rozamiento sobre la base del muro.

$$E_p = 1,728 \text{ Tn.}$$

$$F_r = N \times \mu$$

$$P = 4,6 \text{ Tn.}$$

$$P_t = 5,382 \text{ Tn.}$$

$$N = P + P_t = 9,982 \text{ Tn.}$$

$$\mu = 2/3 \text{ tg } \phi = 0,385.$$

$$F_r = 3,842 \text{ Tn.}$$

$$\text{Resistencia al deslizamiento } R = E_p + F_r = 5,571 \text{ Tn.}$$

Coeficiente de seguridad al deslizamiento:

$$C_{sd} = 5,571 / 3,197 > 1,5 \text{ CUMPLE}$$

## 2.2. COMPROBACIÓN AL VUELCO

Momento estabilizador:

$$M_e = (P \times dp) + (P_t \times dpt) + (E_p \times dep) = 12,676 \text{ Tn} \times \text{m}.$$

Momento volcador:

$$M_v = E_a \times dea = 3,446 \text{ Tn} \times \text{m}.$$

Coefficiente de seguridad al vuelco:

$$C_{sv} = 12,676/3,446 = 3,68 > 2 \text{ CUMPLE.}$$

## 2.3. COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO

De las dos ecuaciones de la estática se obtienen las tensiones máximas y mínimas del terreno.

$$\Sigma F_v = 0$$

$$\Sigma M_o = 0$$

Obteniendo:

$$\text{Máx. tensión} = 6,12 \text{ Tn.} < \text{tensión admisible} < 15 \text{ Tn/m}^2.$$

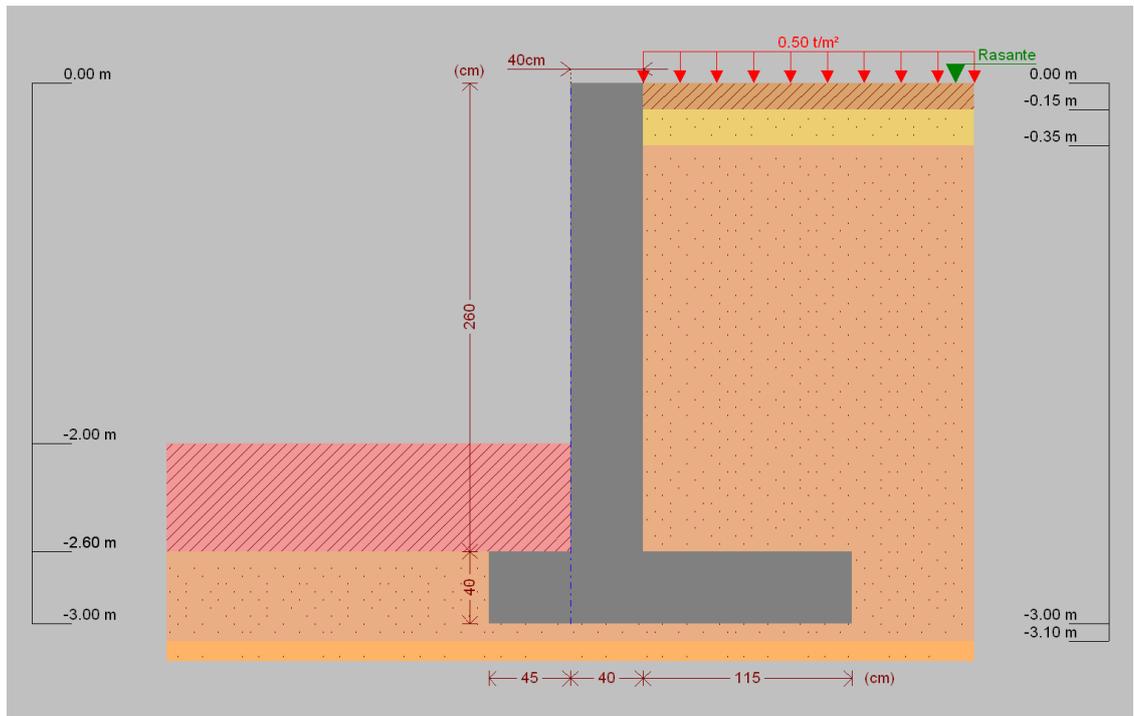
$$\text{Mín. tensión} = 3,86 \text{ Tn.} > 0. \text{ CUMPLE.}$$

### 3. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DEL ARMADO

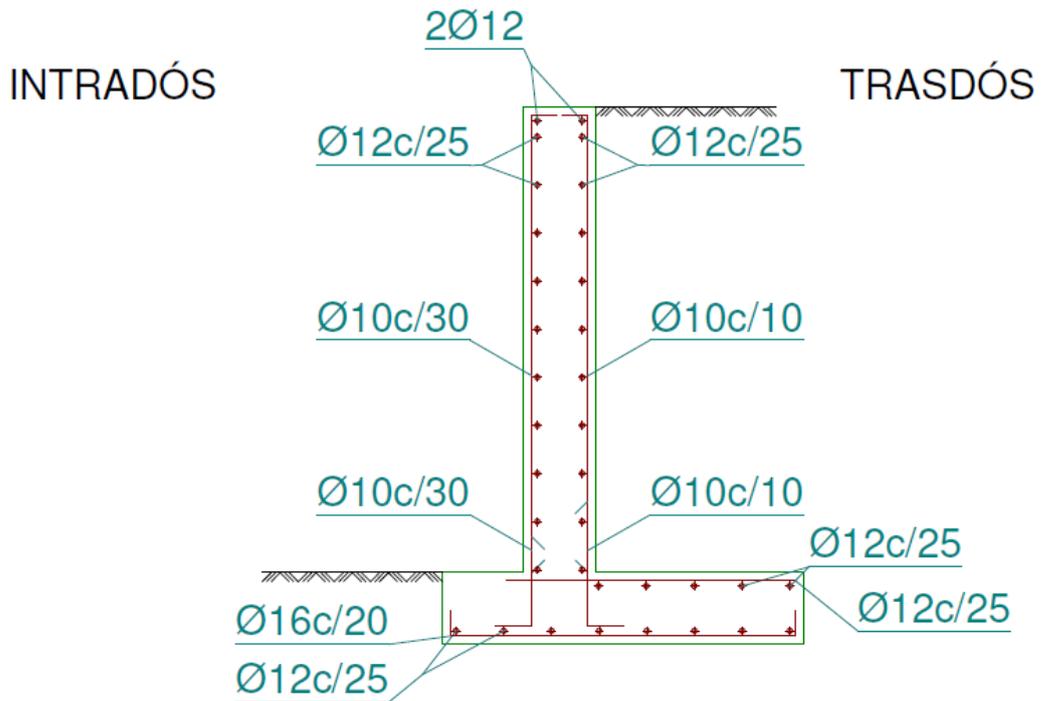
Mediante el software CYPE dimensionamos el armado relativo a nuestro muro para que cumpla con la normativa vigente y las comprobaciones pertinentes.

#### 3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO

Para el correcto dimensionado del armado introducimos el esquema de nuestro muro en el programa CYPE.



El programa nos da el armado idóneo para el esquema descrito, dándonos como resultado el siguiente armado:



### 3.2. COMPROBACIÓN DEL ARMADO

A continuación adjuntamos las comprobaciones que realiza el programa CYPE donde nos da un resultado favorable para el muro proyectado.

Referencia: Muro: Ecoparque Banyeres de Mariola		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en desplante muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 46.81 t/m Calculado: 3.84 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Separación libre mínima armados horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i> - Trasdos: - Intrados:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 23.8 cm Calculado: 23.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armados horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i> - Trasdos: - Intrados:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Cantidad de refuerzo mínimo geométrico horizontal: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Trasdos (-2.60 m): - Intrados (-2.60 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cantidad de refuerzo horizontal &gt; 20% Cantidad de refuerzo vertical)</i> - Trasdos: - Intrados:	Calculado: 0.00113 Mínimo: 0.00039 Mínimo: 0.00013	Cumple Cumple
Cantidad de refuerzo mínimo geométrico vertical cara tensionada: - Trasdos (-2.60 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00196	Cumple
Cantidad de refuerzo mínimo mecánico vertical cara tensionada: - Trasdos (-2.60 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00191 Calculado: 0.00196	Cumple
Cantidad de refuerzo mínimo geométrico vertical cara comprimida: - Intrados (-2.60 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00036 Calculado: 0.00065	Cumple
Cantidad de refuerzo mínimo mecánico vertical cara comprimida: - Intrados (-2.60 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00065	Cumple
Separación libre mínima armados verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i> - Trasdos: - Intrados:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 8 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i> - Armado vertical Trasdos: - Armado vertical Intrados:	Máximo: 30 cm Calculado: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 21.66 t/m Calculado: 2.92 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de traslapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.4 m Calculado: 0.4 m Mínimo: 0.2 m Calculado: 0.2 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdos: - Intrados:	Calculado: 31 cm Mínimo: 31 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm <sup>2</sup> Calculado: 2.2 cm <sup>2</sup>	Cumple

Referencia: Muro: Ecoparque Banyeres de Mariola		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b> - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.60 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.60 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2.60 m, Md: 3.58 t-m/m, Nd: 2.60 t/m, Vd: 3.84 t/m, Tensión máxima del acero: 1.181 t/cm <sup>2</sup> - Sección crítica a cortante: Cota: -2.24 m		
Referencia: Zapata corrida: Ecoparque Banyeres de Mariola		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Comprobación de estabilidad:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:  - Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 2 Calculado: 3.59  Mínimo: 1.5 Calculado: 2.32	  Cumple  Cumple
<b>Canto mínimo:</b> - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media:  - Tensión máxima:	Máximo: 1.5 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.565 kg/cm <sup>2</sup>  Máximo: 1.875 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.879 kg/cm <sup>2</sup>	 Cumple  Cumple
<b>Flexión en zapata:</b> <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós:  - Armado inferior trasdós:  - Armado inferior intradós:	Mínimo: 2.59 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 4.52 cm <sup>2</sup> /m  Mínimo: 0 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 10.05 cm <sup>2</sup> /m  Mínimo: 0.97 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 10.05 cm <sup>2</sup> /m	 Cumple  Cumple  Cumple
<b>Esfuerzo cortante:</b> <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 20.75 t/m Calculado: 3.3 t/m  Calculado: 0.92 t/m	 Cumple  Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós:  - Arranque intradós:  - Armado inferior trasdós (Gancho):  - Armado inferior intradós (Gancho):  - Armado superior trasdós (Gancho):  - Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32.2 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 32.2 cm  Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm  Mínimo: 12 cm Calculado: 20 cm  Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	 Cumple  Cumple  Cumple  Cumple  Cumple
<b>Recubrimiento:</b> - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	 Cumple
<b>Diámetro mínimo:</b> <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i> - Armado transversal inferior: - Armado longitudinal inferior: - Armado transversal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø16 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	 Cumple Cumple Cumple

Referencia: Zapata corrida: Ecoparque Banyeres de Mariola		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado longitudinal superior:	Calculado: 25 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 transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado longitudinal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armado longitudinal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armado transversal inferior:	Calculado: 0.00251	Cumple
- Armado transversal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armado longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00062 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armado longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armado transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00034 Calculado: 0.00251	Cumple
- Armado transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00086 Calculado: 0.00113	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 3.01 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 1.13 t·m/m		