

## 7.5. Cimentaciones.

Una vez efectuado el diseño y cálculo de la estructura procedemos al cálculo de la cimentación. La cimentación se encargará de transmitir los esfuerzos a los que está sometida la estructura al terreno.

Las condiciones que intervienen en la elección del tipo de cimentación y en el cálculo posterior del mismo se pueden agrupar en 3 tipos:

### 1. Condicionantes intrínsecos al edificio y a la estructura.

- Coste. Oscila entre el 1.5% y el 7% del coste de ejecución material. En edificios singulares hasta el 20%. De aquí se deduce que los edificios ligeros y de pocas plantas deben resolverse mediante cimientos superficiales, siempre que técnica y constructivamente sean válidos, pues son en principio los de menor coste. Los edificios de más altura necesitarán cimientos más costosos –en general más profundos-, o en casos en los que el terreno es de resistencia media o baja.
- Valor de las cargas transmitidas. Determinan la superficie del cimiento a fin de que ésta no solicite al terreno bajo tensiones mayores de las admisibles (cimientos superficiales). Puede determinar la necesidad de encontrar en profundidad un estrato más resistente, si en la superficie es imposible obtener el anterior equilibrio (cimientos semiprofundos o profundos).
- Capacidad de asiento diferencial y total. Referida a la capacidad de desplazamiento vertical de un pilar antes de provocar la rotura por flexión de los dinteles.

### 2. Condicionantes del terreno.

- Resistencia del terreno.
- Profundidad a la que se encuentra el estrato resistente. Este suele ser clave. En caso de estar en la superficie se usarán zapatas o placas y de estar semiprofundos o profundos, se usarán pozos o pilotes.
- Capacidad de asiento del estrato resistente.
- Variación en el nivel freático. Esto puede hacer variar las condiciones del terreno y por tanto su capacidad portante.
- Cota de socavación debidas a las corrientes subterráneas.
- Heladicidad y variaciones de humedad en las capas superficiales. En España, enterrando a más de 70 cm no hay problemas.
- Heterogeneidad del terreno. Un reconocimiento geotécnico definirá la estratigrafía del terreno y alertará sobre sus variaciones.

- Variabilidad vertical. Para indicar si las capas más resistentes están más abajo o hay capas menos resistentes intercaladas.
- Variabilidad horizontal. A partir de 300 m<sup>2</sup> existe cierto riesgo. En este caso se buscan soluciones que produzcan asientos moderados, que pueden llevar a pilotaje o mejora del terreno.
- Terrenos especiales: rellenos artificiales gruesos, rellenos artificiales compactados, materia orgánica, colapsables, expansivos, kársticos, rellenos incontrolables y vertederos, laderas inestables o medios agresivos para el hormigón.

### 3. Condicionantes extrínsecos.

- Existencia de una estructura próxima.
- Grado sísmico de la región.
- Grado de seguridad en la ejecución.
- Criterios económicos.

En cuanto a las características del terreno que soportará a la estructura:

- Resistencia del terreno 0.2 MPa.
- Estrato resistente a baja profundidad.
- El terreno es homogéneo, tanto vertical, como horizontalmente, en todo el área de la nave. No se prevén asientos diferenciales.
- Nivel freático en cotas profundas, con lo que no puede cambiar la consistencia del terreno.
- Terreno no tiene componentes agresivos para el hormigón.

En cuanto a las características de la nave:

- Edificación de baja altura.
- No hay estructuras cercanas.
- Grado sísmico de la región es bajo.

Finalmente el diseño de la cimentación estará formado por zapatas aisladas y zapatas combinadas.

Las características generales de trabajo son:

- Diseño según EHE-98.
- Características del hormigón: HA-25, control normal.
- Características del acero: B 400 S, control normal.
- Recubrimiento geométrico superior: 5 cm.
- Recubrimiento geométrico inferior: 5 cm.
- Recubrimiento geométrico lateral: 5 cm.
- Tamaño máximo de árido: 30 mm.
- Hormigón de limpieza: 10 cm.

En cuanto a las placas las características de diseño son:

- Diseño de placas según EA-95.
- Acero de pernos: A-4D (liso). Límite elástico: 235.44 Mpa.
- Acero de placas: A42. Límite elástico 255.06 Mpa.

El cálculo de la cimentación se hace con el programa CYPECAD 2001. Las comprobaciones que se realizan son las siguientes:

Para las placas de anclaje:

- Separación mínima entre pernos.
- Separación mínima pernos-perfil.
- Separación mínima pernos-borde.
- Esbeltez de los rigidizadores.
- Anclaje perno en Hormigón:
  - Tracción.
  - Cortante.
  - Tracción + Cortante.
- Tracción en vástago de pernos.
- Tensión de von Mises en vástago de pernos.
- Aplastamiento perno en placa.
- Tensión de von Mises en secciones globales.
- Flecha global equivalente.
- Tensión de von Mises local.

Para las zapatas:

- Separación máxima entre barras.
- Separación mínima entre barras.
- Diámetro mínimo de las barras.
- Cuantía geométrica mínima.
- Cuantía mínima necesaria por flexión.
- Longitud de anclaje.
- Longitud mínima de las patillas.
- Canto mínimo para anclar arranques.
- Tensiones sobre el terreno.
- Flexión en la zapata.
- Vuelco en la zapata.
- Compresión oblicua en la zapata.
- Cortante en la zapata.

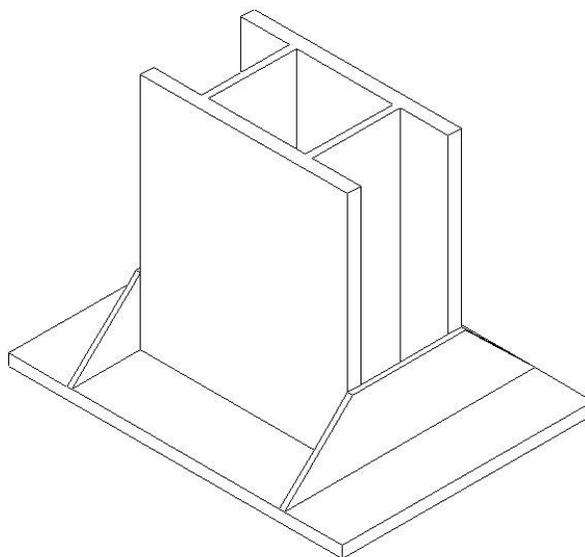
### **7.5.1. Resultados del cálculo de la nave principal.**

El cálculo de los pórticos centrales de la nave principal arroja el siguiente resultado. Dado que el programa sólo calcula situaciones estáticas, se extiende el resultado de la cimentación más solicitada al resto de situaciones.

El cálculo de la estructura en una situación particular de las cargas indica que el pórtico extremo puede presentar una placa más ligera. Sin embargo hay que calcular estas placas en la situación más desfavorable que correspondería al tren de cargas justo al final de la nave, pegado a este pórtico extremo.

Por este motivo, como se ha indicado, se extrapola el cálculo del pilar del pórtico central al de los extremos. Por simplificación los pilares interiores del pórtico extremo también se construyen con las mismas características.

El cálculo de la placa de anclaje arroja una placa base de acero A42 de tamaño 1000x750x35 mm llevará dos rigidizadores en el plano del pórtico. Los pernos de unión a la cimentación son de acero A-4D (liso) de diámetro 36 mm con gancho final a 180°. Se muestra una imagen de la placa base:



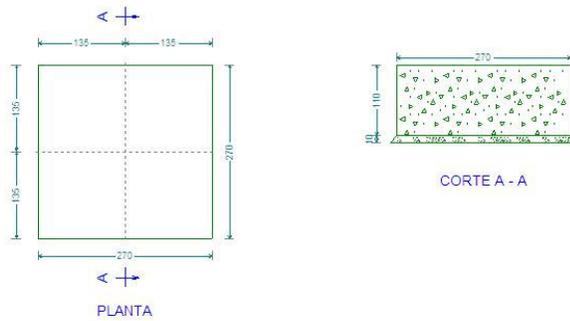
Pilares	Pórtico	Placa Base	Pernos	Rigidizadores
Exteriores	Central	Acero: A42 1000x750x35.0 mm	Acero: A-4D (liso) 8Ø36 mm L = 90 cm Gancho a 180 grados	X: Y: 2(200x0x12.0) Borde:
Exteriores	Extremo	Acero: A42 1000x750x35.0 mm	Acero: A-4D (liso) 8Ø36 mm L = 90 cm Gancho a 180 grados	X: Y: 2(200x0x12.0) Borde:
Interiores	Extremo	Acero: A42 1000x750x35.0 mm	Acero: A-4D (liso) 8Ø36 mm L = 90 cm Gancho a 180 grados	X: Y: 2(200x0x12.0) Borde:

Se indica a continuación el resultado de los cálculos para la placa más solicitada del pórtico central (nudo 122).

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación mínima entre pernos	Mínimo: 72 mm Calculado: 197 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-perfil	Mínimo: 72 mm Calculado: 98 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-borde	Mínimo: 72 mm Calculado: 80 mm	CUMPLE
Esbeltez de rigidizadores	Máximo: 50	
- Paralelos a Y:	Calculado: 41.3383	CUMPLE
Anclaje perno en hormigón		
- Tracción:	Máximo: 159.563 KN Calculado: 99.8667 KN	CUMPLE
- Cortante:	Máximo: 111.694 KN Calculado: 8.86366 KN	CUMPLE
- Tracción + Cortante:	Máximo: 159.563 KN Calculado: 112.529 KN	CUMPLE
Tracción en vástago de pernos	Máximo: 153.884 KN Calculado: 99.624 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en vástago de pernos	Máximo: 235.44 MPa Calculado: 122.466 MPa	CUMPLE
Aplastamiento perno en placa	Máximo: 642.751 KN Calculado: 8.58755 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en secciones globales	Máximo: 255.06 MPa	
-Derecha:	Calculado: 60.0039 MPa	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 47.2313 MPa	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 221.492 MPa	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 147.469 Mpa	CUMPLE
Flecha global equivalente:	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 2257.59	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 3174.45	CUMPLE

-Arriba:	Calculado: 2257.59	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 3174.45	CUMPLE
Tensión de von Mises local	Máximo: 255.06 Mpa Calculado: 94.0152 Mpa	CUMPLE
<b>SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES</b>		

El resultado de la zapata más solicitada da unas dimensiones de 270x270x110, más 10 cm de hormigón de limpieza.



Pilares	Pórtico	Dimensiones (cm)	Armado
Exteriores	Central	270x270x110	Armado inferior dirección X 15Ø16c/18 Armado inferior dirección Y 15Ø16c/18 Armado superior dirección X 12Ø12c/24 Armado superior dirección Y 15Ø16c/18
Exteriores	Extremo	270x270x110	Armado inferior dirección X 15Ø16c/18 Armado inferior dirección Y 15Ø16c/18 Armado superior dirección X 12Ø12c/24 Armado superior dirección Y 15Ø16c/18
Interiores	Extremo	270x270x110	Armado inferior dirección X 15Ø16c/18 Armado inferior dirección Y 15Ø16c/18 Armado superior dirección X 12Ø12c/24 Armado superior dirección Y 15Ø16c/18

Se indica a continuación el resultado de los cálculos para la zapata más solicitada:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23.6 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23.6 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18.5 mm	CUMPLE
Diámetro mínimo de barras	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	CUMPLE
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0	

Longitud de anclaje	Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia derecha:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia izquierda:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 21 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 21 cm	CUMPLE
Longitud mínima de patillas		
- Armado inferior dirección X hacia derecha:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia izquierda:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia derecha:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia izquierda:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm Calculado: 110 cm	CUMPLE

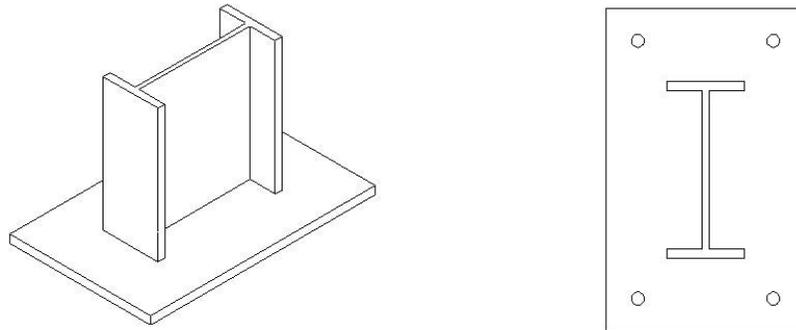
Canto mínimo para anclar arranques	Mínimo: 106.6 cm Calculado: 110 cm	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno	Máximo: 0.2 Mpa Calculado: 0.0707301 Mpa	CUMPLE
- Tensión media:		
- Tensión máxima acciones gravitatorias:	Máximo: 0.25 Mpa Calculado: 0.10222 Mpa	CUMPLE
- Tensión máxima acción de viento:	Máximo: 0.266 Mpa Calculado: 0.141264 Mpa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones sísmicas:	Máximo: 0.3 Mpa Calculado: 0.158628 Mpa	CUMPLE
Flexión en la zapata		
- En dirección X:	Momento: 82.11 kN·m	CUMPLE
- En dirección Y:	Momento: 212.10 kN·m	CUMPLE
Vuelco de la zapata		
- En dirección X:	Reserva de seguridad: 8605.6 %	CUMPLE
- En dirección Y:	Reserva de seguridad: 175.2 %	CUMPLE
Compresión oblicua en la zapata	Máximo: 5769.26 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 149.21 kN/m <sup>2</sup>	CUMPLE
Cortante en la zapata		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	CUMPLE
- En dirección Y:	Cortante: 34.92 kN	CUMPLE
<b>SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES</b>		

### 7.5.2. Resultados del cálculo de la nave de oficinas.

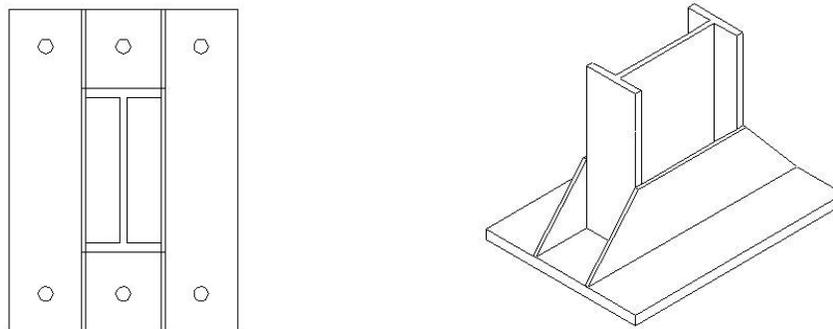
Placas de anclaje del pórtico simple:

Pilares	Pórtico	Placa Base	Pernos	Rigidizadores
Exteriores	Extremo	Acero: A42 200x300x11 mm	Acero: A-4D (liso) 4Ø10 mm L = 30 cm Gancho a 180 grados	X: - Y: - Borde: -
Central	Extremo	Acero: A42 250x400x14 mm	Acero: A-4D (liso) 4Ø16 mm L = 30 cm Gancho a 180 grados	X: - Y: - Borde: -
Exteriores	Central	Acero: A42 250x350x15 mm	Acero: A-4D (liso) 6Ø16 mm L = 30 cm Gancho a 180 grados	X: - Y: 2(100x0x5.0) Borde: -

Se muestra a continuación algunas de las placas. En primer lugar la de los pórticos extremos.



Para los pilares de los pórticos centrales:



Se indica a continuación el resultado de los cálculos para la placa de los pilares exteriores del pórtico extremo:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación mínima entre pernos	Mínimo: 20 mm Calculado: 140 mm	CUMPLE

Separación mínima pernos-perfil	Mínimo: 20 mm Calculado: 42 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-borde	Mínimo: 20 mm Calculado: 30 mm	CUMPLE
Anclaje perno en hormigón		
- Tracción:	Máximo: 14.7744 KN Calculado: 9.10555 KN	CUMPLE
- Cortante:	Máximo: 10.3421 KN Calculado: 1.0818 KN	CUMPLE
- Tracción + Cortante:	Máximo: 14.7744 KN Calculado: 10.651 KN	CUMPLE
Tracción en vástago de pernos	Máximo: 10.9244 KN Calculado: 8.47713 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en vástago de pernos	Máximo: 235.44 MPa Calculado: 149.967 MPa	CUMPLE
Aplastamiento perno en placa	Máximo: 56.1132 KN Calculado: 1.01234 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en secciones globales	Máximo: 255.06 MPa	
-Derecha:	Calculado: 20.8626 MPa	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 20.8453 MPa	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 171.844 MPa	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 164.691 MPa	CUMPLE
Flecha global equivalente:	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 7620.93	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 6754.4	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 516.503	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 972.303	CUMPLE
Tensión de von Mises local	Máximo: 255.06 MPa Calculado: 0 MPa	CUMPLE
<b>SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES</b>		

Para la placa del pilar central del pórtico extremo:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación mínima entre pernos	Mínimo: 32 mm Calculado: 170 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-perfil	Mínimo: 32 mm Calculado: 62 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-borde	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	CUMPLE
Anclaje perno en hormigón		
- Tracción:	Máximo: 23.639 KN Calculado: 6.36235 KN	CUMPLE
- Cortante:	Máximo: 16.5473 KN Calculado: 0.404 KN	CUMPLE
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.639 KN Calculado: 6.94 KN	CUMPLE
Tracción en vástago de pernos	Máximo: 29.5713 KN Calculado: 5.92 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en vástago de pernos	Máximo: 235.44 MPa Calculado: 38.016 MPa	CUMPLE
Aplastamiento perno en placa	Máximo: 114.267 KN Calculado: 0.379 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en secciones globales	Máximo: 255.06 MPa	
-Derecha:	Calculado: 8.912 MPa	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 8.917 MPa	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 91.257 MPa	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 91.257 MPa	CUMPLE
Flecha global equivalente:	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 19488.9	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 19488.9	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 854.736	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 1357.89	CUMPLE

Tensión de von Mises local	Máximo: 255.06 MPa Calculado: 0 MPa	CUMPLE
SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES		

Para la placa de los pilares exteriores del pórtico central:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación mínima entre pernos	Mínimo: 32 mm Calculado: 85 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-perfil	Mínimo: 32 mm Calculado: 39 mm	CUMPLE
Separación mínima pernos-borde	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	CUMPLE
Esbeltez de rigidizadores	Máximo: 50	
-Paralelos a Y:	Calculado: 45.46	CUMPLE
Anclaje perno en hormigón		
- Tracción:	Máximo: 23.639 KN Calculado: 19.02 KN	CUMPLE
- Cortante:	Máximo: 16.547 KN Calculado: 1.911 KN	CUMPLE
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.639 KN Calculado: 21.75 KN	CUMPLE
Tracción en vástago de pernos	Máximo: 29.5713 KN Calculado: 17.6467 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en vástago de pernos	Máximo: 235.44 MPa Calculado: 114.499 MPa	CUMPLE
Aplastamiento perno en placa	Máximo: 122.429 KN Calculado: 1.780 KN	CUMPLE
Tensión de von Mises en secciones globales	Máximo: 255.06 MPa	
-Derecha:	Calculado: 25.675 MPa	
-Izquierda:	Calculado: 25.672 MPa	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 70.101 MPa	CUMPLE

-Abajo:	Calculado: 84.77 Mpa	CUMPLE
Flecha global equivalente:	Mínimo: 250	CUMPLE
-Derecha:	Calculado: 10142.4	CUMPLE
-Izquierda:	Calculado: 9842.16	CUMPLE
-Arriba:	Calculado: 10142.4	CUMPLE
-Abajo:	Calculado: 9842.16	CUMPLE
Tensión de von Mises local	Máximo: 255.06 Mpa Calculado: 67.5752 Mpa	CUMPLE
SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES		

Se expone a continuación el resultado de las zapatas:

Pilares	Pórtico	Dimensiones	Armado
Exteriores	Extremo	110x110x40	Armado inferior dirección X 7Ø12c/25 Armado inferior dirección Y 7Ø12c/25 Armado superior dirección X 7Ø12c/25 Armado superior dirección Y 7Ø12c/25
Central	Extremo	110x110x40	Armado inferior dirección X 7Ø12c/25 Armado inferior dirección Y 7Ø12c/25 Armado superior dirección X 7Ø12c/25 Armado superior dirección Y 7Ø12c/25
Exteriores	Central	165x165x40	Armado inferior dirección X 7Ø12c/26 Armado inferior dirección Y 7Ø12c/26 Armado superior dirección X 7Ø12c/26 Armado superior dirección Y 7Ø12c/26

Se indica a continuación el resultado de los cálculos para la zapata correspondiente a los pilares exteriores de los pórticos extremos:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
Diámetro mínimo de barras	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión		
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0013	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0 Calculado: 0.0013	CUMPLE
Longitud de anclaje	Mínimo: 15 cm	
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE

- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
Longitud mínima de patillas	Mínimo: 12 cm	
- Armado inferior dirección X hacia derecha:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia izquierda:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia derecha:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia izquierda:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Canto mínimo para anclar arranques	Mínimo: 37.5 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Tensión media:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.013 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones gravitatorias:	Máximo: 0.2452 MPa Calculado: 0.0130 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acción de viento:	Máximo: 0.2609 MPa Calculado: 0.031 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones sísmicas:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.030 MPa	CUMPLE

Flexión en la zapata		
- En dirección X:	Momento: 0.53 kN·m	CUMPLE
- En dirección Y:	Momento: 3.68 kN·m	CUMPLE
Vuelco de la zapata		
- En dirección X:	Reserva de seguridad: 50574.7 %	CUMPLE
- En dirección Y:	Reserva de seguridad: 2362.8 %	CUMPLE
Compresión oblicua en la zapata	Máximo: 5769.26 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 21.68 kN/m <sup>2</sup>	CUMPLE
Cortante en la zapata		
- En dirección X:	Cortante: 0.88 kN	CUMPLE
- En dirección Y:	Cortante: 8.63 kN	CUMPLE
<b>SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES</b>		

Se indica a continuación el resultado de los cálculos para la zapata correspondiente al pilar central de los pórticos extremos:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE

- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24.7 mm	CUMPLE
Diámetro mínimo de barras	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión	Mínimo: 0	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	CUMPLE
Longitud de anclaje	Mínimo: 15 cm	
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
Longitud mínima de patillas	Mínimo: 12 cm	
- Armado inferior dirección X hacia derecha:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia izquierda:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia derecha:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección X hacia izquierda:	Calculado: 12 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	CUMPLE

- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Canto mínimo para anclar arranques	Mínimo: 39.6 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Tensión media:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.013 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones gravitatorias:	Máximo: 0.245 MPa Calculado: 0.012 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acción de viento:	Máximo: 0.261 MPa Calculado: 0.025 MPa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones sísmicas:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.026 MPa	CUMPLE
Flexión en la zapata		
- En dirección X:	Momento: 0.42 kN·m	CUMPLE
- En dirección Y:	Momento: 2.11 kN·m	CUMPLE
Vuelco de la zapata		
- En dirección X:	Reserva de seguridad: 22252.8 %	CUMPLE
- En dirección Y:	Sin momento de vuelco	CUMPLE
Compresión oblicua en la zapata	Máximo: 5769.26 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 19.03 kN/m <sup>2</sup>	CUMPLE
Cortante en la zapata		
- En dirección X:	Cortante: 0.88 kN	CUMPLE

- En dirección Y:	Cortante: 2.26 kN	CUMPLE
SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES		

Finalmente se muestran los resultados para los pilares de los pórticos centrales:

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25.7 mm	CUMPLE
Diámetro mínimo de barras	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0012	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0012	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0012	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0 Calculado: 0.0012	CUMPLE

- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.0012	CUMPLE
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0 .0001 Calculado: 0.0012	CUMPLE
Longitud de anclaje	Mínimo: 15 cm	
- Armado inferior dirección X hacia derecha:	Calculado: 32 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección X hacia izquierda:	Calculado: 32 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	CUMPLE
- Armado inferior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	CUMPLE
- Armado superior dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	CUMPLE
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Canto mínimo para anclar arranques	Mínimo: 39.6 cm Calculado: 40 cm	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Tensión media:	Máximo: 0.1962 Mpa Calculado: 0.0139 Mpa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones gravitatorias:	Máximo: 0.24525 Mpa Calculado: 0.01481 Mpa	CUMPLE
- Tensión máxima acción de viento:	Máximo: 0.2609 Mpa Calculado: 0.02825 Mpa	CUMPLE
- Tensión máxima acciones sísmicas:	Máximo: 0.2943 Mpa Calculado: 0.03267 Mpa	CUMPLE
Flexión en la zapata		CUMPLE
- En dirección X:	Momento: 1.84 kN·m	

- En dirección Y:	Momento: 12.48 kN·m	CUMPLE
Vuelco de la zapata		CUMPLE
- En dirección X:	Reserva de seguridad: 898592.8 %	CUMPLE
- En dirección Y:	Reserva de seguridad: 580.1 %	CUMPLE
Compresión oblicua en la zapata	Máximo: 5769.26 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 47.6766 kN/m <sup>2</sup>	CUMPLE
Cortante en la zapata		
- En dirección X:	Cortante: 4.22 kN	CUMPLE
- En dirección Y:	Cortante: 20.90 kN	CUMPLE
<b>SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES</b>		