

ÍNDICE

ANEJO Nº9 - CÁLCULO DE LOS DEPÓSITOS

- 1.- OBJETO DEL ESTUDIO
- 2.- CAPACIDAD DE LOS DEPÓSITOS
 - 2.1.-DEPOSITO DE REGULACIÓN DE LA ETAP
 - 2.2.-DEPÓSITO DE CABECERA EN AGRÓN
- 3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

1.- **OBJETO DEL ESTUDIO**

En el presente anejo se justifican los cálculos hidráulicos y estructurales del depósito de regulación de la ETAP de Ames, así como del nuevo depósito de Agrón, que almacenará el agua proveniente de la ETAP, para su posterior distribución a los distintos depósitos existentes en los municipios de Ames y Brión.

2.- **CAPACIDAD DE LOS DEPÓSITOS**

2.1.-DEPOSITO DE REGULACIÓN DE LA ETAP

Para el cálculo del volumen del depósito de regulación de la ETAP, se han considerado diferentes opciones en el caudal bombeado y el número de horas de funcionamiento de las bombas.

En caso de que se decida acometer la 1ª fase con una capacidad de la ETAP de 175 l/s (funcionando en continuo), se plantearían los siguientes caudales de bombeo:

- 175 l/s – Funcionamiento en continuo – Vol. Reserva bombeo: 1000 m³.
- 262.5 l/s – Funcionamiento 16 h/día – Vol. Reserva bombeo: 5.040 m³.
- 350 l/s – Funcionamiento 12 h/día – Vol. Reserva bombeo: 7.300 m³ (si funciona en dos ciclos de 6 horas, 3.500 m³).

Las alternativa de 350 l/s tiene como ventaja el hecho de que, en la ejecución de la segunda fase de las obras, no sería necesaria la ampliación del bombeo, ya que su capacidad sería suficiente para satisfacer (con un mayor período de funcionamiento diario) el caudal de 350 l/s producido por la ETAP.

Alternativa	Caudal (l/s)	Horas de bombeo
1	175	24
2	262.5	16
3	350	12

Se calcula la potencia consumida por cada uno de los bombeos, teniendo en cuenta que la altura piezométrica a elevar es aproximadamente de 190 metros, con un coeficiente de rendimiento de 0.8.

Se considera que 8 horas de funcionamiento de las bombas en cualquiera de las alternativas son de horario nocturno, con tarifa reducida.

Las tarifas que se aplican para energía consumida son:

Consumo diurno	0.089094 €/KWh
Consumo nocturno	0.040402 €/KWh

Los valores que se obtienen para el consumo son:

Q (l/s)	T (h)	Pot (KW)	Cons.total(Kw.h)	Cons.noche (Kw.h)	Cons.día	Precio día
175.00	24	450.00	10,800.00	3,600.00	7,200.00	641.48
262.50	16	659.20	10,547.20	5,273.60	5,273.60	469.85
350.00	12	900.00	10,800.00	7,200.00	3,600.00	320.74

Q (l/s)	Precio día	Precio noche	Precio total	Precio 1 año	Precio 25 años
175.00	641.48	145.45	786.92	287,227.26	7,180,682
262.50	469.85	213.06	682.91	249,262.19	6,231,555
350.00	320.74	290.89	611.63	223,245.97	5,581,149

El caudal bombeado por cada una de las alternativas, generaría los siguientes volúmenes de reserva para paliar la diferencia de caudal bombeado y generado por la ETAP. Se incluye la estimación del coste de construcción de cada uno de los depósitos de regulación:

Q bombeo (l/s)	Horas	Q ETAP (l/s)	Vol. Diario (m3)	Coste constr.
175.00	24	175	0 (1.000 m3 averías)	60.000 €
262.50	16	175	5.040	302.400 €
350.00	12	175	7.300	438.000 €

Por tanto, el coste conjunto construcción/explotación de cada una de las alternativas es:

Alt.	Q bomb. (l/s)	T bomb.	Coste explotación	Coste bombas	Coste constr.	Coste total
1	175	24	604,114 €	60,000 €	60,000 €	7,300,682 €
2	262.5	16	536,830 €	120,000 €	302,400 €	6,653,955 €
3	350	12	469,545 €	250,000 €	438,000 €	6,269,149 €

Por consiguiente, la alternativa 3, con el pozo de bombeo funcionando durante 12 horas, y una capacidad de 350 litros por segundo (incluso funcionando de manera continua, con el mayor volumen posible de regulación), es la que supone un menor coste conjunto de construcción y explotación, por lo que es la que se tiene en cuenta para la estimación del coste total de las obras.

2.2.-DEPÓSITO DE CABECERA EN AGRÓN

Del Anejo N°4: Demografía y Caudales, se obtiene que la capacidad total necesaria para la regulación en Ames y Brión es de 30.000 metros cúbicos.

Actualmente se dispone de los depósitos de Brión (640 m3), Castiñeiro de Lobos (640 m3), Aldea Nova (1.000 m3) y Milladoiro (2.500 m3). En la segunda fase de las obras descritas en el presente proyecto, se ampliarán los depósitos de Brión y Castiñeiro de Lobos a 6.000 y 7.000 metros cúbicos respectivamente.

Por tanto, se decide que el depósito de Agrón tenga una capacidad de 10.000 metros cúbicos, suficiente para satisfacer las necesidades actuales previas a la ejecución de la 2ª fase de las obras, y las necesidades futuras tras la ampliación de los dos depósitos descrita anteriormente.

3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

El depósito de cabecera de Agrón es de tipo rectangular de 10.000 m³, con dos vasos de dimensiones interiores 40,6 X 25 m cada uno. Se diseña para contener una altura máxima de agua de 5 m, con un resguardo de 0,75 m.

El depósito de regulación de la ETAP tiene una capacidad de 7.300 m³, con unas dimensiones interiores en planta de 18,5 X 66 m. Se diseña para contener una altura máxima de agua de 6 m, con un resguardo de 0,5 m.

En ambos casos, la solera es de tipo discontinuo, quedando los muros cimentados sobre zapatas corridas. La cubierta consta de elementos de placa alveolar prefabricada, con luces máximas de 8,5 m en el depósito de cabecera y de 9,5 en el de la ETAP. Los elementos prefabricados apoyan sobre vigas continuas de hormigón armado ejecutadas in situ y apoyadas sobre pilares.

En los apéndices que se presentan a continuación figuran los cálculos de cada uno de los depósitos.

DEPÓSITO DE REGULACIÓN DE LA ETAP

**CÁLCULO DE ESTRUCTURA
PARA DEPÓSITO DE 7300 m³
(E.T.A.P. AMES)**

OCTUBRE DE 2007

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción. Descripción de la estructura.....	3
2. Bases de cálculo.....	4
2.1. Instrucción y normas de aplicación	4
2.2. Materiales	4
2.3. Valores característicos de las acciones	5
3. Muros	6
3.1. Esfuerzos.....	6
3.2. Armado	9
4. Zapatas de muros	12
4.1. Zapata de muro perimetral	12
4.2. Zapata de muro contiguo a la Fase 2.....	15
5. Vigas, pilares y zapatas de pilares.....	21
5.1. Solución 1: Placa Alveolar Pretensada	21
5.2. Solución 2: Vigueta y Bovedilla	45
6. Documentación adjunta	67

1. Introducción. Descripción de la estructura.

La estructura objeto del presente documento es un depósito construido sobre el terreno con dimensiones interiores en planta de 18.50 m por 66.00 m. Se diseña para contener una altura máxima de agua de 6.00 m, con un resguardo de 0.50 m. La solera es de tipo discontinuo, quedando los muros cimentados sobre zapatas corridas.

Se estudian para el depósito dos posibles soluciones de cubierta, que será accesible sólo para mantenimiento:

- 1) Viguetas prefabricadas y bovedillas, con luces máximas de 6.30 m
- 2) Placa alveolar prefabricada, con luces máximas de 9.50 m

En ambos casos, los elementos prefabricados descansan sobre vigas continuas de hormigón armado ejecutadas *in situ*, que a su vez se apoyan sobre pilares.

Dada la longitud de los muros principales, y teniendo en cuenta que el depósito estará expuesto a la intemperie, se plantea la ejecución de una junta de dilatación perpendicular a los mismos sobre el eje de simetría.

El informe comprende la definición estructural del depósito, incluyendo la geometría de los elementos y descripción completa de armado. Se completa con un archivo informático que contiene, en formato de diseño asistido, los croquis y detalles necesarios para la elaboración de los planos del proyecto.

2. Bases de cálculo

2.1. Instrucción y normas de aplicación

En el proyecto de los elementos estructurales del puente se han tenido en cuenta las normas e instrucciones que se relacionan a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 98), R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre.
- Código Técnico de la Edificación (CTE-06), R.D. 314/2006 de 17 de marzo
- Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), R.D. 997/02, de 27 de septiembre.

2.2. Materiales

2.2.1. Tipo de ambiente según norma EHE – 98.

Se adopta como Clase general de ambiente “Con cloruros de origen diferente al medio marino”, subclase Humedad Alta (Tipo IV). A dicha clase de ambiente corresponde una resistencia característica del hormigón mínima compatible de 30 MPa ancho máximo de fisura a $w_k = 0.2$ mm y recubrimiento mínimo de 40 mm (al que habrá que añadir 5 mm en función del nivel de control).

2.2.2. Hormigones y aceros

- | | |
|--|--------------------------------------|
| - Hormigón de limpieza (no estructural) | HM – 20 ($f_{ck}=20$ MPa) |
| - Hormigón en muros, pilas y cimentación | HA – 30/P/30/IV ($f_{ck} = 30$ MPa) |
| - Acero en armadura pasiva | B500S ($f_{yk} = 500$ MPa) |

2.2.3. Niveles de control

De acuerdo con la nomenclatura de la EHE, se adoptan los siguientes niveles de control:

Control de ejecución

- | | |
|---------------------------|---------|
| - Elementos in situ | Normal |
| - Elementos prefabricados | Intenso |

Control de materiales

- | | |
|-------------------------------|--------|
| - Hormigón: | Normal |
| - Acero en armaduras pasivas: | Normal |
| - Acero en armaduras activas: | Normal |

Los coeficientes de seguridad y de combinación empleados en los cálculos son los prescritos por la Instrucción EHE para los niveles de control señalados.

2.3. Valores característicos de las acciones**2.3.1. Cargas permanentes**

- Peso propio: salvo en el caso del forjado de cubierta, se estima el peso propio de la estructura asumiendo que el peso específico del hormigón armado es de 25 kN/m³.
- Agua: 9.8 kN/m³
- Cubierta: 3 kN/m²

2.3.2. Sobrecargas de uso

- Carga vertical repartida sobre la cubierta de 1 kN/m²
- Carga vertical puntual sobre la cubierta de 2 kN (no simultánea con la anterior)

2.3.3. Acciones sísmicas

De acuerdo con la instrucción NCSE-02, la obra objeto de estudio se sitúa en una zona de aceleración básica inferior a 0.04g, por lo que no es preciso considerar sobrecargas sísmicas en su cálculo.

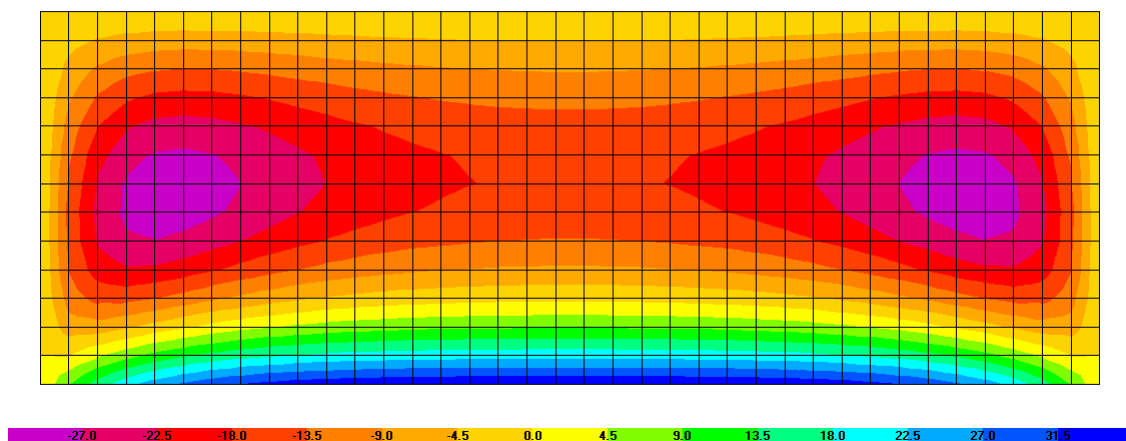
3. Muros

3.1. Esfuerzos

Los cálculos de esfuerzos se han llevado a cabo empleando el Método de Elementos Finitos, suponiendo que los muros son placas empotradas en la base (zapata) y laterales (muros contiguos), libres en la junta de dilatación y apoyadas en coronación (lo que se correspondería con el arriostramiento impuesto por la cubierta). La carga de agua se modeliza como una carga distribuida triangular, de valor 0 en coronación de muro y máximo en la base. Pese a que el depósito se diseña para contener una altura de agua de 6.00 m, se contempla la posibilidad de llenado hasta la coronación (6.50 m) para prevenir las consecuencias de un mal funcionamiento de los aliviaderos.

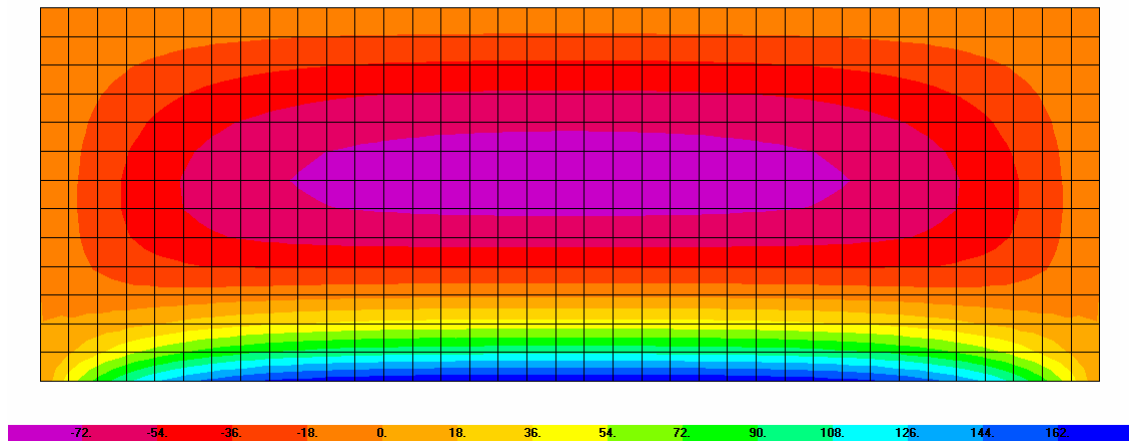
3.1.1. Muro 1 (a = 18.50 m)

Los gráficos que se muestran a continuación muestran las distribuciones de momentos de servicio resultado del cálculo, de acuerdo con las hipótesis planteadas.



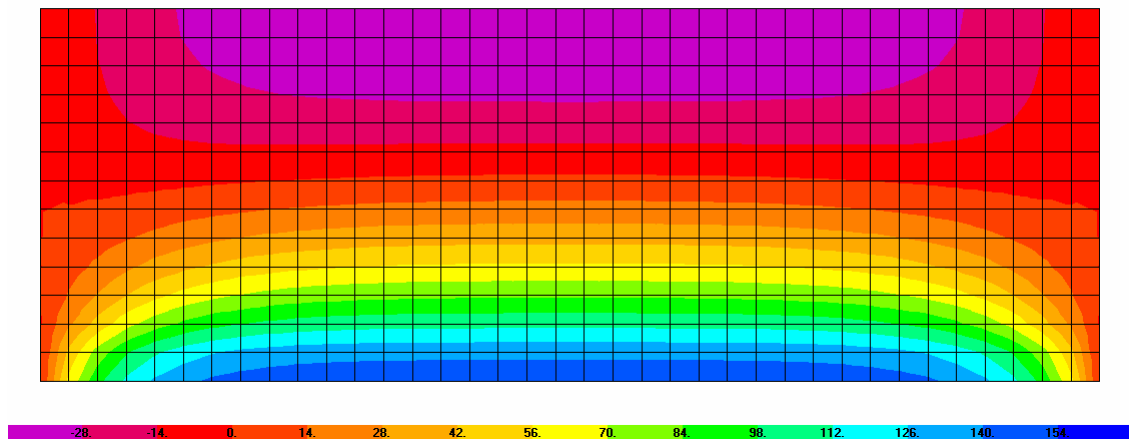
Distribución de momentos flectores horizontales (kNm/m) en muro de 18.50 m.

$$M_{max} = 35.6 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -29.5 \text{ kNm/m}$$



Distribución de momentos flectores verticales (kNm/m) en muro de 18.50 m.

$$M_{max} = 178.1 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -80.5 \text{ kNm/m}$$



Distribución de esfuerzos cortantes horizontales (kN/m) en muro de 18.50 m.

$$V_{max} = 150.8 \text{ kNm}$$

Los esfuerzos de servicio resultantes por metro lineal de muro son:

- Momento de empotramiento vertical: $m_{ve} = 178.1 \text{ kNm}$
- Momento mínimo vertical: $m_{vm} = -80.5 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento mínimo horizontal: $m_{he} = -29.5 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento máximo horizontal: $m_{hm} = 35.6 \text{ kNm}$ (compresión por el lado del empuje)
- Esfuerzo cortante máximo: $v_{max} = 150.8 \text{ kN}$

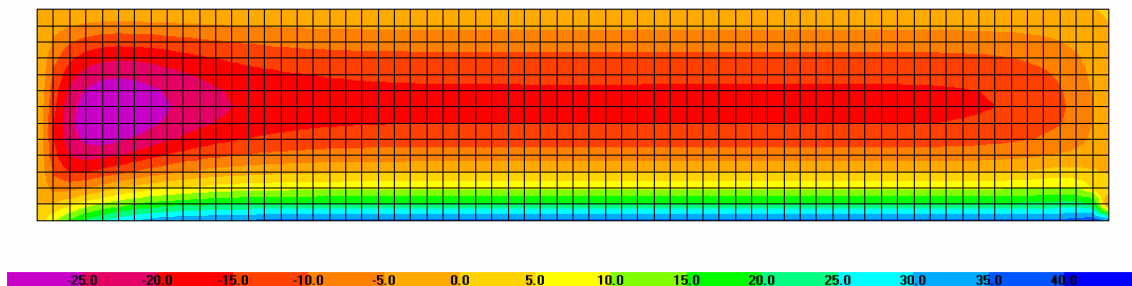
Adicionalmente, el muro se diseña para resistir la tracción en servicio ocasionada por el empuje en la pared perpendicular. De acuerdo con el cálculo, la suma de reacciones en el muro vertical es igual a

$N_b = 165$ kN por muro.

Por muro y metro lineal, se considerará $n_a = 25.4$ kN/m.

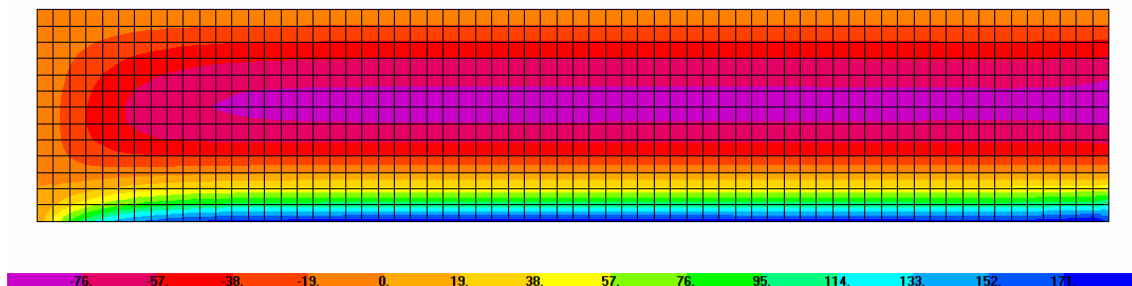
3.1.2. Muro 2 (b = 66.00 m)

Los gráficos que se muestran a continuación muestran las distribuciones de momentos de servicio resultado del cálculo, de acuerdo con las hipótesis planteadas.



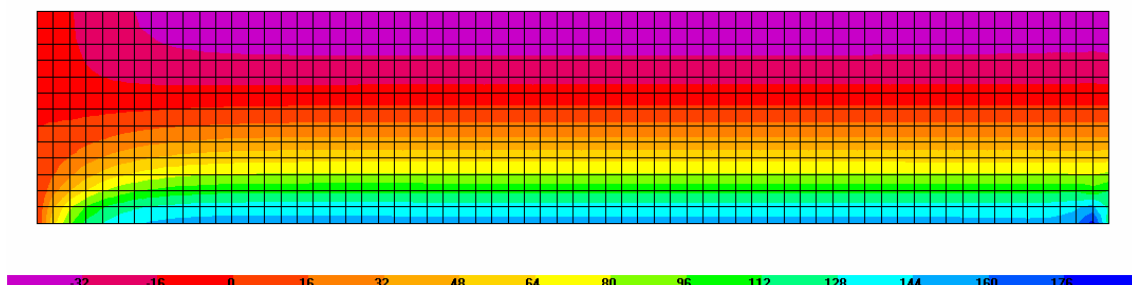
Distribución de momentos flectores horizontales (kNm/m) en (medio) muro de 66.00 m.

$$M_{max} = 38.0 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -29.5 \text{ kNm/m}$$



Distribución de momentos flectores verticales (kNm/m) en (medio) muro de 66.00 m.

$$M_{max} = 190.0 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -84.3 \text{ kNm/m}$$



Distribución de esfuerzos cortantes horizontales (kN/m) en (medio) muro de 66.00 m.

$$V_{max} = 186.9 \text{ kNm}$$

- Momento de empotramiento vertical: $m_{ve} = 190.0 \text{ kNm}$
- Momento mínimo vertical: $m_{vm} = -84.3 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento mínimo horizontal: $m_{he} = -29.5 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento máximo horizontal: $m_{hm} = 38.0 \text{ kNm}$ (compresión por el lado del empuje)
- Esfuerzo cortante máximo: $v_{max} = 186.9 \text{ kN}$

Adicionalmente, el muro se diseña para resistir la tracción en servicio ocasionada por el empuje en la pared perpendicular. De acuerdo con el cálculo, la suma de reacciones en el muro vertical es igual a

$$N_b = 165 \text{ kN por muro.}$$

Por muro y metro lineal, se considerará $n_b = 25.4 \text{ kN/m.}$

3.2. Armado

3.2.1. Muro de 66.00 m libre (no contiguo a la fase 2)

Se propone para todos los muros un espesor de 50 cm.

De acuerdo con las prescripciones de la Instrucción EHE, art. 44, se dispondrá una cuantía mínima geométrica de armadura horizontal de 1.6‰ (repartida entre las dos caras, correspondiente a la armadura horizontal de muro con juntas de contracción a menos de 7.50 m) y vertical de 0.9‰, y una cuantía mínima mecánica de armadura de tracción de $0.04 A_c f_{cd} / f_{yd}$.

Los valores de estas cuantías mínimas son por lo tanto

$$A_{min,hor} = 8.0 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en el total de las dos caras)}$$

$$A_{min,vert} = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en las caras traccionadas)}$$

$$A_{min,mec} = 13.8 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en las caras traccionadas)}$$

La cuantía mínima preponderante será, por lo tanto, la cuantía mecánica mínima de armadura de flexión.

Se han adoptado como valores del canto útil los siguientes, admitiendo que la armadura más próxima al paramento es la vertical, y disponiendo un recubrimiento total $(r+\Delta r)$ de 45 mm, como corresponde a la clase IV:

- Armadura vertical: $d = e - (r+\Delta r) - (\phi 25/2) = 44.7 \text{ cm}$
- Armadura horizontal: $d = e - (r+\Delta r) - \phi 25 - (\phi 25/2) = 43.1 \text{ cm}$

El cálculo de secciones se ha realizado con la ayuda del Prontuario Informático de Hormigón Estructural del Instituto del Cemento y sus Aplicaciones (Prontuario IECA), versión 3.0. La salida de resultados del programa se adjunta al final del presente documento.

La armadura de tracción simple se ha obtenido dividiendo el esfuerzo de servicio por 100 MPa (para limitar la deformación a 0.5‰) y se suma a la armadura de flexión.

Ubicación	M _k kNm/m	A _{fis} cm ²	M _d kNm/m	M _u kNm/m	T _k kN/m	A _t cm ²	A _{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	190.0	24.1	304.0	432.9	-	-	24.1	12φ16 pml
Vert. ext.	84.3	Min	134.9	293.7	-	-	14.1	8φ16 pml
Horz. int.	29.5	Min	47.2	252.8	25.4/2	1.3	15.1	8φ16 pml
Horz. ext.	38.0	Min	60.8	252.8	25.4/2	1.3	15.1	8φ16 pml

La comprobación a cortante también se realiza con la ayuda del Prontuario IECA. El cortante de cálculo es

$$V_d = 1.6 \times 186.9 \text{ kN/m} = 299 \text{ kN/m}$$

Se comprueba que el muro de 0.50 m armado con 12φ16 pml no es capaz de resistir por sí solo el total del cortante de cálculo:

$$V_u = V_{u2} = V_{cu} = 227.0 \text{ kN/m (sin armadura de cortante)}$$

Se propone por lo tanto disponer un refuerzo de armadura mínima de cortante en los 1.50 m inferiores del muro, consistente en barras transversales de φ10 con separación vertical de 0.25 m y separación horizontal de 0.25 m (equivalentes a 12.6 cm²/m/m). De acuerdo con los cálculos realizados con el Prontuario, con dicho armado se obtiene una capacidad a cortante de

$$V_u = 390.8 \text{ kN/m (con refuerzo de } \phi 10)$$

3.2.2. Muro de 66.00 contiguo a la Fase 2

Dado que el muro divisorio puede recibir empujes de uno u otro lado, se adoptará como disposición final de armado una armadura simétrica de valor igual al de la cara más solicitada. También se supondrá que la tracción horizontal en el muro es el doble de la calculada, para prever las tracciones inducidas eventualmente por la Fase 2. Por lo demás, se aplican las mismas consideraciones que en el apartado anterior.

Ubicación	M _k kNm/m	A _{fis} cm ²	M _d kNm/m	M _u kNm/m	T _k kN/m	A _t cm ²	A _{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	190.0	24.1	304.0	432.9	-	-	24.1	12φ16 pml
Vert. ext.	190.0	24.1	304.0	432.9	-	-	24.1	12φ16 pml
Horz. int.	38.0	Min	60.8	252.8	25.4	2.5	16.3	8φ16 pml
Horz. ext.	38.0	Min	60.8	252.8	25.4	2.5	16.3	8φ16 pml

3.2.3. Muros de 18.50 m

Se aplican las mismas consideraciones que en los apartados anteriores en cuanto a cuantías mínimas, cantos útiles y armaduras de tracción.

Ubicación	M _k kNm/m	A _{fis} cm ²	M _d kNm/m	M _u kNm/m	T _k kN/m	A _t cm ²	A _{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	178.1	24.1	285.0	432.9	-	-	24.1	12φ16 pml
Vert. ext.	80.5	Min	128.8	293.7	-	-	14.1	8φ16 pml
Horz. int.	29.5	Min	47.2	252.8	25.4/2	1.3	15.1	8φ16 pml
Horz. ext.	35.6	Min	57.0	252.8	25.4/2	1.3	15.1	8φ16 pml

$$V_d = 1.6 \times 150.4 \text{ kN/m} = 241 \text{ kN/m}$$

Nuevamente, se comprueba que el muro de 0.50 m armado con 12φ16 pml no es capaz de resistir por sí solo el total del cortante de cálculo, por lo que se propone el mismo refuerzo de cortante (barras transversales de φ10 con separación vertical de 0.25 m y separación horizontal de 0.25 m).

4. Zapatas de muros

4.1. Zapata de muro perimetral

4.1.1. Esfuerzos y tensión en el terreno

Se propone una cimentación consistente en una zapata corrida bajo el muro de 0.70 m de vuelo hacia el exterior, 1.40 m de vuelo hacia el interior, y 0.50 m de canto.

De acuerdo con los cálculos de las vigas, en el caso más solicitante con forjado de placa alveolar, la carga permanente que transmite la cubierta a un pilar extremo es 21.37 T, y la sobrecarga 2.16 T; en el caso de vigueta y bovedilla, las cargas son respectivamente 13.4 T y 1.5 T. Suponiendo dicha carga repartida en el ancho tributario de la viga en cada caso, se obtienen los siguientes valores:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: 2.2 kN/m
 - o Peso propio cubierta: 22.0 kN/m
- Forjado de vigueta y bovedilla:
 - o Sobrecarga cubierta: 2.3 kN/m
 - o Peso propio cubierta: 20.5 kN/m

Por otra parte, en la dirección perpendicular a las vigas, son las placas las que se apoyan directamente sobre el muro. Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre medio paño, correspondiente a la mitad de la luz del forjado. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: $9.50 \times 1 / 2 = 4.8$ kN/m
 - o Peso propio cubierta: $9.50 \times 8 / 2 = 38.0$ kN/m
- Forjado de vigueta y bovedilla:
 - o Sobrecarga cubierta: $6.40 \times 1 / 2 = 3.2$ kN/m
 - o Peso propio cubierta: $6.40 \times 6.5 / 2 = 20.8$ kN/m

Se dimensionará la zapata y se comprobará la resistencia del terreno empleando los valores correspondientes a la zona de descarga directa del forjado, por ser más restrictiva. Habrá que incluir también, como carga vertical en la directriz del muro, el peso propio de éste:

- Peso propio de muro: $6.5 \times 0.50 \times 25 = 81.3$ kN/m

Por otra parte, el momento de servicio es el que corresponde al empotramiento del muro en la zapata, igual a 190.0 kN/m.

A estas cargas habrá que añadir el peso del agua sobre el vuelo de la zapata que se encuentra bajo el depósito, y el peso propio de la zapata.

- Peso de aguas: $1.40 \times 9.8 \times 6.50 = 89.2$ kN/m
- Peso de zapata: $0.50 \times 2.60 \times 25 = 32.5$ kN/m

El total de las cargas de servicio y su excentricidad serán entonces:

$$\begin{aligned} N &= 2.2 + 22.0 + 81.3 + 89.2 + 32.5 = 203 \text{ kN/m} \\ M &= 190.0 + (2.2+22.0+81.3) \times 0.35 - 89.2 \times 0.6 = 173 \text{ kNm/m} \\ e &= M/N = 0.76 \text{ m} \end{aligned}$$

Para comprobar la seguridad al vuelco, se empleará la situación en que las cargas verticales que producen los momentos estabilizadores son más bajos. En ese caso, el coeficiente de seguridad al vuelco (se supone que no actúa la sobrecarga) será

$$C_v = M_E/M_D = [(20.5+81.3) \times 0.95 + 89.2 \times 1.90 + 32.5 \times 1.3] / 190.0 = 1.62$$

A partir de aquí se puede calcular la tensión máxima inducida en el terreno. Puesto que la excentricidad es elevada (mayor que $a/6$), se tiene una distribución triangular distribuida en una faja de ancho $1.5(a'-2e) = 1.61 \text{ m}$, y una tensión máxima de

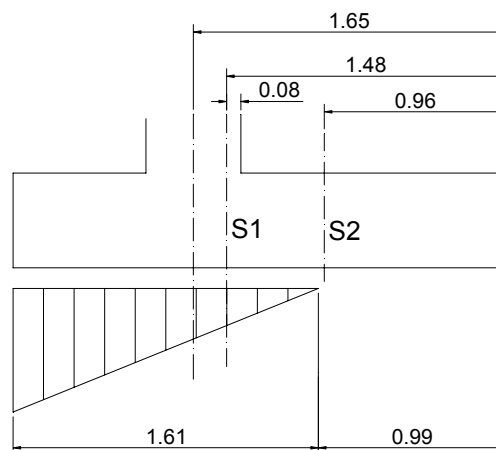
$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{N + P}{(a' - 2e)b'} = 282 \text{ kPa} = 2.82 \text{ kp/cm}^2$$

4.1.2. Armadura

Vuelo mayor (1.40 m)

La tensión del terreno en la sección de referencia S1 del lado del vuelo mayor, situada 0.075 m (0.15h) hacia el interior del muro, será

$$\sigma_{S1} = (1.48 - 0.99) \times \sigma_1 / 1.61 = 85 \text{ kN/m}^2$$



Los momentos de servicio y cálculo en la sección de referencia, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, será

$$\begin{aligned} M_k &= (1/6) \times \sigma_r \times (1.48 - 0.99)^2 - 1.40 \times 0.5 \times 25 \times (1.40/2 + 0.08) - 89.2 \times (1.40/2 + 0.08) = \\ &= 3 - 69 - 14 = -79 \text{ kNm/m} \\ M_d &= 1.6M_k = -126 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

El vuelo mayor está sometido a flexión negativa, y necesitará armadura en la cara superior. Realizando el cálculo con la ayuda del Prontuario IECA, se muestra que con la cuantía mínima de armado, de 14.1 cm² compuesta por 7φ16, se obtienen los siguientes valores resistentes:

$$M_u = 256 \text{ kNm/m}$$

$$M_{fis} = 129 \text{ kNm/m}$$

$$w_k = 0.0 \text{ mm (momento de fisuración superior al momento de servicio)}$$

Por lo tanto, se acepta el armado, y se propone para la zona de la zapata interior armadura superior e inferior de **7φ16 por metro lineal** en cada dirección.

Por otra parte, la tensión bajo la sección S2 será $\sigma_{S2} = 0$, por lo que el cortante de cálculo en dicha sección será

$$V_d = 1.6 \times (0.96 \times 0.5 \times 25 + 0.96 \times 6.50 \times 9.8) = 73.2 \text{ kN/m}$$

De acuerdo con los resultados del Prontuario IECA, el cortante último de la sección armada con 7φ16 a tracción sin armadura de cortante es

$$V_u = 184 \text{ kN}$$

La sección de la zapata resiste sin necesidad de refuerzo transversal.

Vuelo menor

El vuelo menor (de 0.70 m) se dimensiona como zapata rígida. Para ello, es preciso conocer la tensión bajo el eje del muro:

$$\sigma_{r1} = (1.61 - 0.95) \times \sigma_1 / 1.61 = 116 \text{ kN/m}^2$$

La resultante de las tensiones entre el eje del muro y el extremo del vuelo menor y su punto de aplicación serán

$$R_1 = (282 + 116) \times 0.95 / 2 = 189 \text{ kN/m}$$

$$R_{1d} = 1.6 \times 189 = 302 \text{ kN/m}$$

$$x_1 = 0.54 \text{ m}$$

Habrá que disponer armadura para resistir la tracción

$$T_d = R_{1d}(x_1 - 0.25a) / 0.85d = 363 (0.50 - 0.125) / (0.85 \times 0.44) = 348 \text{ kN/m}$$

$$A_s = T_d / f_{yd} = 0.348 / 400 \times 10^4 = 8.7 \text{ cm}^2$$

La armadura es inferior a la cuantía mínima de flexión, por lo que se opta por disponer esta última, en forma de **7φ16 por metro lineal** en cada dirección.

4.2. Zapata de muro contiguo a la Fase 2

4.2.1. Esfuerzos y tensión en el terreno

Se propone una cimentación consistente en una zapata corrida bajo el muro de 1.10 m de vuelo hacia cada lado y 0.50 m de canto.

Se suponen en este caso tres situaciones de cálculo:

1. Antes de la construcción de la Fase 2, en la que la zapata recibe como carga permanente y sobrecarga únicamente la que proviene de la cubierta de la Fase 1, con empuje de aguas por el mismo lado.
2. Tras la construcción y puesta en servicio, con el doble de carga permanente y sobrecarga proveniente de la cubierta y empuje de aguas por un único lado (situación en la que sólo uno de los depósitos está lleno).
3. Tras la construcción y puesta en servicio, con agua por ambas caras (situación de máximo esfuerzo vertical sobre la zapata).

Situación 1: sólo existe la Fase 1

En esta situación, el muro recibe la carga de un único paño de losas alveolares (para la comprobación de zapata y terreno) o de un único paño de viguetas (comprobación al vuelco). Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre medio paño entero. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: $9.50 \times 1 / 2 = 4.8 \text{ kN/m}$
 - o Peso propio cubierta: $9.50 \times 8 / 2 = 38.0 \text{ kN/m}$
- Forjado de vigueta y bovedilla:
 - o Sobrecarga cubierta: $6.40 \times 1 / 2 = 3.2 \text{ kN/m}$
 - o Peso propio cubierta: $6.40 \times 6.5 / 2 = 20.8 \text{ kN/m}$

Habrà que incluir también, como carga vertical en la directriz del muro, el peso propio de éste:

- Peso propio de muro: $6.5 \times 0.50 \times 25 = 81.3 \text{ kN/m}$

Por otra parte, el momento de servicio es el que corresponde al empotramiento del muro en la zapata, suponiendo que el muro está cargado sólo por uno de los dos lados, igual a 190.9 kN/m.

A estas cargas habrá que añadir el peso del agua sobre el vuelo de la zapata que se encuentra bajo el depósito, y el peso propio de la zapata.

- Peso de aguas: $1.10 \times 9.8 \times 6.50 = 70.1 \text{ kN/m}$

- Peso de zapata: $0.50 \times 1.1 \times 25 = 33.75 \text{ kN/m}$

El total de las cargas de servicio (en el caso más solicitante para el terreno y zapata) y su excentricidad serán entonces:

$$N = 4.8 + 38.0 + 81.3 + 70.1 + 32.5 = 228 \text{ kN/m}$$

$$M = 190.0 - 70.1 \times 0.80 = 134 \text{ kNm/m}$$

$$e = M/N = 0.59 \text{ m}$$

El coeficiente de seguridad al vuelco será (para el caso más inestable, que es el que presenta menor carga vertical):

$$C_v = M_E/M_D = [20.5 \times 1.35 + 70.1 \times 2.15 + 32.5 \times 1.35] / 134 = 1.76$$

A partir de aquí se puede calcular la tensión máxima inducida en el terreno. Puesto que la excentricidad es elevada (mayor que $a'/6$), se tiene una distribución triangular distribuida en una faja de ancho $1.5(a'-2e) = 2.29 \text{ m}$, y una tensión máxima de

$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{N + P}{(a' - 2e)b'} = 199 \text{ kPa} = 1.99 \text{ kp/cm}^2$$

Situación 2: Fase 2 construida, empujes por sólo un lado

En esta situación, el muro recibe la carga de dos paños de losas alveolares para la comprobación de zapata y terreno. La comprobación a vuelco no se hace necesaria, al estar la carga más centrada que en el caso anterior. Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre un paño entero. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: $9.50 \times 1 = 9.5 \text{ kN/m}$
 - o Peso propio cubierta: $9.50 \times 8 = 76 \text{ kN/m}$

El total de las cargas de servicio (en el caso más solicitante para el terreno y zapata) y su excentricidad serán entonces:

$$N = 9.5 + 76.0 + 81.3 + 70.1 + 32.5 = 271 \text{ kN/m}$$

$$M = 190.0 - 70.1 \times 0.80 = 134 \text{ kNm/m}$$

$$e = M/N = 0.49 \text{ m}$$

A partir de aquí se puede calcular la tensión máxima inducida en el terreno. Puesto que la excentricidad es elevada (mayor que $a'/6$), se tiene una distribución triangular distribuida en una faja de ancho $1.5(a'-2e) = 2.57 \text{ m}$, y una tensión máxima de

$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{N + P}{(a' - 2e)b'} = 211 \text{ kPa} = 2.11 \text{ kp/cm}^2$$

Situación 3: Fase 2 construida, empujes por ambos lados

En esta situación, el muro recibe la carga de dos paños de losas alveolares para la comprobación de zapata y terreno y el peso de lámina de agua por ambos lados. La comprobación a vuelco no se hace necesaria, al estar toda la carga centrada. Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre un paño entero. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: $9.50 \times 1 = 9.5 \text{ kN/m}$
 - o Peso propio cubierta: $9.50 \times 8 = 76 \text{ kN/m}$

El total de las cargas de servicio (en el caso más solicitante para el terreno y zapata) y su excentricidad serán entonces:

$$\begin{aligned} N &= 9.5 + 76.0 + 81.3 + 2 \times 70.1 + 32.5 = 340 \text{ kN/m} \\ M &= 0 \\ e &= 0 \end{aligned}$$

En este caso, la tensión que proviene del suelo es uniforme, y de valor igual a

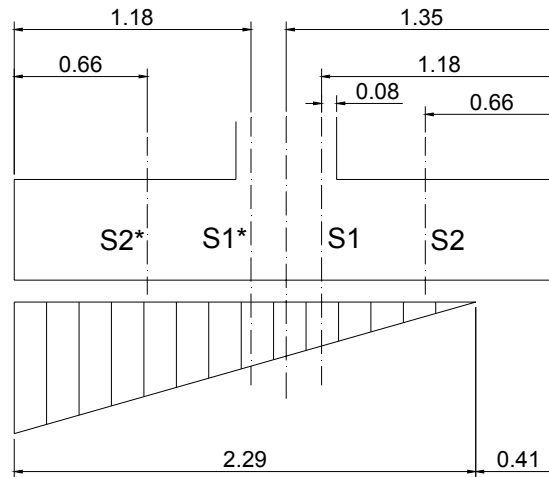
$$\sigma_1 = \frac{N + P}{a'b'} = 126 \text{ kPa} = 1.26 \text{ kp/cm}^2$$

4.2.2. Esfuerzos en la zapata y armadura

Situación 1

La tensión del terreno en las secciones de referencia S1, S2 (vuelo interior) y S1*, S2* (vuelo exterior), situadas 0.075 m (0.15a), serán

$$\begin{aligned} \sigma_{S1} &= (1.18 - 0.41) \times \sigma_1 / 2.29 = 66 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S1*} &= (2.29 - 1.18) \times \sigma_1 / 2.29 = 97 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S2} &= (0.66 - 0.41) \times \sigma_1 / 2.29 = 21 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S2*} &= (2.29 - 0.66) \times \sigma_1 / 2.29 = 142 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



Los momentos de servicio y cálculo en la sección de referencia S1, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, serán

$$\begin{aligned} M_k &= (1/6) \times \sigma_{S1} \times (1.18 - 0.41)^2 - 1.10 \times 0.5 \times 25 \times (1.10/2 + 0.08) - 70.1 \times (1.10/2 + 0.08) = \\ &= 10 - 44 - 9 = -43 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_d = 1.6 M_k = -69 \text{ kNm/m}$$

Se comprueba que la sección S1 está sometida a flexión negativa.

En la sección S1*, correspondiente a la cara del muro sin empuje de aguas, se obtienen los siguientes momentos de servicio y cálculo:

$$\begin{aligned} M_k &= (1/2) \times \sigma_{S1*} \times (1.18)^2 + (1/3) \times (\sigma_1 - \sigma_{S1*}) \times (1.18)^2 - 1.10 \times 0.5 \times 25 \times (1.10/2 + 0.08) = \\ &= 91 - 9 = 82 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_d = 1.6 M_k = 131 \text{ kNm/m}$$

Por otra parte, los esfuerzos cortantes de cálculo correspondientes a cada una de las dos secciones de referencia son

$$V_d = 1.6 \times [0.66 \times 0.5 \times 25 + 0.66 \times 6.50 \times 9.8 - (1/2) \times (0.66 - 0.41) \times 21] = 76 \text{ kN/m}$$

$$V_d^* = 1.6 \times [-0.66 \times 0.5 \times 25 - 0.66 \times 6.50 \times 9.8 + (1/2) \times 0.66 \times (142 + 199)] = 166 \text{ kN/m}$$

Situación 2

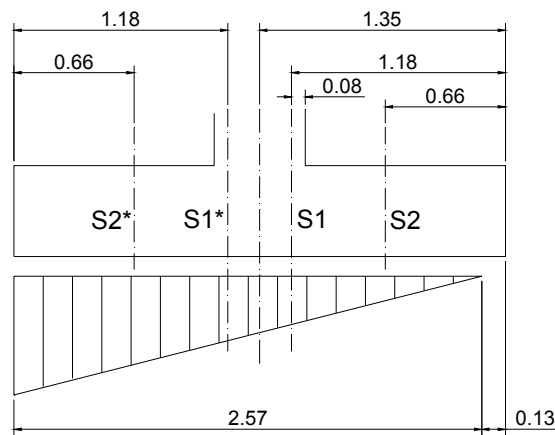
La tensión del terreno en las secciones de referencia S1, S2 (vuelo interior) y S1*, S2* (vuelo exterior), situadas 0.075 m (0.15a), serán

$$\sigma_{S1} = (1.18 - 0.13) \times \sigma_1 / 2.29 = 86 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{S1*} = (2.57 - 1.18) \times \sigma_1 / 2.29 = 114 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{S2} = (0.66 - 0.13) \times \sigma_1 / 2.29 = 43 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{S2^*} = (2.57 - 0.66) \times \sigma_1 / 2.29 = 157 \text{ kN/m}^2$$



Los momentos de servicio y cálculo en la sección de referencia S1, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, serán

$$\begin{aligned} M_k &= (1/6) \times \sigma_{S1} \times (1.18 - 0.13)^2 - 1.10 \times 0.5 \times 25 \times (1.10/2 + 0.08) - 70.1 \times (1.10/2 + 0.08) = \\ &= 15 - 44 - 9 = -37 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_d = 1.6 M_k = -59 \text{ kNm/m}$$

Se comprueba que la sección S1 está sometida a flexión negativa.

En la sección S1*, correspondiente a la cara del muro sin empuje de aguas, se obtienen los siguientes momentos de servicio y cálculo:

$$\begin{aligned} M_k &= (1/2) \times \sigma_{S1^*} \times (1.18)^2 + (1/3) \times (\sigma_1 - \sigma_{S1^*}) \times (1.18)^2 - 1.10 \times 0.5 \times 25 \times (1.10/2 + 0.08) = \\ &= 102 - 9 = 93 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_d = 1.6 M_k = 149 \text{ kNm/m}$$

Por otra parte, los esfuerzos cortantes de cálculo correspondientes a cada una de las dos secciones de referencia son

$$V_d = 1.6 \times [0.66 \times 0.5 \times 25 + 0.66 \times 6.50 \times 9.8 - (1/2) \times (0.66 - 0.41) \times 43] = 62 \text{ kN/m}$$

$$V_d^* = 1.6 \times [-0.66 \times 0.5 \times 25 - 0.66 \times 6.50 \times 9.8 + (1/2) \times 0.66 \times (157 + 211)] = 181 \text{ kN/m}$$

Situación 3

En este caso, la tensión del terreno es uniforme e igual a 126 kN/m² bajo todas las secciones de referencia.

Los momentos de servicio y cálculo en las secciones de referencia S1 y S1*, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, serán

$$M_k = (1/2) \times \sigma_{S1} \times (1.18)^2 - 1.10 \times 0.5 \times 25 \times (1.10/2 + 0.08) - 70.1 \times (1.10/2 + 0.08) = 87 - 44 - 9 = 35 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 1.6M_k = 56 \text{ kNm/m}$$

Por otra parte, el esfuerzo cortante de cálculo (en valor absoluto) correspondiente a cada una de las dos secciones de referencia es

$$V_d = 1.6 \times [0.66 \times 0.5 \times 25 + 0.66 \times 6.50 \times 9.8 - (1/2) \times 0.66 \times 126] = 14 \text{ kN/m}$$

Armado

De acuerdo con los cálculos anteriores, se comprueba que ambos vuelos pueden estar sometidos a flexión positiva o negativa, con los siguientes momentos y cortantes máximos (en valor absoluto):

$$M_{k,max} = 93 \text{ kNm/m}$$

$$M_{d,max} = 149 \text{ kNm/m}$$

$$V_{d,max} = 166 \text{ kN/m}$$

Realizando el cálculo con la ayuda del Prontuario IECA, se muestra que con la cuantía mínima de armado, de 14.1 cm² compuesta por 7φ16, se obtienen los siguientes valores resistentes:

$$M_u = 256 \text{ kNm/m}$$

$$M_{fis} = 129 \text{ kNm/m}$$

$$w_k = 0.0 \text{ mm (momento de fisuración superior al momento de servicio)}$$

Por lo tanto, se acepta el armado, y se propone para la zona de la zapata interior armadura superior e inferior de **7φ16 por metro lineal** en cada dirección.

De acuerdo con los resultados del Prontuario IECA, el cortante último de la sección armada con 7φ16 a tracción sin armadura de cortante es

$$V_u = 184 \text{ kN}$$

La sección de la zapata resiste sin necesidad de refuerzo transversal.

5. Vigas, pilares y zapatas de pilares

El cálculo de la infraestructura que soporta la cubierta se ha realizado con la ayuda del programa CYPECAD, v2007.1. Para ello, se han empleado las siguientes hipótesis geométricas y de carga:

- El forjado está constituido, en cada caso, por la siguiente estructura:
 1. Por una cubierta de losa alveolar de 25 cm de canto más 5 cm de capa de compresión, con peso propio de 5 kN/m².
 2. por una cubierta de viguetas y bovedillas de 25 cm de canto más 4 cm de capa de compresión, con peso propio de 3.5 kN/m².
- El forjado está cubierto por una capa de garbancillo, representada por una carga muerta de 3 kN/m².
- Se admite una sobrecarga de uso repartida de 1 kN/m² y puntual de 2 kN (indicada para cargas en cubierta según el CTE-2006)
- Las sobrecargas repartidas se multiplican por un ancho tributario igual a la luz del forjado para convertirlas en cargas lineales sobre la viga:
 1. Placa alveolar: L = 9.50 m
 2. Vigueta y bovedilla: L = 6.17 m
- La fisuración se ha limitado a 0.20 mm.
- En el caso de los pilares y la cimentación, se opta por igualar elementos (para cada una de las dos soluciones). De este modo, todas las zapatas serán iguales a la más solicitada, y todos los pilares igual al más solicitado.

Los listados y resultados del cálculo se presentan a continuación.

5.1. Solución 1: Placa Alveolar Pretensada

5.1.1. Datos generales

1. Datos generales de la estructura

Proyecto: Pórtico para sostenimiento de cubierta de
placa alveolar luz 9.50 m

Clave: DepOGrove_Placa_950

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	6.50	6.50
0	Cimentación				0.00

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
M1	(0.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
M2	(66.50, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P1	(5.72, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P2	(11.20, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P3	(16.68, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P4	(22.15, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P5	(27.63, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P6	(33.05, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P7	(33.45, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P8	(38.87, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P9	(44.35, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P10	(49.82, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P11	(55.30, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P12	(60.77, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35

4. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
M1,M2	1	0.50x0.50	0.30	1.00	1.40	1.40
P1,P2,P3,P4,P5,P6, P7,P8,P9,P10,P11, P12	1	0.40x0.40	0.30	1.00	1.40	1.40

5. Losas y elementos de cimentación

Tensión admisible terreno zapatas: 4.00 Kp/cm²

6. Normas consideradas

Hormigón: EHE-98

Aceros conformados: EA-95 (MV110)

Aceros laminados y armados: EA-95 (MV103)

7. Acciones consideradas

7.1. Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m ²)	Cargas muertas (Tn/m ²)
Cubierta	0.00	0.00
Cimentación	0.00	0.00

7.2. Viento

Sin acción de viento

7.3. Sismo

Sin acción de sismo

7.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

7.5. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	7.60	(0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(16.67, 0.00) (22.15, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(27.63, 0.00) (33.10, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(33.40, 0.00) (38.88, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(38.88, 0.00) (44.35, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	7.60	(11.20, 0.00) (16.67, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(11.20, 0.00) (16.67, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(16.67, 0.00) (22.15, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(27.63, 0.00) (33.10, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(33.40, 0.00) (38.88, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(38.88, 0.00) (44.35, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(11.20, 0.00) (16.67, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(16.67, 0.00) (22.15, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(27.63, 0.00) (33.10, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(33.40, 0.00) (38.88, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(38.88, 0.00) (44.35, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
	N 1	Lineal	0.29	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)

8. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	EHE Control de la ejecución: Normal
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EHE Control de la ejecución: Normal
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

9. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

9.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

- **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98**
- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98**

Situación 1: Persistente o transitoria con una sola acción variable (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Sismo (A)				

Situación 2: Persistente o transitoria con dos o más acciones variables (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)

Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Viento (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Nieve (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Sismo (A)				

Situación 3: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

10. Materiales utilizados

10.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ_c
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

10.2. Aceros por elemento y posición

10.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ _s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Elementos de cimentación		B 500 S , Control Normal	5097	1.15

10.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

5.1.2. Cimentación

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
P1, P2, P3, P4, P5, P8, P9, P10, P11, P12	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 6Ø16 c/ 27 Y: 6Ø16 c/ 27
(P6-P7)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 70.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 45.0 cm	X: 6Ø16 c/ 24 Y: 7Ø16 c/ 24

2.- COMPROBACIÓN

Referencia: P1 Dimensiones: 130 x 130 x 40 Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.796 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 4.014 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 9.73 Tn·m Momento: 9.33 Tn·m	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: -En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Reserva seguridad: 5107.3 % Sin momento de vuelco	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 200.63 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 8.77 Tn Cortante: 8.32 Tn	Cumple Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 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 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0016	
-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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 29 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2 Dimensiones: 130 x 130 x 40 Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.196 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.274 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 7.96 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 7.81 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 12140.9 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 168.1 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 7.14 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 6.98 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 29 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.384 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.491 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 8.49 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 8.29 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 9335.0 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 178.29 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		

-En dirección X:	Cortante: 7.62 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 7.40 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 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 (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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 29 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.222 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.348 Kp/cm ²	Cumple

Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 8.11 Tn·m Momento: 7.88 Tn·m	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: -En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Reserva seguridad: 7533.6 % Sin momento de vuelco	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m2 Calculado: 169.5 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 7.29 Tn Cortante: 7.03 Tn	Cumple Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P4:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019 Mínimo: 0.0015 Mínimo: 0.0014	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple

-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P5		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.715 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.733 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 9.16 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 9.12 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 61567.8 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 196.25 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 8.18 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 8.14 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0016 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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 10 cm	

-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 29 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: (P6-P7)		
Dimensiones: 140 x 130 x 45		
Armados: Xi:Ø16 c/ 24 Yi:Ø16 c/ 24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 2.682 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 2.74 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 8.58 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 11.35 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 13508.6 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 65.4 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 16.04 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 3.55 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 20 cm	
-P6:	Calculado: 37 cm	Cumple
-P7:	Calculado: 37 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 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019 Mínimo: 0.0013 Mínimo: 0.0015	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm Mínimo: 39 cm Calculado: 39 cm Mínimo: 39 cm Calculado: 39 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.1.3. Pilares

1. Materiales

1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ _c
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

1.2. Aceros por elemento y posición

1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ _s
----------	----------	-------	------------------------------	----------------

Pilares y pantallas	Barras(vertales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

2. Armado de pilares y pantallas

2.1. Pilares

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
 - Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
 - Segundo sumando: Armadura de cara X.
 - Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.
- H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.
- Hpx: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.
- Hpy: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.
- Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.
- Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).
- Nota:
 - Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.
 - El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn·m)

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	Pésimos						Referencia		
							H	Hpx	Hpy	N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.50x0.50	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	33.58	9.52	2.21	33.58	5.47	0.00
M2	1	0.50x0.50	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	33.58	9.52	2.21	33.58	5.47	0.00
P1	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	93.23	12.28	7.81	93.23	1.05	0.00
P2	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	78.12	10.29	6.54	78.12	0.39	0.00
P3	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	82.85	10.91	6.94	82.85	0.53	0.00
P4	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	78.77	10.37	6.60	78.77	0.62	0.00
P5	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	91.20	12.01	7.64	91.20	0.11	0.00
P6	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	34.88	6.94	2.92	34.88	2.22	0.00
P7	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	34.94	6.93	2.93	34.94	2.21	0.00
P8	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	91.10	12.00	7.63	91.10	0.12	0.00
P9	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	78.80	10.38	6.60	78.80	0.62	0.00
P10	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	82.84	10.91	6.94	82.84	0.53	0.00
P11	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	78.12	10.29	6.54	78.12	0.40	0.00
P12	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.80	8.12	8.12	93.23	12.28	7.81	93.23	1.05	0.00

3. Comprobación de la resistencia a cortante en pilares de hormigón

- Pl: Número de planta.

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
Segundo sumando: Armadura de cara X.
Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Pésimos: Esfuerzos cortantes (mayorados) correspondientes a la combinación que produce el estado de tensiones tangenciales más desfavorable.
 - Nsd: Axil de cálculo [(+) compresión, (-) tracción] (Tn)
 - Qxsd, Qysd: Cortante de cálculo en cada dirección (Tn)
 - Qxrd, Qyrd: Cortante resistido en cada dirección (Tn)
 - Comprobación de la interacción en las dos direcciones (CC):

$$\sqrt{(Q_{xsd}/Q_{xrd})^2 + (Q_{ysd}/Q_{yrd})^2}$$
 - Origen de las solicitaciones pésimas:
G: Sólo gravitatorias
GV: Gravitatorias + viento
GS: Gravitatorias + sismo
GVS: Gravitatorias + viento + sismo
- Cumple:
Sí: $CC \leq 1$
No: $CC > 1$
- Nota:
Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Pésimos							Origen	Cumple
						Nsd	Qxsd	Qxrd	Qysd	Qyrd	CC			
M1	1	0.50x0.50	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	33.58	-1.51	23.63	0.00	0.00	0.06	G	Sí	
M2	1	0.50x0.50	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	33.58	1.50	23.63	0.00	0.00	0.06	G	Sí	
P1	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	89.75	0.34	23.47	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P2	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	74.64	0.08	21.53	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P3	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	79.37	0.13	22.14	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P4	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	75.29	0.17	21.61	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P5	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	87.72	-0.03	23.21	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P6	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	31.40	0.81	15.97	0.00	0.00	0.05	G	Sí	
P7	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	31.46	-0.81	15.97	0.00	0.00	0.05	G	Sí	
P8	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	87.62	0.03	23.20	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P9	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	75.32	-0.17	21.62	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P10	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	79.36	-0.13	22.14	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P11	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	74.64	-0.08	21.53	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P12	1	0.40x0.40	0.00/5.80	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	89.75	-0.34	23.47	0.00	0.00	0.01	G	Sí	

4. Pésimos de pilares, pantallas y muros

4.1. Pilares

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Piso superior: Es la sección correspondiente a la base del tramo superior al tramo anterior
- Pésimos: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo. Las columnas de pésimos que estén vacías indican que el pilar no cumple.
- Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).
- Nota:

El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn-m)

Pilar	PI	Tramo	Pésimos			Referencia		
			N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.00/5.80	39.02	7.59	2.57	39.02	3.26	0.00
			33.58	9.52	2.21	33.58	5.47	0.00
M2	1	0.00/5.80	39.02	7.59	2.57	39.02	3.26	0.00
			33.58	9.52	2.21	33.58	5.47	0.00
P1	1	0.00/5.80	93.23	12.28	7.81	93.23	1.05	0.00
P2	1	0.00/5.80	78.12	10.29	6.54	78.12	0.39	0.00
P3	1	0.00/5.80	82.85	10.91	6.94	82.85	0.53	0.00
P4	1	0.00/5.80	78.77	10.37	6.60	78.77	0.62	0.00
P5	1	0.00/5.80	91.20	12.01	7.64	91.20	0.11	0.00
			87.72	11.55	7.35	87.72	0.31	0.00
P6	1	0.00/5.80	34.88	6.94	2.92	34.88	2.22	0.00
			31.40	6.87	2.63	31.40	2.49	0.00
P7	1	0.00/5.80	34.94	6.93	2.93	34.94	2.21	0.00
			31.46	6.86	2.64	31.46	2.48	0.00
P8	1	0.00/5.80	91.10	12.00	7.63	91.10	0.12	0.00
			87.62	11.54	7.34	87.62	0.30	0.00
P9	1	0.00/5.80	78.80	10.38	6.60	78.80	0.62	0.00
P10	1	0.00/5.80	82.84	10.91	6.94	82.84	0.53	0.00
P11	1	0.00/5.80	78.12	10.29	6.54	78.12	0.40	0.00
P12	1	0.00/5.80	93.23	12.28	7.81	93.23	1.05	0.00

5.1.4. Vigas

Información del listado de armado de vigas
--

Pórtico num.: n° de pórtico o alineación de vigas del grupo de plantas que se especifica a continuación.

Grupo de plantas: n° de orden del grupo de plantas.

Tramo n°: n° de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico.

L: Luz entre ejes de los elementos de apoyo (pilares, brochales, etc.) o a puntos de anclaje (calculados por el programa) de la armadura de positivos cuando no hay elementos de apoyo intermedios y la luz de la viga supera la longitud máxima de barra.

JÁCENA: Tipo de viga (plana, descolgada, celosía, pretensada, semi-invertida o cabeza colaborante).

SECCIÓN: B x H : dimensiones del ancho y del canto respectivamente cuando la viga es rectangular (tipo R)

B x H + B1 x H1: en vigas en L o T:

B x H: ancho por canto del alma

B1 x H1: ancho por canto del ala

A continuación se ofrecen analíticamente capacidades mecánicas y envolventes de esfuerzos (al ser envolventes, están mayorados) dividiendo la viga en seis partes iguales:

N.IZQ.0L: Nudo izquierdo.

L/6, 2L/6, L/2, 4L/6, 5L/6: Puntos intermedios equidistantes de la luz de la viga.

N.DER.1L: Nudo derecho.

E. cap. mom. neg. sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. neg. inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el

punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

Cap. mom neg repre sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom neg repre inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Env. momentos negat.: Envolvente superior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. momentos posit.: Envolvente inferior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Momentos repres.: Máximos relativos de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (máximo relativo en fracciones del tercio de la luz).

Env. cortantes negat.: Envolvente superior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. cortantes posit.: Envolvente inferior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Cortantes repres. (Vd): Máximos relativos de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga

Envolvente de torsión: Envolvente de esfuerzos torsores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Torsor borde apoyo (Td): Esfuerzo torsor en la cara o punto de contacto de la viga con el elemento de apoyo (con este dato se realiza la comprobación a compresión oblicua del hormigón por esfuerzo torsor).

Torsor agotamiento (Tu1): Es el momento torsor último que resiste la sección de hormigón a continuación se representa el armado de una viga a modo de ejemplo:

ARM.SUPERIOR: 2Ø16[0.15P+1.55=1.70], 3Ø12[<<1.5+1.45=2.95] ----- 2Ø20[1.60>>], 3Ø16[1.20+0.15P=1.35]

ARM. MONTAJE: 5Ø10[5.30]

ARM. MONTAJE ALAS: 4Ø10[5.30]

ARM.PIEL: 4Ø10[5.20]

ARM.INFERIOR: 3Ø16[0.20P+5.3+0.20P=5.70], 2Ø10[3.50]

ESTRIBOS: 6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00], 14x2eØ10+1rØ10c/0.30[4.00]

2Ø16[0.15P+1.55=1.70]: número de barras, calibre de éstas, longitud de la patilla, longitud recta y longitud total. Como longitud de la patilla se entiende la longitud recta vertical. Como longitud recta se entiende la distancia en la dirección de la viga.

3Ø12[<<1.5+1.45=2.95]: (número de barras, calibre de éstas, longitud de la barra que está en el tramo anterior, longitud de la barra en el tramo (medida desde el eje de apoyo) y longitud total).

6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00]: Armadura transversal (número de estribos en el intervalo de estribado, número de cercos por plano de armado, diámetro del cerco, número de ramas por plano de armado, diámetro de la rama, separación y longitud del intervalo).

Flecha posterior a tabiquería (incluso fluencia) = 1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de (DepOGrove_Placa_950)

Sistema de unidades: M.K.S

Materiales:

Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

Acero: B 500 S , Control Normal

Armado de vigas

Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de

Gr.pl. no 1 Cubierta --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 5.72) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	10.4	-----	-----	-----	-----	34.7	51.5
E. cap. mom. pos. inf.	-----	34.7	56.8	57.8	35.4	34.7	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	10.4(x= 0.25)		60.3(x= 5.53)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	35.6(x= 1.00)		60.3(x= 2.51)		10.4(x= 4.77)		
Env. momentos negat.	-1.4	11.2	18.9	19.2	11.8	-5.1	-38.6
Env. momentos posit.	-0.8	19.2	32.4	33.0	20.2	-2.9	-22.5
Momentos repres.	-1.5(0.07)		20.3(1.00)		34.4(2.51)		-38.6(5.72)
Env. cortantes negat.	-----	12.1	4.2	-6.4	-20.0	-33.5	-----
Env. cortantes posit.	-----	20.8	7.2	-3.7	-11.6	-19.6	-----
Cortantes repres.	30.8(x= 0.25)		-44.3(x= 5.53)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.25)		0.00(x= 5.53)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: M1 ----- N.der.: P1

Arm.Superior: ----- 4Ø20(1.60>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+6.10=6.35)

Arm.Piel: 2Ø10(6.05)

Arm.Inferior: 3Ø25(0.25P+6.20=6.45), 3Ø25(3.45)

Estribos: 19x1eØ8c/0.18(3.32), 14x1eØ10c/0.14(1.96)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.492cm (L/1165)

Activa.....: 0.3cm (L/1910)

Tramo nº 2 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	51.5	34.7	10.4	-----	-----	34.7	36.2
E. cap. mom. pos. inf.	-----	-----	34.7	34.7	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	60.6(x= 0.20)		41.9(x= 5.28)				
Cap. mom. pos. repre. inf.			34.7(x= 4.19)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-38.6	-11.0	5.0	9.7	7.2	-3.3	-27.2
Env. momentos posit.	-22.5	-6.4	8.5	16.6	12.4	-1.9	-15.8
Momentos repres.	-38.6(x= 0.00)		16.6(x= 2.74)		-27.2(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	16.4	8.8	1.2	-10.9	-23.9	-----
Env. cortantes posit.	-----	28.1	15.1	2.1	-6.3	-13.9	-----
Cortantes repres.	38.2(x= 0.20)		-34.0(x= 5.28)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----

Torsor borde apoyo: 0.00(x= 0.20) 0.00(x= 5.28) Tor. agota.: 14.59

N.izq.: P1 ----- N.der.: P2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.60+1.85=3.45) ----- 3Ø20(1.50>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)
 Estribos: 15x1eØ8c/0.11(1.65), 10x1eØ8c/0.2(2.03), 10x1eØ8c/0.14(1.40)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.132cm (L/4152)
 Activa.....: 0.077cm (L/7117)

Tramo nº 3 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	36.2	34.7	-----	-----	-----	34.7	40.9
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	36.0	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	41.2(x= 0.20)				47.5(x= 5.28)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		36.0(x= 2.74)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-27.2	-1.9	8.8	12.0	8.0	-4.5	-30.6
Env. momentos posit.	-15.8	-1.1	15.0	20.5	13.7	-2.6	-17.9
Momentos repres.	-27.2(x= 0.00)		20.5(x= 2.74)		-30.6(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	14.7	7.2	-0.7	-13.7	-26.7	-----
Env. cortantes posit.	-----	25.3	12.3	-0.4	-8.0	-15.6	-----
Cortantes repres.	35.4(x= 0.20)				-36.8(x= 5.28)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)				Tor. agota.: 14.59

N.izq.: P2 ----- N.der.: P3

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 4Ø20(1.45>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø20(5.90), 2Ø16(3.30)
 Estribos: 11x1eØ8c/0.13(1.43), 11x1eØ8c/0.2(2.09), 13x1eØ8c/0.12(1.56)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.198cm (L/2768)
 Activa.....: 0.117cm (L/4684)

Tramo nº 4 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	40.9	34.7	-----	-----	-----	34.7	36.9
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	35.6	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	47.0(x= 0.20)				42.5(x= 5.28)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		35.6(x= 2.74)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-30.6	-4.4	8.0	11.8	8.5	-2.5	-27.6
Env. momentos posit.	-17.9	-2.5	13.7	20.3	14.6	-1.5	-16.1
Momentos repres.	-30.6(x= 0.00)		20.3(x= 2.74)		-27.6(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	15.4	7.9	0.3	-12.5	-25.5	-----
Env. cortantes posit.	-----	26.5	13.5	0.5	-7.3	-14.8	-----
Cortantes repres.	36.6(x= 0.20)				-35.6(x= 5.28)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)				Tor. agota.: 14.59

N.izq.: P3 ----- N.der.: P4

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.45+1.45=2.90) ----- 3Ø20(1.50>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø20(5.90), 2Ø16(3.30)
 Estribos: 13x1eØ8c/0.12(1.56), 11x1eØ8c/0.2(2.09), 11x1eØ8c/0.13(1.43)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.193cm (L/2840)

Activa.....: 0.114cm (L/4808)

Tramo nº 5 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	36.9	34.7	-----	-----	10.4	34.7	48.8
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	34.7	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	42.2(x= 0.20)				57.7(x= 5.28)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		34.7(x= 3.83)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-27.6	-3.2	7.4	10.1	5.6	-9.6	-36.6
Env. momentos posit.	-16.1	-1.9	12.8	17.3	9.6	-5.6	-21.3
Momentos repres.	-27.6(x= 0.00)		17.3(x= 2.74)		-36.6(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	14.1	6.6	-1.7	-14.7	-27.7	-----
Env. cortantes posit.	-----	24.2	11.2	-1.0	-8.6	-16.2	-----
Cortantes repres.	34.4(x= 0.20)				-37.9(x= 5.28)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P4 ----- N.der.: P5

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 4Ø20(1.85>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø16(3.30)
 Estribos: 10x1eØ8c/0.14(1.40), 10x1eØ8c/0.2(2.03), 15x1eØ8c/0.11(1.65)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.144cm (L/3806)

Activa.....: 0.085cm (L/6448)

Tramo nº 6 (L= 5.42) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	48.8	34.7	-----	-----	-----	-----	10.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	52.5	52.8	34.7	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	56.5(x= 0.20)				10.4(x= 5.40)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.92)		55.3(x= 3.07)		34.7(x= 5.22)		
Env. momentos negat.	-36.6	-5.8	10.3	17.5	17.6	11.1	-0.3
Env. momentos posit.	-21.3	-3.4	17.7	30.0	30.1	19.1	-0.2
Momentos repres.	-36.6(0.0)		31.5(3.07)		19.4(4.51) -0.3(5.43)		
Env. cortantes negat.	-----	19.0	11.5	4.0	-6.0	-18.9	-----
Env. cortantes posit.	-----	32.6	19.7	6.9	-3.5	-11.0	-----
Cortantes repres.	42.6(x= 0.20)				-28.9(x= 5.22)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.22)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P5 ----- N.der.: P6

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.85+1.55=3.40) -----

Arm.Montaje: 3Ø10(5.75+0.25P=6.00)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.72)
 Arm.Inferior: 3Ø25(5.85+0.25P=6.10), 3Ø20(3.30)
 Estribos: 13x1eØ10c/0.15(1.95), 16x1eØ8c/0.2(3.08)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.412cm (L/1318)
 Activa.....: 0.252cm (L/2155)

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 5.41) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	10.4	-----	-----	-----	-----	34.7	48.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	34.7	52.6	52.3	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	10.4(x= 0.20)		56.3(x= 5.22)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	34.7(x= 0.92)		55.0(x= 2.35)		10.4(x= 4.50)		
Env. momentos negat.	-0.3	11.1	17.5	17.4	10.3	-5.8	-36.5
Env. momentos posit.	-0.2	19.0	30.0	29.8	17.6	-3.4	-21.3
Momentos repres.	-0.3(0.0)	19.3(0.92)	31.4(2.35)			-36.5(5.41)	
Env. cortantes negat.	-----	11.0	3.5	-6.9	-19.7	-32.6	-----
Env. cortantes posit.	-----	18.8	6.0	-4.0	-11.5	-19.0	-----
Cortantes repres.	28.8(x= 0.20)		-42.6(x= 5.22)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.22)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P7 ----- N.der.: P8

Arm.Superior: ----- 4Ø20(1.50>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.75=6.00)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.72)
 Arm.Inferior: 3Ø25(0.25P+5.85=6.10), 3Ø20(3.25)
 Estribos: 16x1eØ8c/0.2(3.07), 13x1eØ10c/0.15(1.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.408cm (L/1329)
 Activa.....: 0.249cm (L/2177)

Tramo nº 2 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	48.7	34.7	10.4	-----	-----	34.7	36.9
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	34.7	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	57.5(x= 0.20)		42.2(x= 5.28)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		34.7(x= 4.19)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-36.5	-9.5	5.6	10.1	7.5	-3.2	-27.7
Env. momentos posit.	-21.3	-5.5	9.7	17.4	12.8	-1.9	-16.1
Momentos repres.	-36.5(x= 0.00)	17.4(x= 2.74)		-27.7(x= 5.47)			
Env. cortantes negat.	-----	16.2	8.6	1.0	-11.3	-24.3	-----
Env. cortantes posit.	-----	27.7	14.7	1.7	-6.6	-14.1	-----
Cortantes repres.	37.8(x= 0.20)		-34.4(x= 5.28)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P8 ----- N.der.: P9

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.50+1.85=3.35) ----- 3Ø20(1.50>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø16(3.30)
 Estribos: 15x1eØ8c/0.11(1.65), 10x1eØ8c/0.2(2.03), 10x1eØ8c/0.14(1.40)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.145cm (L/3780)
 Activa.....: 0.085cm (L/6448)

Tramo nº 3 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	36.9	34.7	-----	-----	-----	34.7	40.8
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	35.6	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	42.5(x= 0.20)			47.0(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		35.6(x= 2.74)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-27.7	-2.5	8.5	11.8	8.0	-4.4	-30.6
Env. momentos posit.	-16.1	-1.5	14.6	20.3	13.7	-2.5	-17.9
Momentos repres.	-27.7(x= 0.00)		20.3(x= 2.74)		-30.6(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	14.9	7.3	-0.5	-13.5	-26.5	-----
Env. cortantes posit.	-----	25.5	12.5	-0.3	-7.9	-15.4	-----
Cortantes repres.	35.6(x= 0.20)			-36.6(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P9 ----- N.der.: P10

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 4Ø20(1.45>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø20(5.90), 2Ø16(3.30)
 Estribos: 11x1eØ8c/0.13(1.43), 11x1eØ8c/0.2(2.09), 13x1eØ8c/0.12(1.56)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.193cm (L/2840)
 Activa.....: 0.114cm (L/4808)

Tramo nº 4 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	40.8	34.7	-----	-----	-----	34.7	36.2
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	36.0	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	47.5(x= 0.20)			41.2(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)		36.0(x= 2.74)		10.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-30.6	-4.5	8.0	12.0	8.8	-1.9	-27.2
Env. momentos posit.	-17.9	-2.6	13.7	20.5	15.0	-1.1	-15.8
Momentos repres.	-30.6(x= 0.00)		20.5(x= 2.74)		-27.2(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	15.6	8.0	0.4	-12.3	-25.3	-----
Env. cortantes posit.	-----	26.7	13.7	0.7	-7.2	-14.7	-----
Cortantes repres.	36.8(x= 0.20)			-35.4(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P10 ----- N.der.: P11

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.45+1.45=2.90) ----- 3Ø20(1.50>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø20(5.90), 2Ø16(3.30)

Estribos: 13x1e08c/0.12(1.56), 11x1e08c/0.2(2.09), 11x1e08c/0.13(1.43)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.198cm (L/2768)
 Activa.....: 0.117cm (L/4684)

Tramo nº 5 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	36.2	34.7	-----	-----	10.4	34.7	51.5
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	34.7	34.7	-----	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	41.9(x= 0.20)				60.6(x= 5.28)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.93)			34.7(x= 3.83)			
Env. momentos negat.	-27.2	-3.3	7.2	9.7	5.0	-11.0	-38.6
Env. momentos posit.	-15.8	-1.9	12.4	16.6	8.5	-6.4	-22.5
Momentos repres.	-27.2(x= 0.00)			16.6(x= 2.74)	-38.6(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	13.9	6.3	-2.1	-15.1	-28.1	-----
Env. cortantes posit.	-----	23.9	10.9	-1.2	-8.8	-16.4	-----
Cortantes repres.	34.0(x= 0.20)				-38.2(x= 5.28)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.28)	Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P11 ----- N.der.: P12

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 4Ø20(1.85>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)
 Estribos: 10x1e08c/0.14(1.40), 10x1e08c/0.2(2.03), 15x1e08c/0.11(1.65)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.132cm (L/4152)
 Activa.....: 0.077cm (L/7117)

Tramo nº 6 (L= 5.73) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	51.5	34.7	-----	-----	-----	-----	10.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	34.7	35.4	57.8	56.8	34.7	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	60.3(x= 0.20)				10.4(x= 5.69)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.95)			60.3(x= 3.21)	35.6(x= 4.72)		
Env. momentos negat.	-38.6	-5.1	11.8	19.2	18.9	11.2	-1.4
Env. momentos posit.	-22.5	-2.9	20.2	33.0	32.4	19.2	-0.8
Momentos repres.	-38.6(0.0)			34.4(3.21)	20.3(4.72)	-1.5(5.65)	
Env. cortantes negat.	-----	19.6	11.6	3.7	-7.2	-20.8	-----
Env. cortantes posit.	-----	33.5	20.0	6.4	-4.2	-12.1	-----
Cortantes repres.	44.3(x= 0.20)				-30.8(x= 5.47)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.47)	Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P12 ----- N.der.: M2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.85+1.60=3.45) -----
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.10+0.25P=6.35)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.05)
 Arm.Inferior: 3Ø25(6.20+0.25P=6.45), 3Ø25(3.45)
 Estribos: 14x1e010c/0.14(1.96), 19x1e08c/0.18(3.32)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.502cm (L/1142)

Activa.....: 0.306cm (L/1873)

5.2. Solución 2: Vigüeta y Bovedilla

5.2.1. Datos generales

1. Datos generales de la estructura

Proyecto: Pórtico para sostenimiento de cubierta de vigüeta y bovedilla luz 6.40 m

Clave: DepOGrove_Vigüeta_640_v2

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	6.50	6.50
0	Cimentación				0.00

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
M1	(0.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
M2	(66.50, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P1	(5.72, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P2	(11.20, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P3	(16.68, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P4	(22.15, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P5	(27.63, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P6	(33.05, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P7	(33.45, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P8	(38.87, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P9	(44.35, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P10	(49.82, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P11	(55.30, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P12	(60.77, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30

4. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
M1,M2	1	0.50x0.50	0.30	1.00	1.40	1.40
P1,P2,P3,P4,P5,P6, P7,P8,P9,P10,P11, P12	1	0.40x0.40	0.30	1.00	1.40	1.40

5. Losas y elementos de cimentación

Tensión admisible terreno zapatas: 4.00 Kp/cm²

6. Normas consideradas

Hormigón: EHE-98

Aceros conformados: EA-95 (MV110)

Aceros laminados y armados: EA-95 (MV103)

7. Acciones consideradas**7.1. Gravitatorias**

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m ²)	Cargas muertas (Tn/m ²)
Cubierta	0.00	0.00
Cimentación	0.00	0.00

7.2. Viento

Sin acción de viento

7.3. Sismo

Sin acción de sismo

7.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

7.5. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	4.20	(-0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(11.20, 0.00) (16.68, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(16.68, 0.00) (22.15, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(27.63, 0.00) (33.05, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(33.46, 0.00) (38.87, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(38.87, 0.00) (44.35, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	4.20	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(-0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(11.20, 0.00) (16.68, 0.00)

Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(16.68, 0.00) (22.15, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(27.63, 0.00) (33.05, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(33.46, 0.00) (38.87, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(38.87, 0.00) (44.35, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
Sobrecarga de uso	Lineal	0.64	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(-0.00, 0.00) (5.72, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(5.72, 0.00) (11.20, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(11.20, 0.00) (16.68, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(16.68, 0.00) (22.15, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(22.15, 0.00) (27.63, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(27.63, 0.00) (33.05, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(33.46, 0.00) (38.87, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(38.87, 0.00) (44.35, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(44.35, 0.00) (49.83, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(49.83, 0.00) (55.30, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(55.30, 0.00) (60.78, 0.00)
N 1	Lineal	0.19	(60.78, 0.00) (66.50, 0.00)

8. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	EHE Control de la ejecución: Normal
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EHE Control de la ejecución: Normal
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

9. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

▪ Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

▪ Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

9.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

- E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98
- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98

Situación 1: Persistente o transitoria con una sola acción variable (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Sismo (A)				

Situación 2: Persistente o transitoria con dos o más acciones variables (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Viento (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Nieve (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Sismo (A)				

Situación 3: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

10. Materiales utilizados

10.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ_c
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

10.2. Aceros por elemento y posición

10.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Elementos de cimentación		B 500 S , Control Normal	5097	1.15

10.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

5.2.2. Cimentación

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
P1, P2, P3, P4, P5, P8, P9, P10, P11, P12	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 50.0 cm Ancho inicial Y: 50.0 cm Ancho final X: 50.0 cm Ancho final Y: 50.0 cm Ancho zapata X: 100.0 cm Ancho zapata Y: 100.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 5Ø16 c/ 27 Y: 5Ø16 c/ 27
(P6-P7)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 50.0 cm Ancho final X: 70.0 cm Ancho final Y: 50.0 cm Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 100.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 5Ø16 c/ 27 Y: 6Ø16 c/ 27

2.- COMPROBACIÓN

Referencia: P1 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.771 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 4.289 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.93 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.55 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 2073.2 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 117.85 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 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 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0019	

-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.251 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.429 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.18 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.05 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 5337.9 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 101.16 Tn/m ²	Cumple

Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn Cortante: 0.00 Tn	Cumple Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0008	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm2 Calculado: 3.42 Kp/cm2	Cumple

-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.669 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.39 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.21 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 3997.5 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 106.59 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 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 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0009	
-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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple

-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.267 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.569 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.28 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.06 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 3130.4 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 101.68 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-P4:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019 Mínimo: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P5 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 3.725 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 3.742 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.52 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.50 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 65056.0 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 116.37 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 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 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0009	
-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: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: (P6-P7)		
Dimensiones: 140 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø16 c/ 27 Yi:Ø16 c/ 27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 4 Kp/cm ² Calculado: 2.179 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 5 Kp/cm ² Calculado: 2.224 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 6.60 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 5.43 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 14277.2 %	Cumple

-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 46.78 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 11.55 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 20 cm	
-P6:	Calculado: 32 cm	Cumple
-P7:	Calculado: 32 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 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0015	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2.3. Pilares

1. Materiales

1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ_c
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

1.2. Aceros por elemento y posición

1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

2. Armado de pilares y pantallas

2.1. Pilares

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
 - Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
 - Segundo sumando: Armadura de cara X.
 - Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.
- H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.
- Hpx: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.
- Hpy: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.
- Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.
- Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).
- Nota:
 - Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.
 - El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn·m)

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	Pésimos			Referencia		
										N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.50x0.50	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	20.15	9.14	1.42	20.15	6.40	0.00
M2	1	0.50x0.50	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	20.15	9.14	1.42	20.15	6.40	0.00
P1	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	54.76	7.72	4.91	54.76	1.14	0.00
P2	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	47.01	6.56	4.21	47.01	0.41	0.00
P3	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	49.54	6.91	4.44	49.54	0.56	0.00
P4	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	47.25	6.59	4.24	47.25	0.68	0.00
P5	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	54.08	7.55	4.85	54.08	0.07	0.00
P6	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	18.14	6.04	1.63	18.14	3.10	0.00
P7	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	18.10	6.02	1.62	18.10	3.08	0.00
P8	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	54.03	7.54	4.84	54.03	0.08	0.00
P9	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	47.27	6.59	4.24	47.27	0.68	0.00
P10	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	49.53	6.91	4.44	49.53	0.57	0.00
P11	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	47.01	6.56	4.21	47.01	0.41	0.00
P12	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.00	8.40	8.40	54.76	7.73	4.91	54.76	1.14	0.00

3. Comprobación de la resistencia a cortante en pilares de hormigón

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
 - Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
 - Segundo sumando: Armadura de cara X.
 - Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Pésimos: Esfuerzos cortantes (mayorados) correspondientes a la combinación que produce el estado de tensiones tangenciales más desfavorable.
 - Nsd: Axil de cálculo [(+) compresión, (-) tracción] (Tn)
 - Qxsd, Qysd: Cortante de cálculo en cada dirección (Tn)
 - Qxrd, Qyrd: Cortante resistido en cada dirección (Tn)
 - Comprobación de la interacción en las dos direcciones (CC):

$$\sqrt{(Q_{xsd}/Q_{xrd})^2 + (Q_{ysd}/Q_{yrd})^2}$$
 - Origen de las solicitaciones pésimas:
 - G: Sólo gravitatorias
 - GV: Gravitatorias + viento
 - GS: Gravitatorias + sismo
 - GVS: Gravitatorias + viento + sismo
- Cumple:
 - Sí: $CC \leq 1$
 - No: $CC > 1$
- Nota:
 - Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Pilar	PI	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Pésimos							Origen	Cumple
						Nsd	Qxsd	Qxrd	Qysd	Qyrd	CC			
M1	1	0.50x0.50	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	20.15	-1.63	21.84	0.00	0.00	0.07	G	Sí	
M2	1	0.50x0.50	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	20.15	1.63	21.84	0.00	0.00	0.07	G	Sí	
P1	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	51.16	0.37	18.51	0.00	0.00	0.02	G	Sí	
P2	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	43.41	0.07	17.51	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P3	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	45.94	0.14	17.84	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P4	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	43.65	0.18	17.54	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P5	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	50.48	-0.07	18.42	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P6	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	18.14	0.93	14.26	0.00	0.00	0.07	G	Sí	
P7	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	18.10	-0.93	14.26	0.00	0.00	0.07	G	Sí	
P8	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	50.43	0.06	18.41	0.00	0.00	0.00	G	Sí	
P9	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	43.67	-0.18	17.54	0.00	0.00	0.01	G	Sí	
P10	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	45.93	-0.14	17.84	0.00	0.00	0.01	G	Sí	

P11	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	43.41	-0.07	17.51	0.00	0.00	0.00	G	Sí
P12	1	0.40x0.40	0.00/6.00	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	51.16	-0.37	18.51	0.00	0.00	0.02	G	Sí

4. Pésimos de pilares, pantallas y muros

4.1. Pilares

- PI: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Piso superior: Es la sección correspondiente a la base del tramo superior al tramo anterior
- Pésimos: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo. Las columnas de pésimos que estén vacías indican que el pilar no cumple.
- Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).
- Nota:
El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn-m)

Pilar	PI	Tramo	Pésimos			Referencia		
			N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.00/6.00	25.77	6.65	1.82	25.77	3.40	0.00
			20.15	9.14	1.42	20.15	6.40	0.00
M2	1	0.00/6.00	25.77	6.64	1.82	25.77	3.40	0.00
			20.15	9.14	1.42	20.15	6.40	0.00
P1	1	0.00/6.00	54.76	7.72	4.91	54.76	1.14	0.00
P2	1	0.00/6.00	47.01	6.56	4.21	47.01	0.41	0.00
P3	1	0.00/6.00	49.54	6.91	4.44	49.54	0.56	0.00
P4	1	0.00/6.00	47.25	6.59	4.24	47.25	0.68	0.00
P5	1	0.00/6.00	54.08	7.55	4.85	54.08	0.07	0.00
			50.48	7.04	4.52	50.48	0.47	0.00
P6	1	0.00/6.00	21.74	5.89	1.95	21.74	2.50	0.00
			18.14	6.04	1.63	18.14	3.10	0.00
P7	1	0.00/6.00	21.70	5.88	1.95	21.70	2.49	0.00
			18.10	6.02	1.62	18.10	3.08	0.00
P8	1	0.00/6.00	54.03	7.54	4.84	54.03	0.08	0.00
			50.43	7.04	4.52	50.43	0.46	0.00
P9	1	0.00/6.00	47.27	6.59	4.24	47.27	0.68	0.00
P10	1	0.00/6.00	49.53	6.91	4.44	49.53	0.57	0.00
P11	1	0.00/6.00	47.01	6.56	4.21	47.01	0.41	0.00
P12	1	0.00/6.00	54.76	7.73	4.91	54.76	1.14	0.00

5.2.4. Vigas

Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de (DepOGrove_Vigueta_640_v2)

Sistema de unidades: M.K.S

Materiales:

Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

Acero: B 500 S , Control Normal

Armado de vigas
Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de
Gr.pl. no 1 Cubierta --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 5.72) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	24.8	-----	-----	-----	-----	24.8	38.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	24.8	43.2	45.4	27.8	24.8	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	24.8(x= 0.25)		50.6(x= 5.53)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	24.8(x= 1.00)		47.0(x= 2.51)		7.4(x= 4.77)		
Env. momentos negat.	-2.2	5.0	9.6	10.1	6.2	-3.2	-21.9
Env. momentos posit.	-1.3	8.7	16.9	17.7	10.9	-1.8	-12.5
Momentos repres.	-3.1(0.14)	9.4(1.00)	18.4(2.51)		-21.9(5.70)		
Env. cortantes negat.	-----	7.2	2.7	-3.1	-11.0	-18.9	-----
Env. cortantes posit.	-----	12.6	4.7	-1.8	-6.3	-10.8	-----
Cortantes repres.	18.4(x= 0.25)		-25.1(x= 5.53)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.25)		0.00(x= 5.53)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: M1 ----- N.der.: P1

Arm.Superior: 3Ø12(0.25P+1.50=1.75) ----- 4Ø20(1.30>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+6.10=6.35)

Arm.Piel: 2Ø10(6.05)

Arm.Inferior: 3Ø25(0.25P+6.20=6.45), 2Ø20(3.45)

Estribos: 25x1eØ8c/0.16(3.96), 12x1eØ8c/0.11(1.32)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.748cm (L/767)

Activa.....: 0.461cm (L/1243)

Tramo nº 2 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	38.4	24.8	-----	-----	-----	24.8	27.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	-----	24.8	25.4	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	49.4(x= 0.20)		35.5(x= 5.28)				
Cap. mom. pos. repre. inf.			25.4(x= 2.74)		7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-21.9	-5.8	3.1	5.7	4.2	-1.9	-15.8
Env. momentos posit.	-12.5	-3.3	5.4	9.9	7.3	-1.1	-9.0
Momentos repres.	-21.9(x= 0.00)	9.9(x= 2.74)		-15.8(x= 5.47)			
Env. cortantes negat.	-----	9.2	4.9	0.6	-6.5	-14.0	-----
Env. cortantes posit.	-----	16.1	8.6	1.1	-3.7	-8.0	-----
Cortantes repres.	22.0(x= 0.20)		-19.9(x= 5.28)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P1 ----- N.der.: P2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.30+1.65=2.95) ----- 2Ø20(1.40>>), 3Ø16(1.10>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)

Arm.Piel: 2Ø10(5.78)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)
 Estribos: 7x1eØ8c/0.14(0.98), 26x1eØ8c/0.16(4.10)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.219cm (L/2503)
 Activa.....: 0.129cm (L/4249)

Tramo nº 3 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	27.7	24.8	-----	-----	-----	24.8	31.1
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	30.2	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	35.0(x= 0.20)			40.2(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)			30.2(x= 2.74)	7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-15.8	-1.2	4.9	6.7	4.5	-2.7	-17.7
Env. momentos posit.	-9.0	-0.7	8.6	11.8	7.9	-1.5	-10.1
Momentos repres.	-15.8(x= 0.00)		11.8(x= 2.74)		-17.7(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	8.3	4.1	-0.4	-7.9	-15.5	-----
Env. cortantes posit.	-----	14.6	7.1	-0.2	-4.5	-8.8	-----
Cortantes repres.	20.5(x= 0.20)			-21.3(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P2 ----- N.der.: P3

Arm.Superior: 2Ø20(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø16(<<1.10+1.10=2.20) -----
 3Ø20(1.25>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø20(3.30)
 Estribos: 6x1eØ8c/0.15(0.80), 22x1eØ8c/0.16(3.44), 6x1eØ8c/0.14(0.84)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.318cm (L/1724)
 Activa.....: 0.196cm (L/2796)

Tramo nº 4 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	31.1	24.8	-----	-----	-----	24.8	28.0
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	30.0	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	39.6(x= 0.20)			36.1(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)			30.0(x= 2.74)	7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-17.7	-2.5	4.5	6.7	4.8	-1.5	-16.0
Env. momentos posit.	-10.1	-1.4	7.9	11.7	8.4	-0.9	-9.1
Momentos repres.	-17.7(x= 0.00)		11.7(x= 2.74)		-16.0(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	8.7	4.4	0.2	-7.3	-14.8	-----
Env. cortantes posit.	-----	15.3	7.8	0.3	-4.1	-8.4	-----
Cortantes repres.	21.2(x= 0.20)			-20.7(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P3 ----- N.der.: P4

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.25+1.25=2.50) ----- 2Ø20(1.40>>), 3Ø16(1.10>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø20(3.30)
 Estribos: 6x1eØ8c/0.14(0.84), 22x1eØ8c/0.16(3.44), 6x1eØ8c/0.15(0.80)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.313cm (L/1751)

Activa.....: 0.192cm (L/2855)

Tramo nº 5 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	28.0	24.8	-----	-----	-----	24.8	37.1
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	26.1	24.8	-----	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	35.3(x= 0.20)			48.3(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)			26.1(x= 2.74)			
Env. momentos negat.	-16.0	-1.7	4.3	5.8	3.3	-5.4	-21.2
Env. momentos posit.	-9.1	-1.0	7.5	10.2	5.7	-3.1	-12.1
Momentos repres.	-16.0(x= 0.00)			10.2(x= 2.74)			-21.2(x= 5.47)
Env. cortantes negat.	-----	8.0	3.7	-1.0	-8.5	-16.0	-----
Env. cortantes posit.	-----	14.1	6.5	-0.6	-4.9	-9.1	-----
Cortantes repres.	19.9(x= 0.20)			-21.9(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.28)			Tor. agota.: 9.49

N.izq.: P4 ----- N.der.: P5

Arm.Superior: 2Ø20(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø16(<<1.10+1.10=2.20) -----
 4Ø20(1.65>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)

Arm.Piel: 2Ø10(5.78)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)

Estribos: 26x1eØ8c/0.16(4.10), 7x1eØ8c/0.14(0.98)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.232cm (L/2363)

Activa.....: 0.138cm (L/3972)

Tramo nº 6 (L= 5.42) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	37.1	24.8	-----	-----	-----	-----	24.8
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	42.3	42.0	25.0	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	48.0(x= 0.20)			24.8(x= 5.40)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.92)			44.4(x= 3.07)			25.4(x= 4.51)
Env. momentos negat.	-21.2	-3.7	5.5	9.4	9.4	5.6	-0.9
Env. momentos posit.	-12.1	-2.1	9.7	16.6	16.4	9.8	-0.5
Momentos repres.	-21.2(0.0)			17.4(3.07)			10.0(4.51) -1.1(5.37)
Env. cortantes negat.	-----	10.6	6.4	2.1	-3.7	-11.2	-----
Env. cortantes posit.	-----	18.6	11.2	3.7	-2.1	-6.4	-----
Cortantes repres.	24.4(x= 0.20)			-17.0(x= 5.22)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.22)			Tor. agota.: 9.49

N.izq.: P5 ----- N.der.: P6

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.65+1.25=2.90) ----- 3Ø12(1.35+0.25P=1.60)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.75+0.25P=6.00)

Arm.Piel: 2Ø10(5.72)

Arm.Inferior: 3Ø20(5.80+0.25P=6.05), 3Ø20(3.60)

Estribos: 11x1eØ8c/0.11(1.21), 24x1eØ8c/0.16(3.82)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.644cm (L/844)

Activa.....: 0.398cm (L/1365)

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 5.41) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	24.8	-----	-----	-----	-----	24.8	37.0
E. cap. mom. pos. inf.	-----	24.9	41.8	42.2	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	24.8(x= 0.20)		47.9(x= 5.22)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	25.4(x= 0.92)		44.2(x= 2.35)		7.4(x= 4.50)		
Env. momentos negat.	-0.9	5.6	9.3	9.4	5.5	-3.7	-21.1
Env. momentos posit.	-0.5	9.7	16.4	16.5	9.6	-2.1	-12.0
Momentos repres.	-1.1(0.06)	9.9(0.92)		17.3(2.35)		-21.1(5.41)	
Env. cortantes negat.	-----	6.4	2.1	-3.7	-11.2	-18.6	-----
Env. cortantes posit.	-----	11.2	3.7	-2.1	-6.4	-10.6	-----
Cortantes repres.	17.0(x= 0.20)		-24.4(x= 5.22)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.22)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P7 ----- N.der.: P8

Arm.Superior: 3Ø12(0.25P+1.35=1.60) ----- 4Ø20(1.25>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.75=6.00)

Arm.Piel: 2Ø10(5.72)

Arm.Inferior: 3Ø20(0.25P+5.80=6.05), 3Ø20(3.25)

Estribos: 24x1eØ8c/0.16(3.81), 11x1eØ8c/0.11(1.21)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.638cm (L/850)

Activa.....: 0.394cm (L/1376)

Tramo nº 2 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	37.0	24.8	-----	-----	-----	24.8	28.1
E. cap. mom. pos. inf.	-----	-----	24.8	26.1	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	48.1(x= 0.20)		35.4(x= 5.28)				
Cap. mom. pos. repre. inf.			26.1(x= 2.74)		7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-21.1	-5.3	3.3	5.8	4.3	-1.7	-16.0
Env. momentos posit.	-12.0	-3.0	5.7	10.2	7.5	-1.0	-9.1
Momentos repres.	-21.1(x= 0.00)		10.2(x= 2.74)		-16.0(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	9.1	4.9	0.6	-6.5	-14.1	-----
Env. cortantes posit.	-----	16.0	8.5	1.0	-3.7	-8.0	-----
Cortantes repres.	21.9(x= 0.20)		-19.9(x= 5.28)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P8 ----- N.der.: P9

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.25+1.65=2.90) ----- 2Ø20(1.40>>), 3Ø16(1.10>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)

Arm.Piel: 2Ø10(5.78)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)

Estribos: 7x1eØ8c/0.14(0.98), 26x1eØ8c/0.16(4.10)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.233cm (L/2352)

Activa.....: 0.138cm (L/3972)

Tramo nº 3 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	28.1	24.8	-----	-----	-----	24.8	31.1
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	30.0	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	36.1(x= 0.20)			39.6(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)		30.0(x= 2.74)		7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-16.0	-1.5	4.8	6.7	4.5	-2.5	-17.7
Env. momentos posit.	-9.1	-0.9	8.4	11.7	7.9	-1.4	-10.1
Momentos repres.	-16.0(x= 0.00)		11.7(x= 2.74)		-17.7(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	8.4	4.1	-0.3	-7.8	-15.3	-----
Env. cortantes posit.	-----	14.8	7.3	-0.2	-4.4	-8.7	-----
Cortantes repres.	20.7(x= 0.20)			-21.2(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P9 ----- N.der.: P10

Arm.Superior: 2Ø20(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø16(<<1.10+1.10=2.20) -----
3Ø20(1.25>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)

Arm.Piel: 2Ø10(5.78)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø20(3.30)

Estribos: 6x1eØ8c/0.15(0.80), 22x1eØ8c/0.16(3.44), 6x1eØ8c/0.14(0.84)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.313cm (L/1751)

Activa.....: 0.192cm (L/2855)

Tramo nº 4 (L= 5.48) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	31.1	24.8	-----	-----	-----	24.8	27.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	30.2	24.8	7.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	40.2(x= 0.20)			35.0(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)		30.2(x= 2.74)		7.4(x= 4.55)		
Env. momentos negat.	-17.7	-2.7	4.5	6.7	4.9	-1.2	-15.8
Env. momentos posit.	-10.1	-1.5	7.9	11.8	8.6	-0.7	-9.0
Momentos repres.	-17.7(x= 0.00)		11.8(x= 2.74)		-15.8(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	8.8	4.5	0.2	-7.1	-14.6	-----
Env. cortantes posit.	-----	15.4	7.9	0.4	-4.1	-8.3	-----
Cortantes repres.	21.3(x= 0.20)			-20.5(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P10 ----- N.der.: P11

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.25+1.25=2.50) ----- 2Ø20(1.40>>), 3Ø16(1.10>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)

Arm.Piel: 2Ø10(5.78)

Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 2Ø20(3.30)

Estribos: 6x1eØ8c/0.14(0.84), 22x1eØ8c/0.16(3.44), 6x1eØ8c/0.15(0.80)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.318cm (L/1724)

Activa.....: 0.196cm (L/2796)

Tramo nº 5 (L= 5.47) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	27.7	24.8	-----	-----	-----	24.8	38.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	7.4	24.8	25.4	24.8	-----	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	35.5(x= 0.20)			49.4(x= 5.28)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.93)			25.4(x= 2.74)			
Env. momentos negat.	-15.8	-1.9	4.2	5.7	3.1	-5.8	-21.9
Env. momentos posit.	-9.0	-1.1	7.3	9.9	5.4	-3.3	-12.5
Momentos repres.	-15.8(x= 0.00)		9.9(x= 2.74)		-21.9(x= 5.47)		
Env. cortantes negat.	-----	8.0	3.7	-1.1	-8.6	-16.1	-----
Env. cortantes posit.	-----	14.0	6.5	-0.6	-4.9	-9.2	-----
Cortantes repres.	19.9(x= 0.20)			-22.0(x= 5.28)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.28)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P11 ----- N.der.: P12

Arm.Superior: 2Ø20(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø16(<<1.10+1.10=2.20) -----
 4Ø20(1.65>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(5.80)
 Arm.Piel: 2Ø10(5.78)
 Arm.Inferior: 3Ø16(5.80), 3Ø12(3.30)
 Estribos: 26x1eØ8c/0.16(4.10), 7x1eØ8c/0.14(0.98)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.219cm (L/2503)
 Activa.....: 0.129cm (L/4249)

Tramo nº 6 (L= 5.73) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	38.4	24.8	-----	-----	-----	-----	24.8
E. cap. mom. pos. inf.	-----	24.8	27.8	45.4	43.2	24.8	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	50.6(x= 0.20)			24.8(x= 5.69)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	7.4(x= 0.95)			47.0(x= 3.21)			24.8(x= 5.10)
Env. momentos negat.	-21.9	-3.2	6.2	10.1	9.6	5.0	-2.2
Env. momentos posit.	-12.5	-1.8	10.9	17.7	16.9	8.7	-1.3
Momentos repres.	-21.9(0.03)		18.4(3.21)		9.4(4.72)		-3.1(5.58)
Env. cortantes negat.	-----	10.8	6.3	1.8	-4.7	-12.6	-----
Env. cortantes posit.	-----	18.9	11.0	3.1	-2.7	-7.2	-----
Cortantes repres.	25.1(x= 0.20)			-18.4(x= 5.47)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.47)		Tor. agota.: 9.49		

N.izq.: P12 ----- N.der.: M2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.65+1.30=2.95) ----- 3Ø12(1.50+0.25P=1.75)
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.10+0.25P=6.35)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.05)
 Arm.Inferior: 3Ø25(6.20+0.25P=6.45), 2Ø20(3.45)
 Estribos: 12x1eØ8c/0.11(1.32), 25x1eØ8c/0.16(3.96)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.763cm (L/751)
 Activa.....: 0.47cm (L/1220)

6. Documentación adjunta

Se incluyen a continuación las salidas del Prontuario Informático del Hormigón Estructural del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (Prontuario IECA), v 3.0, empleado para el cálculo de secciones, y la documentación correspondiente a los elementos prefabricados (forjados de viguetas y placa alveolar).



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 15/10/2007
Hora: 1:21:49

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

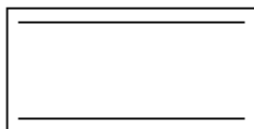
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : Z1_FLEX
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.50



2 Comprobación

ρ_l [.1.E-3] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 183.9



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 15/10/2007
Hora: 1:19:56

Comprobación de secciones a flexión simple

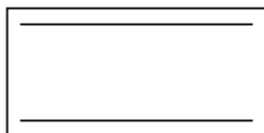
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

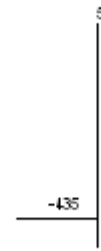
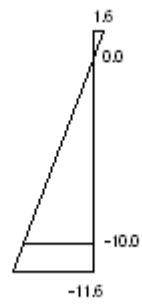
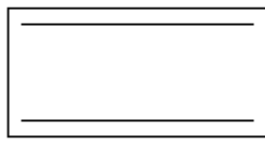
- Sección

Sección : Z1_FLEX
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060



2 Comprobación

At [cm²] = 14.1
Ac [cm²] = 14.1
Mu [kN·m] = 255.9



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.061$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 26.3$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.6$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.6$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.060	14.1	0.0	-4.7
0.440	14.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 15/10/2007
Hora: 1:18:49

Características mecánicas de las secciones

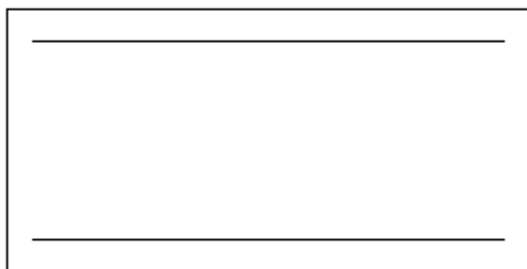
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : Z1_FLEX
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060
A_i [cm²] = 14.10
A_s [cm²] = 14.10



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.520
I _x [m⁴]	0.0104	0.0111
I _y [m⁴]	0.0417	0.0430
i _x [m]	0.14	0.15
i _y [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
I _x [m⁴]	0.0015
M _{fis} [kN·m]	128.9
y'fis [m]	0.08



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 11:52:29

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

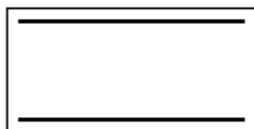
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : M66L_VERT_INT
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.50



2 Comprobación

ρ_l [.1.E-3] = 5.4
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 227.7



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 12:49:57

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

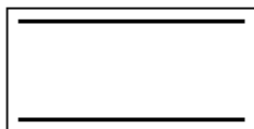
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : M66L_VERT_INT
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.50



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m] = 0.25
 ϕ [mm] = 10
n° ramas: 4
Area [cm²/m] = 12.6
 ρ [.1.E-3] = 5.4

Inclinación de las bielas θ [°] = 45
Nd [kN] = 0.0
 σ_{yd} [MPa] = 0.0

$$V_{u1} \text{ [kN]} = 2700.0$$

$$V_{u2} \text{ [kN]} = 390.8$$

$$V_{cu} \text{ [kN]} = 189.8$$

$$V_{su} \text{ [kN]} = 201.1$$

- Resistencia a cortante:

$$V_u \text{ [kN]} = 390.8$$



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 11:55:18

Comprobación de secciones a flexión simple

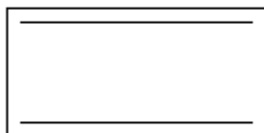
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

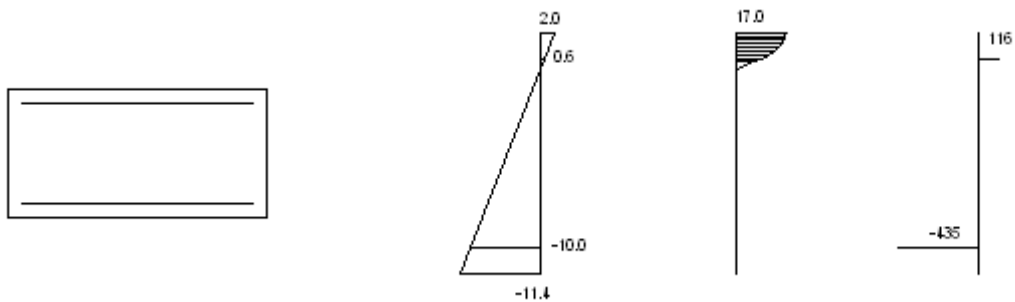
- Sección

Sección : M66L_VERT_INT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.054
rs [m] = 0.054



2 Comprobación

At [cm²] = 24.1
Ac [cm²] = 16.1
Mu [kN·m] = 432.8



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.076$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 26.9$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 2.0$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.4$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.054	16.1	0.6	-116.0
0.446	24.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 11:41:34

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00

- Ambiente

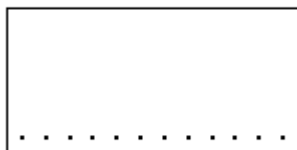
Clase general de exposición : IV
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : M66L_VERT_INT
 b [m] = 1.00
 h [m] = 0.50

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16



capa	n° barras	Separación [mm]
1	12	53.0

A_s [cm²] = 24.1
 $A_{c,ef}$ [cm²] = 1250.0

2 Resultados

Mk [kN·m]	= 190
Separación media entre fisuras sm [mm]	= 148.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [$\cdot 1.E-3$]	= 0.73
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa]	= 132.4
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa]	= 191.5
Abertura característica de fisura wk [mm]	= 0.18

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 12:02:24

Comprobación de secciones a flexión simple

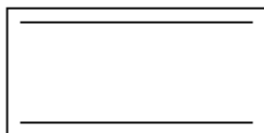
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

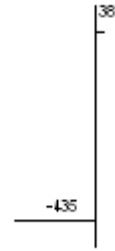
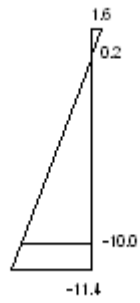
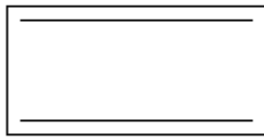
- Sección

Sección : M66L_VERT_EXT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.054
rs [m] = 0.054



2 Comprobación

At [cm²] = 16.1
Ac [cm²] = 24.1
Mu [kN·m] = 293.7



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.061$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 25.9$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.6$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.4$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.054	24.1	0.2	-38.2
0.446	16.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 12:01:47

Características mecánicas de las secciones

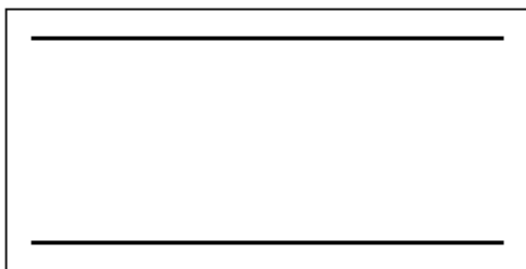
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : M66L_VERT_EXT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.054
rs [m] = 0.054
A_i [cm²] = 16.10
A_s [cm²] = 24.10



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.528
Ix [m4]	0.0104	0.0115
Iy [m4]	0.0417	0.0436
ix [m]	0.14	0.15
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0017
Mfis [kN·m]	132.1
y'fis [m]	0.08



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 12:15:07

Comprobación de secciones a flexión simple

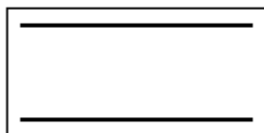
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

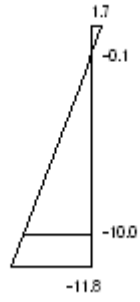
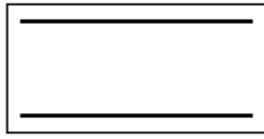
- Sección

Sección : M66L_HORIZ
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.067
rs [m] = 0.067



2 Comprobación

At [cm²] = 14.1
Ac [cm²] = 14.1
Mu [kN·m] = 252.8



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.063$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 26.9$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.7$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.8$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.067	14.1	-0.1	23.1
0.433	14.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Cálculo de secciones para muros de depósito de 18.5 x 66.0 en Ames
Fecha: 09/10/2007
Hora: 12:14:15

Características mecánicas de las secciones

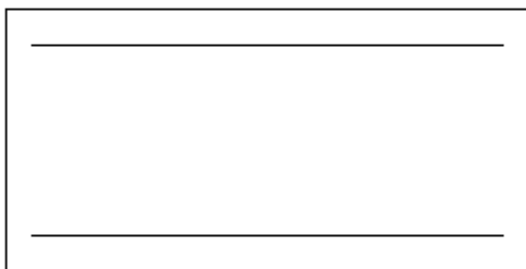
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : M66L_HORIZ
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.067
rs [m] = 0.067
A_i [cm²] = 14.10
A_s [cm²] = 14.10



2 Resultados


	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.520
Ix [m4]	0.0104	0.0111
Iy [m4]	0.0417	0.0430
ix [m]	0.14	0.15
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0014
Mfis [kN·m]	128.3
y'fis [m]	0.08

FORJADO: 25 + 4 / 60 3 APEOS A L/4 EN CLASE III Bov. HORMIGON

peso propio: 341 Kg/m² horm. 'in situ': 45 lts/ml (sin limitar por rasante)
(LIMITES FLECHA: 6 lts casos L/500 o L/1000+.5 | 8 restantes L/250 o L/500+1 cm)

		C U B I E R T A S						C A R G A S									
Tab.		0	0	0	100	100	50	0	0	0	0	0	0	0	Kg/m2		
Pav.		80	100	100	80	80	80	100	100	0	100	0	100	0	Kg/m2		
Sob.		60	60	150	150	200	300	400	500	750	750	1000	1000	1300	1500	Kg/m2	
Carga total		481	501	591	671	721	771	841	941	1091	1191	1341	1441	1641	1841	Kg/m 2	
APOYADO : Mv/Mo=1.000 1 EMPOTR. : Mv/Mo= .686 2 EMPOTR. : Mv/Mo= .500																N E G A T I V O S	
		L U C E S						L I M I T E S						AEH-400		AEH-500	
16.03	APOYADO	4.84F3	4.77F3	4.48F3	4.26F3	4.14F3	4.03F3	3.89F3	3.71MR	3.45MR	3.3MR	3.11MR	3MR	2.81MR	2.65MR	1ø10	1ø10
De 0.00	1 EMPOTR.	5.44F3	5.37F3	5.09F3	4.87F3	4.74F3	4.63F3	4.48F3	4.29F3	4.05F3	3.91F3	3.72F3	3.61F3	3.27QR	2.98QR	1ø16	2ø10
a :	2 EMPOTR.	5.84F1	5.84F1	5.58F3	5.37F3	5.25F3	5.14F3	4.99F3	4.8F3	4.55F3	4.4F3	4.21F3	4.09F3	3.69QR	3.37QR	1ø16	2ø10
16.04	APOYADO	5.59F3	5.51F3	5.17F3	4.92F3	4.78F3	4.65F3	4.49F3	4.28F3	3.99MR	3.82MR	3.6MR	3.47MR	3.25MR	3.07MR	1ø10	1ø10
De 0.00	1 EMPOTR.	6.28F3	6.2F3	5.87F3	5.62F3	5.47F3	5.34F3	5.17F3	4.95F3	4.67F3	4.51F3	4.3F3	4.12QR	3.7QR	3.37QR	1ø16+1ø10	1ø16
a :	2 EMPOTR.	6.84F3	6.76F3	6.45F3	6.2F3	6.06F3	5.93F3	5.76F3	5.54F3	5.25F3	5.08F3	4.86F3	4.65QR	4.18QR	3.8QR	1ø16+1ø10	1ø16
16.05	APOYADO	6.28F3	6.18F3	5.81F3	5.52F3	5.37F3	5.22F3	5.04F3	4.81F3	4.5MR	4.31MR	4.06MR	3.92MR	3.67MR	3.47MR	1ø10	1ø10
De 0.00	1 EMPOTR.	7.06F3	6.97F3	6.59F3	6.31F3	6.15F3	6F3	5.81F3	5.56F3	5.25F3	5.06F3	4.79QR	4.5QR	4.03QR	3.66QR	1ø20	1ø16+1ø10
a :	2 EMPOTR.	7.68F3	7.6F3	7.24F3	6.96F3	6.8F3	6.66F3	6.46F3	6.22F3	5.89F3	5.7F3	5.4QR	5.08QR	4.55QR	4.14QR	1ø20	1ø16+1ø10
16.06	APOYADO	6.76Ff	6.66Ff	6.34F3	6.03F3	5.86F3	5.7F3	5.5F3	5.24F3	4.91MR	4.7MR	4.43MR	4.28MR	4.01MR	3.78MR	1ø12	1ø10
De 0.00	1 EMPOTR.	7.71F3	7.61F3	7.2F3	6.89F3	6.71F3	6.55F3	6.34F3	6.07F3	5.72F3	5.46QR	4.92QR	4.63QR	4.14QR	3.76QR	2ø16	1ø16+1ø10
a :	2 EMPOTR.	8.4F3	8.31F3	7.91F3	7.61F3	7.43F3	7.27F3	7.06F3	6.79F3	6.43F3	6.17QR	5.56QR	5.22QR	4.68QR	4.25QR	2ø16	1ø16+1ø10
16.07	APOYADO	6.8Ff	6.66Ff	6.5Ff	6.26Ff	6.2Ff	6.1F3	5.89F3	5.62F3	5.27F3	5.06MR	4.77MR	4.6MR	4.31MR	4.07MR	1ø12	1ø10
De 0.00	1 EMPOTR.	7.99Ff	7.83Ff	7.64Ff	7.35Ff	7.19F3	7.01F3	6.79F3	6.5F3	5.9QR	5.46QR	4.92QR	4.63QR	4.14QR	3.76QR	2ø16	2ø16
a :	2 EMPOTR.	9F3	8.83Ff	8.47F3	8.15F3	7.96F3	7.79F3	7.56F3	7.27F3	6.66QR	6.17QR	5.56QR	5.22QR	4.68QR	4.25QR	2ø16	2ø16
16.08	APOYADO	6.83Ff	6.7Ff	6.56Ff	6.3Ff	6.23Ff	6.27Ff	6.27F3	5.98F3	5.61F3	5.39MR	5.08MR	4.9MR	4.59MR	4.34MR	1ø12	1ø12
De 0.00	1 EMPOTR.	8.02Ff	7.89Ff	7.67Ff	7.41Ff	7.32Ff	7.32Ff	7.23F3	6.92F3	6.07QR	5.61QR	5.06QR	4.75QR	4.25QR	3.86QR	1ø20+1ø16	2ø16
a :	2 EMPOTR.	9.04Ff	8.89Ff	8.64Ff	8.33Ff	8.21Ff	8.21Ff	8.06F3	7.75F3	6.85QR	6.33QR	5.71QR	5.36QR	4.8QR	4.36QR	1ø20+1ø16	2ø16
16.09	APOYADO	6.83Ff	6.7Ff	6.56Ff	6.33Ff	6.27Ff	6.27Ff	6.61F3	6.3F3	5.91F3	5.69F3	5.37MR	5.18MR	4.77QR	4.33QR	2ø10	1ø12
De 0.00	1 EMPOTR.	8.02Ff	7.89Ff	7.7Ff	7.41Ff	7.32Ff	7.32Ff	7.62F3	6.89QR	6.03QR	5.58QR	5.03QR	4.73QR	4.23QR	3.84QR	M1ø20+1ø16	1ø20+1ø16
a :	2 EMPOTR.	9.07Ff	8.89Ff	8.67Ff	8.33Ff	8.24Ff	8.2Ff	8.49F3	7.78QR	6.81QR	6.3QR	5.68QR	5.33QR	4.77QR	4.33QR	M1ø20+1ø16	1ø20+1ø16
16.1	APOYADO	6.86Ff	6.76Ff	6.6Ff	6.36Ff	6.3Ff	6.3Ff	6.91F3	6.59F3	6.19F3	5.95MR	5.61MR	5.41MR	4.89QR	4.44QR	2ø10	1ø12
De 0.00	1 EMPOTR.	8.08Ff	7.92Ff	7.73Ff	7.45Ff	7.35Ff	7.35Ff	7.84QR	7.07QR	6.19QR	5.72QR	5.16QR	4.84QR	4.33QR	3.93QR	1ø20+1ø16	1ø20+1ø16
a :	2 EMPOTR.	9.1Ff	8.92Ff	8.7Ff	8.36Ff	8.27Ff	8.24Ff	8.85QR	7.98QR	6.99QR	6.46QR	5.82QR	5.47QR	4.89QR	4.44QR	1ø20+1ø16	1ø20+1ø16

	ESTUDIO TECNICO DE PLACA ALVEOLAR		Fecha: 11/10/2007
	Estudio: 0 Obra: Forjado biapoyado de 9.50 m Situación: 0		Revisión: 0

Obra: **Forjado biapoyado de 9.50 m**
 Situación:
 Denominación:
 Origen placa **PA**
 Capa de com. 5 cm
 Ancho iacena 0.4 m
 Apoyo placa 0.06 m
 Apuntalamiento (S/N) N
 Redistribución negativa 15%
 Tipo de calculo **Elastico**
 Limitación de flecha total L/ 500+1 o L/250
 Limitación de flecha activa L/ 1000+0.5 o L/500

Nº de Estudio:

Armadura de negativos
 Recubrimiento mecanico: 4 cm
 Hormigón capa de compresión: 25 MPa
 Acero negativos: 500 MPa
 γ_c : 1.50
 γ_s : 1.15

Tipo de malla: 20x30 d5-5
 Peso del acero por m2: 0.93 kg/m2
 Peso de la malla por m2: 1.28 kg/m2

Tramo	1
Luz	9.50
Condiciones	A A

Tipo de placa 4
 Canto placa (cm) 25
 pp (daN/m²) 375
 cc (daN/m²) 125
 cp (daN/m²) 300
 su (daN/m²) 100
 % Cuasipermanente 20%
 Carga ejecución 100
 Carga extrema cp 0
 Carga extrema su 0

Ejecución

Nº de Puntales 0
 Luz de calculo 9.16
 qs (daN/m) 600.00
 qd (daN/m) 750.00
 Ms (daN-m) 6,292.92
 Md (daN-m) 7,866.15
 Vd (daN) 3,435.00
 Mu (daN-m) 13,283.33
 Mi (daN-m) 8,659.00
 Vu (daN) 11,542.50
 E-I (KN-m2) 32,391.67
 M pret (daN-m) 3,253.33
 Flecha (mm) 6.45
 L/XXX 1421

Vida Util

Isost q_s (daN/m) 500.00
 Isost q_d (daN/m) 675.00
 Hiper q_s (daN/m) 400.00
 Hiper q_d (daN/m) 555.00
 Md lzp (daN-m) 3,468.98
 Md dcha (daN-m) 3,468.98
 Md cent (daN-m) 13,875.94
 Vd lzq (daN) 5,842.50
 Vd dcha (daN) 5,842.50
 Ms lzq (daN-m) 0.00
 Ms dcha (daN-m) 0.00
 Ms cent (daN-m) 10,153.13
 M_u (daN-m) 16,212.00
 M_{fs} (daN-m) 12,694.00
 V_u lzq (daN) 23,358.00
 V_u dcha (daN) 23,358.00
 E-I total (daN-m²) 55,920.00
 E-I fisurado (daN-m²) 6,760.00
 Flecha total en mm 22.64
 L/XXX Total 420
 Flecha Activa en mm 16.63
 L/XXX Activa 571

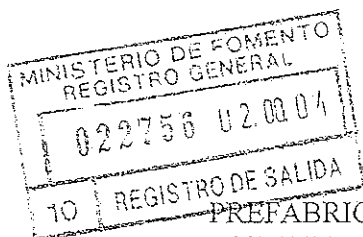
d8 a 10cm d8 a 10cm

1.10 1.10

PA.120.25.4+5



MINISTERIO
DE VIVIENDA



Autorización de Uso EFHE

PREFABRICACIONES Y CONTRATAS S.A.
36637 VILANOVIÑA- MEIS (Pontevedra)

Vista su petición de solicitud de Autorización de Uso, para la fabricación de un forjado de LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS, esta Dirección General, de acuerdo con el Real Decreto 1630/1980 de 18 de julio (B.O.E. de 8-8-80), la Orden del Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo de 29 de noviembre de 1989 (B.O.E. de 16-12-89) y la Resolución del Ministerio de Fomento de 6 de noviembre de 2002 (B.O.E. de 2-12-02) ha resuelto:

Conceder a PREFABRICACIONES Y CONTRATAS S.A. ,con domicilio en Vilanoviña-Meis (Pontevedra) ,la Autorización de Uso numero 7177/04 para la fabricación de un forjado de LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS TIPO25-120 v2 con cantos de 25+5, 25+8 y 25+10 cm e intereje de 120 cm.

La Autorización de Uso concedida tendrá un periodo de validez de cinco años, contados a partir de la fecha de esta Resolución.

Las características técnicas de los forjados a los que se refiere la presente Autorización de Uso, estan contenidas en sus fichas técnicas , que se remiten debidamente selladas y fechadas.

Contra esta Resolución, que no agota la via administrativa puede interponer recurso de alzada, ante la Excmra Sra. Ministra de Vivienda en el plazo de un mes.

Madrid, 12 de julio de 2004

El Director General de Arquitectura
y Política de Vivienda

Fdo: Rafael Pacheco Rubio

FICHA DE CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FORJADO
DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS SEGUN EFHE

FABRICANTE: PRECON, S.A.
36637 VILANOVIÑA - MEIS
PONTEVEDRA

Ministerio de Vivienda
Dirección General de Arquitectura
y Política de Vivienda
Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002: n°

7177-04 12 JUL. 2004

Caduca a los cinco años
Visado El Jefe de la Sección

MARCA: Losa Alveolar Pretensada Tipo (25*120) v.2

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA José M° Simon Serra
Ingeniero Industrial - Arquitecto

HOJA 1 de 9

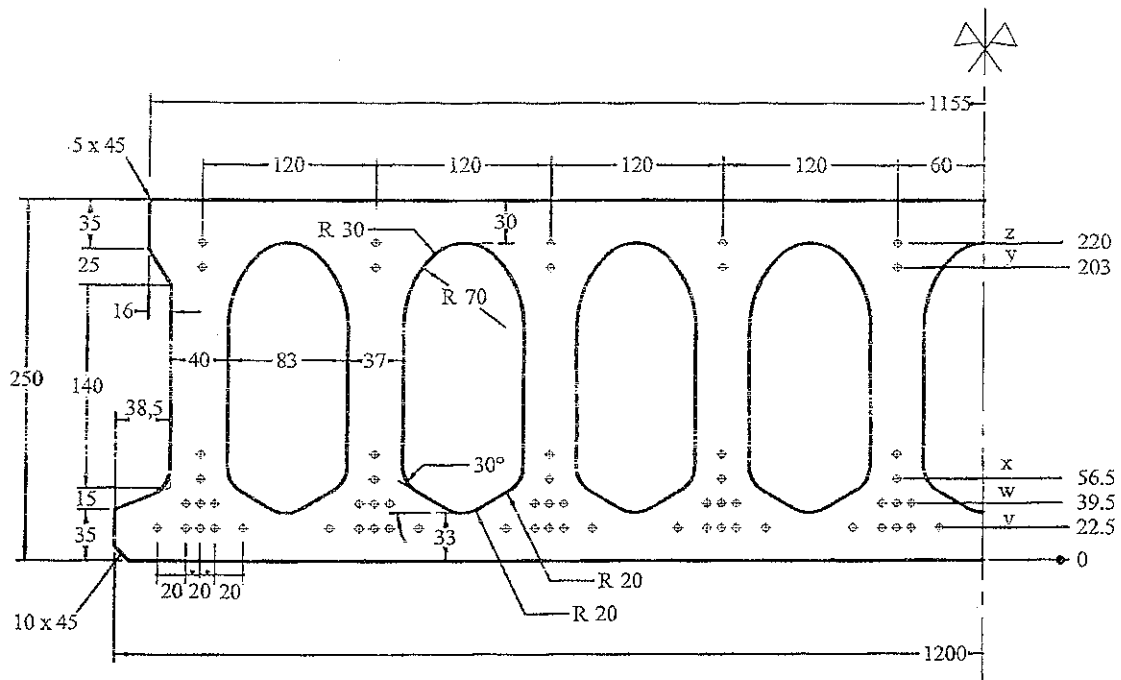
Ficha n°04178/31-03-04

Fda. Angel Paz Martin

1. LOSA (cotas en mm)

250 x 1200 v.2

Peso: 4.14 kN/m

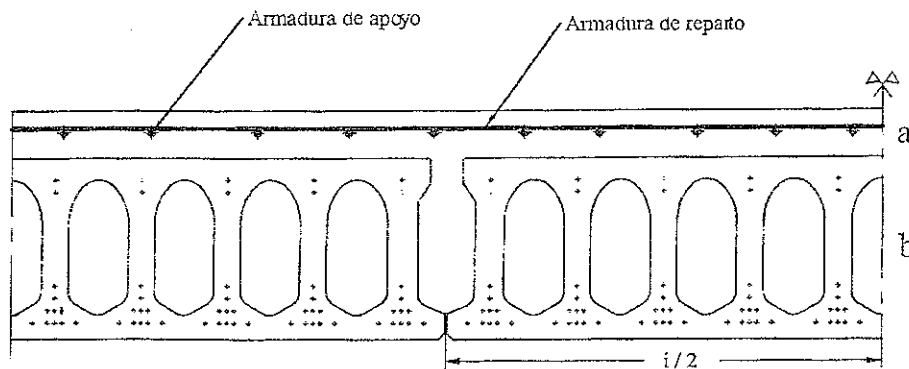


Escala 1:5

2. FORJADO (cotas en mm)

Peso (kN/m²)

b+a (mm)	i=1.200
250 + 50	5,00
250 + 80	5,75
250 + 100	6,25



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO
DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS SEGUN EFHE

FABRICANTE: PRECON, S.A.
36637 VILANOVIÑA - MEIS
PONTEVEDRA

Ministerio de Vivienda
Dirección General de Arquitectura
y Política de Vivienda
Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002: n°

7177-04 12 JUL. 2004
Caduca a los cinco años
Visado El Jefe de la Sección

MARCA: Losa Alveolar Pretensada Tipo (25*120) v.2

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA José M° Simón Serra
Ingeniero Industrial - Arquitecto
HOJA 2 de 9

Ficha n°041/8/31-03-04

3. MATERIALES

Resistencia a compresión de proyecto
HORMIGÓN DE LOSA 250 x 1200 v.2 Tipos TODOS HP-35/P/12/IIa, $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1,50$
HORMIGÓN VERTIDO EN OBRA HA-25/B/12/IIa, $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1,50$
Los espesores totales de recubrimiento exigidos en la EHE (art. 37.2.4) se habrán de completar con los revestimientos adecuados.
La resistencia característica del Hormigón en Obra estará de acuerdo con el Ambiente en Obra y el recubrimiento total sera completado con el revestimiento adecuado para dicho ambiente (art. 13.3 EFHE).
ACERO DE PRETENSAR Y 1860 C 5 I $f_{yk} = 1580 \text{ N/mm}^2$ $f_{max, k} = 1860 \text{ N/mm}^2$ Alarg. rotura $\geq 3.5\%$ $R = 2,0\%$ $\gamma_s = 1,15$
ARMADURA PASIVA B 500 S $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ Alarg. rotura $\geq 12\%$ $\gamma_s = 1,15$

4. ARMADO DE LA LOSA

TIPO DE LOSA		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	Z	-	-	6 ø 5	6 ø 5	8 ø 5	10 ø 5	10 ø 5	10 ø 5	10 ø 5
	Y	4 ø 5	4 ø 5	-	-	-	-	-	4 ø 5	6 ø 5
	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	W	-	-	-	6 ø 5	16 ø 5	16 ø 5	16 ø 5	16 ø 5	20 ø 5
	V	10 ø 5	14 ø 5	20 ø 5	20 ø 5	20 ø 5	26 ø 5	30 ø 5	36 ø 5	40 ø 5
TENSIÓN INICIAL (N/mm²)	Alambres	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
	Cordones									
(%PERDIDAS TOTALES A PLAZO INFINITO)	V,W,X	14,32	15,85	17,93	19,77	22,76	24,89	26,30	28,49	31,05
	Y,Z	11,05	10,74	10,61	10,19	10,40	10,60	10,16	11,50	11,83
	c.d.g.	13,39	14,72	16,26	18,00	20,56	22,21	23,50	24,98	27,13

5. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA LOSA AISLADA

TIPO DE LOSA		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
Módulo resistente (cm³)	Winf	10.217	10.311	10.473	10.578	10.762	10.912	11.006	11.155	11.321
	Wsup	10.169	10.193	10.292	10.309	10.379	10.455	10.477	10.573	10.636
P-e (kN-mm)		-14,25	-22,32	-29,19	-39,04	-51,44	-59,19	-66,76	-71,88	-82,34
Tensión debida al pretensado N/mm²	$\sigma_{p,inf}$	3,78	5,32	7,30	9,31	12,46	14,48	15,90	17,88	20,44
	$\sigma_{p,sup}$	0,31	-0,10	0,19	-0,17	-0,05	0,07	-0,33	0,34	0,33
Momento Último (m-kN)*	Mu Positivo	67,66	92,54	127,79	159,40	200,97	220,52	232,97	244,51	256,51
	Mun Negativo	25,96	26,56	41,17	42,78	56,11	67,17	66,79	85,84	93,56
Rigidez total (MN-m²)		37,94	38,16	38,64	38,87	39,33	39,75	39,96	40,41	40,83
Cortante (kN)	VuPA1	153,55	164,81	186,06	199,22	224,12	240,96	248,94	268,30	285,90
	VuPA2	164,82	178,34	203,58	219,37	248,92	268,53	277,78	300,27	320,76
	VuPB	108,16	115,46	129,98	138,51	156,88	170,89	177,69	194,76	210,34
Mts. de servicio positivos (**) (m-kN/m)	Mo D	34,93	49,26	67,94	86,59	115,85	134,93	148,01	166,81	190,23
	Mo' TL	57,88	72,43	91,47	110,36	140,03	159,45	172,74	191,87	215,66
	M0.2 FC	69,59	84,25	103,47	122,48	152,37	171,95	185,35	204,66	228,64

NOTA: esfuerzos por losa

FICHA DE CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FORJADO
DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS SEGUN EFHE

FABRICANTE: PRECON, S.A.
36637 VILANOVIÑA - MEIS
PONTEVEDRA

MARCA: Losa Alveolar Pretensada Tipo (25*120) v.2

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA José M^o Simón Serra
Ingeniero Industrial - Arquitecto

HOJA 3 de 9

Ficha nº04178/31-03-04

Ministerio de Vivienda
Dirección General de Arquitectura
y Política de Vivienda
Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002: n°

7 1 7 7 - 0 4 1 2 JUL. 2004
Caduca a los cinco años

Visado El Jefe de la Sección

F. J. Ángel Paz Martín

FORJADO

1.- (250+50)*1200 con P. 250 x 1200 v.2

FLEXION POSITIVA

TIPO DE LOSA	Módulo resistente Winf (cm ³ /m)	Mu (mkN/m)	β	Rigidez (m ² ·MN/m)		M límite servicio (**) (m·kN/m)			Vu (kN/m)	Vu (kN/m)			
				total E-I	fisurada E-Ifis	Mo D	Mo' TL	M0,2 FC		Md>=M0	Md < M0		ξ
											Long. entrega le (mm)		
											50	100	
											V au	V au	
T-1	11.585	71,92	2,08	54,68	2,99	39,61	65,50	78,70	106,13	166,50	177,92	1,28	
T-2	11.685	96,39	2,08	55,00	4,04	55,83	81,94	95,26	113,55	178,49	192,06	1,28	
T-3	11.836	133,27	2,07	55,55	5,52	76,78	103,24	116,73	128,31	200,22	217,48	1,28	
T-4	11.955	162,12	2,07	55,92	6,76	97,86	124,58	138,21	137,39	213,91	233,58	1,28	
T-5	12.152	208,21	2,07	56,55	8,72	130,81	157,97	171,82	156,57	238,96	262,78	1,28	
T-6	12.300	234,69	2,07	57,06	10,03	152,08	179,57	193,59	170,75	254,72	280,89	1,27	
T-7	12.398	251,93	2,07	57,37	10,87	166,73	194,44	208,57	177,62	261,98	289,20	1,27	
T-8	12.543	278,53	2,06	57,87	12,13	187,57	215,60	229,90	194,95	279,68	309,48	1,27	
T-9	12.718	306,23	2,06	58,43	13,62	213,69	242,11	256,61	210,93	295,40	327,52	1,27	

FICHA DE CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FORJADO
DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS SEGUN EFHE

FABRICANTE: PRECON, S.A.
36637 VILANOVIÑA - MEIS
PONTEVEDRA

MARCA: Losa Alveolar Pretensada Tipo (25*120) v.2

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA José M^o Simón Serra
Ingeniero Industrial - Arquitecto

HOJA 4 de 9

Ficha nº04178/31-03-04

Ministerio de Vivienda
Dirección General de Arquitectura
y Política de Vivienda
Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002: n^o

7177-04 12 JUL. 2004

Caduca a los cinco años

Visado El Jefe de la Sección

Fdo: Angel Paz Martín

FORJADO

L- (250+50)*1200 con P. 250 x 1200 v.2

FLEXION NEGATIVA

Armado superior por nervio	Asu (mm ²)	Mu (mkN/m) B500S	Rigidez (m ² -MN/m)		Mfis (mkN/m)	M límite servicio segun clase de exposición (mkN/m)				Rasante (kN/m)	Cortante último Vu (kN/m) Md>=M0
			total E-I	figurada E-Ifis		I	II	III-IV	IIIc		
6 ø 6	170	16,32	54,33	2,00	49,01	53,91	51,95	50,48	49,50	384,74	95,87
6 ø 8	302	28,73	54,71	2,30	49,56	54,52	52,53	51,05	50,06	384,74	102,80
6 ø 10	471	45,53	55,19	14,04	50,26	55,29	53,28	51,77	50,77	384,74	111,67
6 ø 12	679	62,59	55,77	14,50	51,13	56,24	54,19	52,66	51,64	384,74	122,59
6 ø 16	1.206	115,40	57,21	15,69	53,30	58,63	56,50	54,90	53,83	384,74	150,25
6 ø 20	1.885	177,93	58,98	48,07	56,08	61,68	59,44	57,76	56,64	384,74	173,90
7 ø 6	198	20,44	54,41	2,06	49,13	54,04	52,07	50,60	49,62	384,74	97,34
7 ø 8	352	32,91	54,85	2,41	49,77	54,74	52,75	51,26	50,27	384,74	105,42
7 ø 10	550	54,02	55,41	14,21	50,59	55,63	53,63	52,11	51,10	384,74	115,82
7 ø 12	792	75,56	56,08	14,76	51,59	56,75	54,69	53,14	52,11	384,74	128,52
7 ø 16	1.407	133,55	57,74	16,14	54,12	59,54	57,37	55,75	54,67	384,74	173,90
7 ø 20	2.199	205,47	59,77	48,78	57,35	63,09	60,79	59,07	57,93	384,74	98,81
8 ø 6	226	20,44	54,49	2,13	49,24	54,17	52,20	50,72	49,74	384,74	108,05
8 ø 8	402	37,10	54,99	2,52	49,98	54,97	52,97	51,48	50,48	384,74	119,91
8 ø 10	628	58,30	55,63	14,39	50,91	56,01	53,97	52,44	51,42	384,74	134,45
8 ø 12	905	84,30	56,39	15,01	52,06	57,27	55,18	53,62	52,58	384,74	171,35
8 ø 16	1.608	154,55	58,27	16,60	54,95	60,44	58,24	56,60	55,50	384,74	173,90
8 ø 20	2.513	207,86	60,54	49,49	58,62	64,48	62,14	60,38	59,21	384,74	100,28
9 ø 6	254	24,58	54,57	2,19	49,36	54,30	52,32	50,84	49,85	384,74	110,67
9 ø 8	452	41,30	55,13	13,99	50,18	55,20	53,20	51,69	50,69	384,74	124,06
9 ø 10	707	66,90	55,85	14,57	51,24	56,37	54,32	52,78	51,75	384,74	140,38
9 ø 12	1.018	97,53	56,70	15,27	52,53	57,78	55,68	54,10	53,05	384,74	173,90
9 ø 16	1.810	170,29	58,79	47,90	55,77	61,35	59,12	57,44	56,33	384,74	173,90
9 ø 20	2.827	221,78	61,29	50,20	59,89	65,87	63,48	61,68	60,48	384,74	101,80
10 ø 6	283	28,73	54,65	2,25	49,48	54,43	52,45	50,97	49,98	384,74	113,35
10 ø 8	503	45,53	55,28	14,11	50,40	55,44	53,42	51,91	50,90	384,74	128,15
10 ø 10	785	75,56	56,06	14,74	51,56	56,72	54,66	53,11	52,08	384,74	146,31
10 ø 12	1.131	106,43	57,01	15,52	52,99	58,29	56,17	54,58	53,52	384,74	173,90
10 ø 16	2.011	190,82	59,30	48,35	56,59	62,25	59,98	58,29	57,16	384,74	173,90
10 ø 20	3.142	238,76	62,03	50,92	61,15	67,26	64,82	62,98	61,76	384,74	103,27
11 ø 6	311	28,73	54,73	2,32	49,60	54,56	52,57	51,09	50,09	384,74	115,97
11 ø 8	553	54,02	55,42	14,22	50,60	55,66	53,64	52,12	51,11	384,74	132,30
11 ø 10	864	79,92	56,28	14,92	51,89	57,08	55,00	53,45	52,41	384,74	152,25
11 ø 12	1.244	119,91	57,31	15,78	53,46	58,80	56,66	55,06	53,99	384,74	173,90
11 ø 16	2.212	205,47	59,80	48,81	57,40	63,15	60,85	59,13	57,98	384,74	173,90
11 ø 20	3.456	257,10	62,75	51,63	62,40	68,64	66,14	64,27	63,02	384,74	104,74
12 ø 6	339	32,91	54,81	2,38	49,71	54,69	52,70	51,21	50,21	384,74	118,60
12 ø 8	603	58,30	55,56	14,33	50,81	55,89	53,86	52,34	51,32	384,74	136,39
12 ø 10	942	88,69	56,49	15,10	52,21	57,43	55,35	53,78	52,73	384,74	158,18
12 ø 12	1.357	128,99	57,61	16,03	53,92	59,31	57,16	55,54	54,46	384,74	173,90
12 ø 16	2.413	203,92	60,29	49,27	58,22	64,04	61,71	59,96	58,80	384,74	173,90
12 ø 20	3.770	278,74	63,46	52,34	63,65	70,01	67,47	65,56	64,28	384,74	106,26
13 ø 6	368	37,10	54,89	2,44	49,83	54,82	52,82	51,33	50,33	384,74	121,22
13 ø 8	653	62,59	55,70	14,45	51,02	56,12	54,08	52,55	51,53	384,74	140,54
13 ø 10	1.021	97,53	56,71	15,27	52,54	57,79	55,69	54,11	53,06	384,74	164,11
13 ø 12	1.470	142,72	57,91	16,29	54,38	59,82	57,65	56,01	54,93	384,74	173,90
13 ø 16	2.614	212,02	60,78	49,72	59,03	64,93	62,57	60,80	59,62	384,74	173,90
13 ø 20	4.084	301,52	64,15	113,13	64,89	71,38	68,78	66,83	65,54	384,74	173,90

DEPÓSITO DE CABECERA

**CÁLCULO DE ESTRUCTURA
PARA DEPÓSITO DE 10.000 m³
(E.T.A.P. AMES)**

NOVIEMBRE DE 2007

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción. Descripción de la estructura.....	3
2. Bases de cálculo.....	4
2.1. Instrucción y normas de aplicación	4
2.2. Materiales	4
2.3. Valores característicos de las acciones	5
2.4. Datos geotécnicos	5
3. Muros	6
3.1. Esfuerzos.....	6
3.2. Armado	10
4. Zapatas de muros	13
4.1. Zapata de muro perimetral	13
4.2. Zapata de muro de división	15
5. Vigas, pilares y zapatas de pilares.....	20
5.1. Datos generales	20
5.2. Cimentación.....	24
5.3. Pilares.....	32
5.4. Vigas.....	35
6. Documentación adjunta	41

1. Introducción. Descripción de la estructura.

La estructura objeto del presente documento es un depósito construido sobre el terreno compuesto por dos vasos, cada uno de los cuales tiene dimensiones interiores en planta de 40.60 m por 25.00 m. Se diseña para contener una altura máxima de agua de 5.00 m, con un resguardo de 0.75 m. La solera es de tipo discontinuo, quedando los muros cimentados sobre zapatas corridas.

La cubierta se construirá a base de elementos de placa alveolar prefabricada, con luces máximas de 8.50 m, que descansan sobre vigas continuas de hormigón armado ejecutadas *in situ*, que a su vez se apoyan sobre pilares distantes entre sí (y de los muros perimetrales) 5.80 m.

El informe comprende la definición estructural del depósito, incluyendo la geometría de los elementos y descripción completa de armado. Se completa con un archivo informático que contiene, en formato de diseño asistido, los croquis y detalles necesarios para la elaboración de los planos del proyecto.

2. Bases de cálculo

2.1. Instrucción y normas de aplicación

En el proyecto de los elementos estructurales del depósito se han tenido en cuenta las normas e instrucciones que se relacionan a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 98), R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre.
- Código Técnico de la Edificación (CTE-06), R.D. 314/2006 de 17 de marzo
- Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), R.D. 997/02, de 27 de septiembre.

2.2. Materiales

2.2.1. Tipo de ambiente según norma EHE – 98.

Se adopta como Clase general de ambiente “Con cloruros de origen diferente al medio marino”, subclase Humedad Alta (Tipo IV). A dicha clase de ambiente corresponde una resistencia característica del hormigón mínima compatible de 30 MPa ancho máximo de fisura a $w_k = 0.2$ mm y recubrimiento mínimo de 40 mm (al que habrá que añadir 5 mm en función del nivel de control).

2.2.2. Hormigones y aceros

- | | |
|--|--------------------------------------|
| - Hormigón de limpieza (no estructural) | HM – 20 ($f_{ck}=20$ MPa) |
| - Hormigón en muros, pilas y cimentación | HA – 30/P/30/IV ($f_{ck} = 30$ MPa) |
| - Acero en armadura pasiva | B500S ($f_{yk} = 500$ MPa) |

2.2.3. Niveles de control

De acuerdo con la nomenclatura de la EHE, se adoptan los siguientes niveles de control:

Control de ejecución

- | | |
|---------------------------|---------|
| - Elementos in situ | Normal |
| - Elementos prefabricados | Intenso |

Control de materiales

- | | |
|-------------------------------|--------|
| - Hormigón: | Normal |
| - Acero en armaduras pasivas: | Normal |
| - Acero en armaduras activas: | Normal |

Los coeficientes de seguridad y de combinación empleados en los cálculos son los prescritos por la Instrucción EHE para los niveles de control señalados.

2.3. Valores característicos de las acciones**2.3.1. Cargas permanentes**

- Peso propio: salvo en el caso del forjado de cubierta, se estima el peso propio de la estructura asumiendo que el peso específico del hormigón armado es de 25 kN/m³.
- Agua: 9.8 kN/m³
- Cubierta: 3 kN/m²

2.3.2. Sobrecargas de uso

- Carga vertical repartida sobre la cubierta de 1 kN/m²
- Carga vertical puntual sobre la cubierta de 2 kN (no simultánea con la anterior)

2.3.3. Acciones sísmicas

De acuerdo con la instrucción NCSE-02, la obra objeto de estudio se sitúa en una zona de aceleración básica inferior a 0.04g, por lo que no es preciso considerar sobrecargas sísmicas en su cálculo.

2.4. Datos geotécnicos

De acuerdo con el informe geotécnico, el suelo admite cimentación directa en zapatas, con una tensión admisible de 2.00 kp/cm². Se adoptará este valor como cota superior de la tensión media inducida; para la tensión máxima, se admitirá un incremento del 25% sobre este límite.

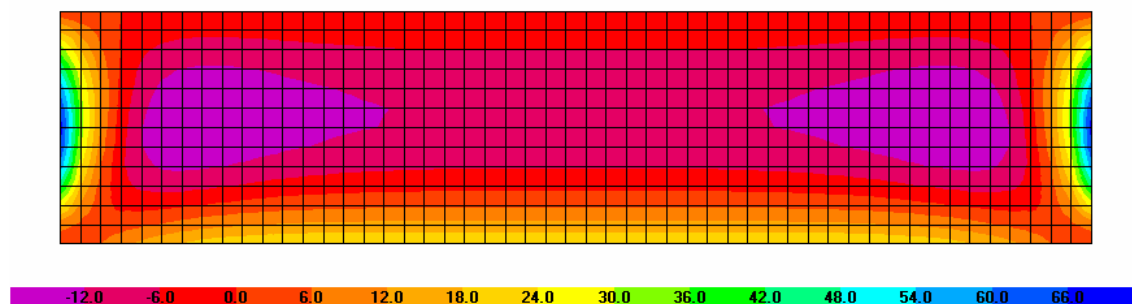
3. Muros

3.1. Esfuerzos

Los cálculos de esfuerzos se han llevado a cabo empleando el Método de Elementos Finitos, suponiendo que los muros son placas empotradas en la base (zapata) y laterales (muros contiguos), y apoyadas en coronación (lo que se correspondería con el arriostramiento impuesto por la cubierta). La carga de agua se modeliza como una carga distribuida triangular, de valor 0 en coronación de muro y máximo en la base. Pese a que el depósito se diseña para contener una altura de agua de 5.00 m, se contempla la posibilidad de llenado hasta la coronación (5.75 m) para prevenir las consecuencias de un mal funcionamiento de los aliviaderos.

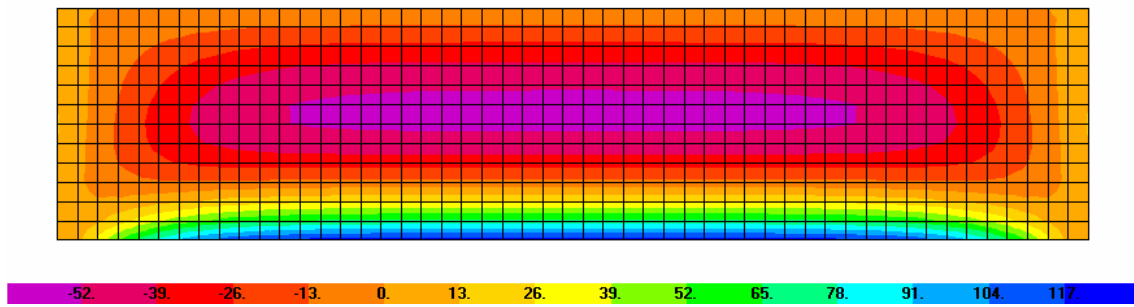
3.1.1. Muro 1 (a = 25.50 m)

Los gráficos que se muestran a continuación muestran las distribuciones de momentos de servicio resultado del cálculo, de acuerdo con las hipótesis planteadas.



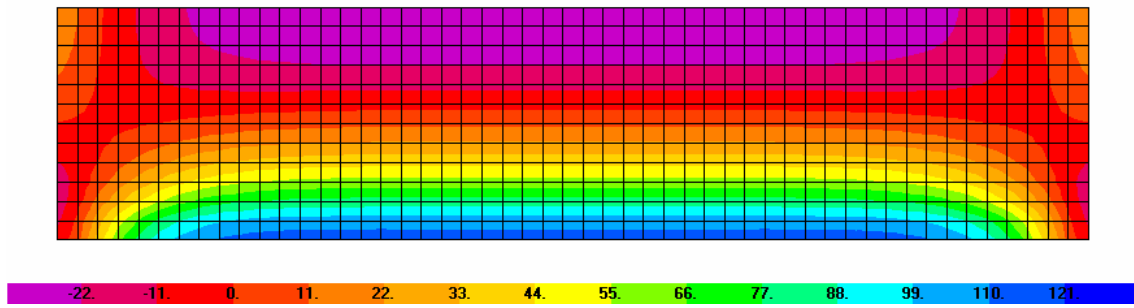
Distribución de momentos flectores horizontales (kNm/m) en muro de 25.50 m.

$$M_{max} = 67.7 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -17.8 \text{ kNm/m}$$



Distribución de momentos flectores verticales (kNm/m) en muro de 25.50 m.

$$M_{max} = 123.2 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -55.6 \text{ kNm/m}$$



Distribución de esfuerzos cortantes horizontales (kN/m) en muro de 25.50 m.

$$V_{max} = 116.7 \text{ kN/m}$$

$R_y = -12.08$ $M_x = 2.372E-03$ $M_z = 1.10$	$R_y = -17.36$	$R_y = -5.85$	$R_y = 2.19$	$R_y = 7.80$	$R_y = 11.56$	$R_y = 13.99$	$R_y = 15.49$	$R_y = 16.99$
$R_y = 8.94$ $M_x = 4.69E-03$ $M_z = 8.00$								
$R_y = 17.55$ $M_x = 4.57E-03$ $M_z = 15.55$								
$R_y = 25.45$ $M_x = 4.40E-03$ $M_z = 22.15$								
$R_y = 32.29$ $M_x = 4.08E-03$ $M_z = 27.36$								
$R_y = 37.63$ $M_x = 3.54E-03$ $M_z = 30.82$								
$R_y = 40.97$ $M_x = 2.59E-03$ $M_z = 32.07$								
$R_y = 41.71$ $M_x = 8.53E-04$ $M_z = 30.85$								
$R_y = 39.08$ $M_x = -2.62E-03$ $M_z = 26.99$								
$R_y = 32.10$ $M_x = -0.01$ $M_z = 20.60$								
$R_y = 19.00$ $M_x = -0.03$ $M_z = 12.40$								
$R_y = 3.77$ $M_x = -0.05$ $M_z = 4.56$								
$R_y = -2.06$	$R_y = 5.14$	$R_y = 23.32$	$R_y = 37.99$	$R_y = 47.90$	$R_y = 54.41$	$R_y = 58.63$	$R_y = 61.31$	$R_y = 63.46$
$M_x = -0.65$	$M_x = -5.26$	$M_x = -14.34$	$M_x = -24.31$	$M_x = -33.17$	$M_x = -40.41$	$M_x = -46.10$	$M_x = -50.40$	$M_x = -53.55$
$M_z = 0.55$	$M_z = 0.05$	$M_z = 0.03$	$M_z = 7.10$	$M_z = 03.49$	$M_z = 041.80$	$M_z = 03.37$	$M_z = 03.31$	$M_z = 03.31$

Distribución de reacciones (kN) en encuentros de muro de 25.50 m.

$$R_{tot} = 341 \text{ kN}$$

Los esfuerzos de servicio resultantes por metro lineal de muro son:

- Momento de empotramiento vertical: $m_{ve} = 123.2 \text{ kNm}$
- Momento mínimo vertical: $m_{vm} = -55.6 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento mínimo horizontal: $m_{he} = -17.8 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento máximo horizontal: $m_{hm} = 67.7 \text{ kNm}$ (compresión por el lado del empuje)
- Esfuerzo cortante máximo: $v_{max} = 116.7 \text{ kN}$

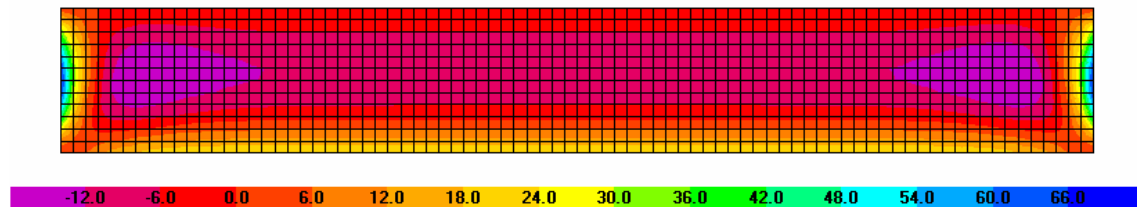
Adicionalmente, el muro se diseña para resistir la tracción en servicio ocasionada por el empuje en la pared perpendicular. De acuerdo con el cálculo, la suma de reacciones en el muro vertical es igual a

$$N_b = 341 \text{ kN por muro.}$$

Por muro y metro lineal, se considerará $n_a = 59.3 \text{ kN/m}$. En el caso del muro común a los dos fases, la tracción será el doble ($n_a = 118.6 \text{ kN/m}$)

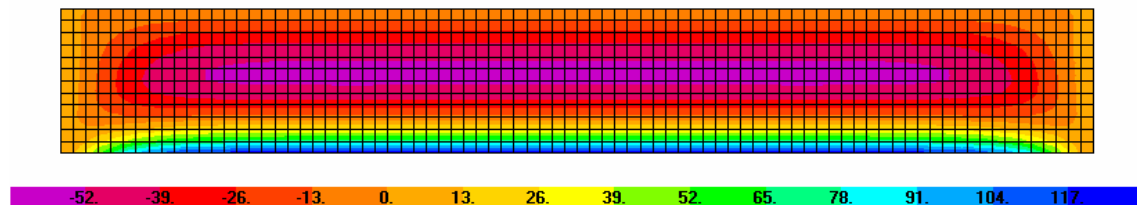
3.1.2. Muro 2 (b = 41.10 m)

Los gráficos que se muestran a continuación muestran las distribuciones de momentos de servicio resultado del cálculo, de acuerdo con las hipótesis planteadas.



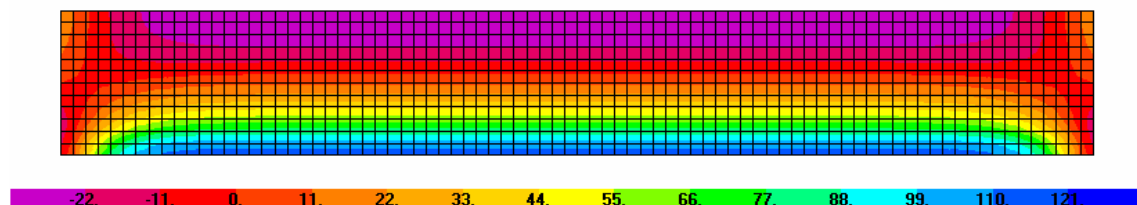
Distribución de momentos flectores horizontales (kNm/m) en muro de 41.10 m.

$$M_{max} = 67.7 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -17.8 \text{ kNm/m}$$



Distribución de momentos flectores verticales (kNm/m) en muro de 41.10 m.

$$M_{max} = 123.1 \text{ kNm/m} ; M_{min} = -55.6 \text{ kNm/m}$$



Distribución de esfuerzos cortantes horizontales (kN/m) en muro de 41.10 m.

$$V_{max} = 116.7 \text{ kN/m}$$

- Momento de empotramiento vertical: $m_{ve} = 123.1 \text{ kNm}$
- Momento mínimo vertical: $m_{vm} = -55.6 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento mínimo horizontal: $m_{he} = -17.8 \text{ kNm}$ (tracción por el lado del empuje)
- Momento máximo horizontal: $m_{hm} = 67.7 \text{ kNm}$ (compresión por el lado del empuje)
- Esfuerzo cortante máximo: $v_{max} = 116.7 \text{ kN}$

[illegible]

Distribución de reacciones (kN) en encuentros de muro de 41.10 m.

$$R_{tot} = 285 \text{ kN}$$

Adicionalmente, el muro se diseña para resistir la tracción en servicio ocasionada por el empuje en la pared perpendicular. De acuerdo con el cálculo, la suma de reacciones en el muro vertical es igual a

$$N_b = 285 \text{ kN por muro.}$$

Por muro y metro lineal, se considerará $n_b = 49.6 \text{ kN/m}$.

3.2. Armado

3.2.1. Muro de 41.10 m libre (no común a ambos vasos)

Se propone para todos los muros un espesor de 50 cm.

De acuerdo con las prescripciones de la Instrucción EHE, art. 42, se dispondrá una cuantía mínima geométrica de armadura horizontal de 1.6‰ (repartida entre las dos caras, correspondiente a la armadura horizontal de muro con juntas de contracción a menos de 7.50

m) y vertical de 0.9‰, y una cuantía mínima mecánica de armadura de tracción de $0.04A_c f_{cd}/f_{yd}$.

Los valores de estas cuantías mínimas son por lo tanto

$$A_{\min, \text{hor}} = 8.0 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en el total de las dos caras)}$$

$$A_{\min, \text{vert}} = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en las caras traccionadas)}$$

$$A_{\min, \text{mec}} = 9.6 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en las caras traccionadas)}$$

La cuantía mínima preponderante será, por lo tanto, la cuantía mecánica mínima de armadura de flexión.

Se han adoptado como valores del canto útil los siguientes, admitiendo que la armadura más próxima al paramento es la vertical, y disponiendo un recubrimiento total ($r+\Delta r$) de 45 mm, como corresponde a la clase IV:

- Armadura vertical: $d = e - (r+\Delta r) - (\phi 16/2) = 44.7 \text{ cm}$
- Armadura horizontal: $d = e - (r+\Delta r) - \phi 16 - (\phi 16/2) = 43.1 \text{ cm}$

El cálculo de secciones se ha realizado con la ayuda del Prontuario Informático de Hormigón Estructural del Instituto del Cemento y sus Aplicaciones (Prontuario IECA), versión 3.0. La salida de resultados del programa se adjunta al final del presente documento.

La armadura de tracción simple se ha obtenido dividiendo el esfuerzo de servicio por 100 MPa (para limitar la deformación a 0.5‰) y se suma a la armadura de flexión.

La comprobación a cortante también se realiza con la ayuda del Prontuario IECA. El cortante de cálculo es

$$V_d = 1.6 \times 116.7 \text{ kN/m} = 186.7 \text{ kN/m}$$

Se comprueba que el muro de 0.50 m armado con la armadura mínima para resistir la flexión ($11.3 \text{ cm}^2/\text{m}$) no es capaz de resistir por sí solo el total del cortante de cálculo:

$$V_u = V_{u2} = V_{cu} = 176.2 \text{ kN/m} \text{ (sin armadura de cortante)}$$

En vez de disponer refuerzos en forma de horquillas o estribos, lo que supondría introducir una complicación constructiva importante, se opta por aumentar la armadura longitudinal traccionada hasta $14.1 \text{ cm}^2/\text{m}$ para así incrementar la cuantía de 2.5‰ a 3.0‰ y consecuentemente la capacidad de resistencia a cortante sin armadura transversal hasta

$$V_u = 187.2 \text{ kN/m}$$

Ubicación	M_k kNm/m	A_{fis} cm ²	M_d kNm/m	A_s cm ²	M_u kNm/m	T_k kN/m	A_t cm ²	A_{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	123.1	Min	197.1	11.3	209.8	-	-	14.1	7 ϕ 16 pml
Vert. ext.	55.6	Min	89.0	Min	188.5	-	-	10.1	5 ϕ 16 pml
Horz. int.	17.8	Min	28.5	Min	176.2	59.3/2	3.0	12.6	7 ϕ 16 pml
Horz. ext.	67.7	Min	108.3	Min	176.2	59.3/2	3.0	12.6	7 ϕ 16 pml

3.2.2. Muro de 41.10 contiguo a la Fase 2

Dado que el muro divisorio puede recibir empujes de uno u otro lado, se adoptará como disposición final de armado una armadura simétrica de valor igual al de la cara más solicitada. También se supondrá que la tracción horizontal en el muro es el doble de la calculada, para prever las tracciones inducidas eventualmente por el llenado de ambos vasos. Por lo demás, se aplican las mismas consideraciones que en el apartado anterior.

Ubicación	M _k kNm/m	A _{fis} cm ²	M _d kNm/m	A _s cm ²	M _u kNm/m	T _k kN/m	A _t cm ²	A _{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	123.1	Min	197.1	11.3	209.8	-	-	14.1	7φ16 pml
Vert. ext.	123.1	Min	197.1	11.3	209.8	-	-	14.1	7φ16 pml
Horz. int.	67.7	Min	108.3	Min	176.2	59.3	5.9	15.5	8φ16 pml
Horz. ext.	67.7	Min	108.3	Min	176.2	59.3	5.9	15.5	8φ16 pml

3.2.3. Muros de 25.50 m

Se aplican las mismas consideraciones que en los apartados anteriores en cuanto a cuantías mínimas, cantos útiles y armaduras de tracción.

Ubicación	M _k kNm/m	A _{fis} cm ²	M _d kNm/m	A _s cm ²	M _u kNm/m	T _k kN/m	A _t cm ²	A _{total} cm ²	Disposición
Vert. int.	123.2	Min	197.1	11.3	209.8	-	-	14.1	7φ16 pml
Vert. ext.	55.6	Min	89.0	Min	188.5	-	-	10.1	5φ16 pml
Horz. int.	17.8	Min	28.5	Min	176.2	49.6/2	2.5	12.1	6φ16 pml
Horz. ext.	67.7	Min	108.3	Min	176.2	49.6/2	2.5	12.1	6φ16 pml

4. Zapatas de muros

4.1. Zapata de muro perimetral

4.1.1. Esfuerzos y tensión en el terreno

Se propone una cimentación consistente en una zapata corrida bajo el muro de 0.60 m de vuelo hacia el exterior, 1.20 m de vuelo hacia el interior, y 0.40 m de canto.

De acuerdo con los cálculos de las vigas, en el caso más solicitante, la carga permanente que transmite la cubierta a un pilar extremo es 21.69 T, y la sobrecarga 2.64. Suponiendo dicha carga repartida en el ancho tributario de la viga (8.50 m), se obtienen los siguientes valores:

- Sobrecarga cubierta: 3.00 kN/m
- Peso propio cubierta: 25.0 kN/m

Por otra parte, en la dirección perpendicular a las vigas, son las placas las que se apoyan directamente sobre el muro. Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre medio paño, correspondiente a la mitad de la luz del forjado. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Sobrecarga cubierta: $8.50 \times 1.4 / 2 = 6.0$ kN/m
- Peso propio cubierta: $8.50 \times 8.2 / 2 = 34.9$ kN/m

Se dimensionará la zapata y se comprobará la resistencia del terreno empleando los valores correspondientes a la zona de descarga directa del forjado, por ser más restrictiva. Habrá que incluir también, como carga vertical en la directriz del muro, el peso propio de éste:

- Peso propio de muro: $5.75 \times 0.50 \times 25 = 71.9$ kN/m

Por otra parte, el momento de servicio es el que corresponde al empotramiento del muro en la zapata, igual a 123.2 kN/m.

A estas cargas habrá que añadir el peso del agua sobre el vuelo de la zapata que se encuentra bajo el depósito, y el peso propio de la zapata.

- Peso de aguas: $1.20 \times 9.8 \times 5.50 = 67.6$ kN/m
- Peso de zapata: $0.40 \times 2.30 \times 25 = 23$ kN/m

El total de las cargas de servicio y su excentricidad serán entonces:

$$\begin{aligned} N &= 6.0 + 34.9 + 71.9 + 89.2 + 23.0 = 203.4 \text{ kN/m} \\ M &= 123.2 + (6.0 + 25.0 + 71.9) \times 0.3 - 67.6 \times 0.55 = 119.8 \text{ kNm/m} \\ e &= M/N = 0.59 \text{ m} \end{aligned}$$

Para comprobar la seguridad al vuelco, se empleará la situación en que las cargas verticales que producen los momentos estabilizadores son más bajos. En ese caso, el coeficiente de seguridad al vuelco (se supone que no actúa la sobrecarga) será

$$C_v = M_E/M_D = [(25 + 71.9) \times 0.85 + 67.2 \times 1.70 + 23.0 \times 1.15] / 116 = 1.84$$

Con los datos anteriores, se puede calcular la tensión máxima inducida en el terreno. Puesto que la excentricidad es elevada (mayor que $a'/6$), se tiene una distribución triangular distribuida en una faja de ancho $1.5(a'-2e) = 1.62$ m, y una tensión máxima de

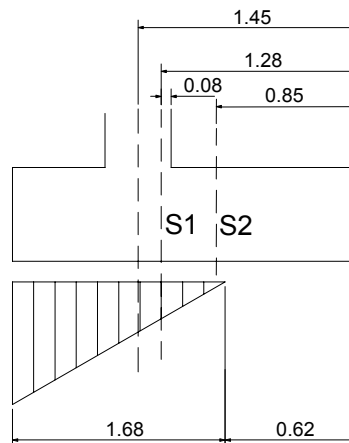
$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{N + P}{(a' - 2e)b'} = 242 \text{ kPa} = 2.42 \text{ kp/cm}^2 < 1.25\sigma_t = 2.5 \text{ kp/cm}^2$$

4.1.2. Armadura

Vuelo mayor (1.20 m)

La tensión del terreno en la sección de referencia S1 del lado del vuelo mayor, situada 0.075 m (0.15h) hacia el interior del muro, será

$$\sigma_{S1} = (1.28 - 0.62) \times \sigma_1 / 1.68 = 95 \text{ kN/m}^2$$



Los momentos de servicio y cálculo en la sección de referencia, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, será

$$\begin{aligned} M_k &= (1/6) \times \sigma_r \times (1.28 - 0.62)^2 - 1.20 \times 0.4 \times 25 \times (1.20/2 + 0.08) - 71.9 \times (1.20/2 + 0.08) = \\ &= 7 - 46 - 8 = -47 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_d = 1.6M_k = -75 \text{ kNm/m}$$

El vuelo mayor está sometido a flexión negativa, y necesitará armadura en la cara superior. Realizando el cálculo con la ayuda del Prontuario IECA, se muestra que con la cuantía mínima de armado, de 11.3 cm² compuesta por 10φ12, se obtienen los siguientes valores resistentes:

$$M_u = 161.3 \text{ kNm/m}$$

$$M_{fis} = 82.0 \text{ kNm/m}$$

$$w_k = 0.0 \text{ mm (momento de fisuración superior al momento de servicio)}$$

Por lo tanto, se acepta el armado, y se propone para la zona de la zapata interior armadura superior e inferior de **10φ12 por metro lineal** en cada dirección.

Por otra parte, la tensión bajo la sección S2 será

$$\sigma_{S2} = (0.85 - 0.62) \times \sigma_1 / 1.68 = 35 \text{ kN/m}^2$$

por lo que el cortante de cálculo en dicha sección vale

$$V_d = 1.6 \times [0.85 \times (9.8 \times 5.75 + 25 \times 0.4) - (0.85 - 0.62) \times 35 / 2] = 80.0 \text{ kN/m}$$

De acuerdo con los resultados del Prontuario IECA, el cortante último de la sección armada con 10φ12 a tracción sin armadura de cortante es

$$V_u = 154.8 \text{ kN}$$

La sección de la zapata resiste sin necesidad de refuerzo transversal.

Vuelo menor

El vuelo menor (de 0.60 m) se dimensiona como zapata rígida. Para ello, es preciso conocer la tensión bajo el eje del muro:

$$\sigma_{r1} = (1.68 - 0.85) \times \sigma_1 / 1.68 = 120 \text{ kN/m}^2$$

La resultante de las tensiones entre el eje del muro y el extremo del vuelo menor y su punto de aplicación serán

$$R_1 = (242 + 120) \times 0.85 / 2 = 154 \text{ kN/m}$$

$$R_{1d} = 1.6 \times 154 = 246 \text{ kN/m}$$

$$x_1 = 0.47 \text{ m}$$

Habrá que disponer armadura para resistir la tracción

$$T_d = R_{1d}(x_1 - 0.25a) / 0.85d = 246 (0.47 - 0.125) / (0.85 \times 0.34) = 309 \text{ kN/m}$$

$$A_s = T_d / f_{yd} = 0.309 / 400 \times 10^4 = 7.7 \text{ cm}^2$$

La armadura es inferior a la cuantía mínima de flexión, por lo que se opta por disponer esta última, en forma de **10φ12 por metro lineal** en cada dirección.

4.2. Zapata de muro de división

4.2.1. Esfuerzos y tensión en el terreno

Se propone una cimentación consistente en una zapata corrida bajo el muro de 0.80 m de vuelo hacia cada lado y 0.40 m de canto. Se contemplan dos situaciones de cálculo:

1. Tras la construcción y puesta en servicio, con carga permanente y sobrecarga proveniente de la cubierta por ambos lados y empuje de aguas por un único lado (situación en la que sólo uno de los depósitos está lleno).

2. Tras la construcción y puesta en servicio, con agua por ambas caras (situación de máximo esfuerzo vertical sobre la zapata).

Situación 1: empuje de aguas por un solo lado

En esta situación, el muro recibe la carga de dos paños de losas alveolares con su sobrecarga (para la comprobación de zapata y terreno) o en vacío (comprobación al vuelco). Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre un paño entero. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Sobrecarga cubierta: $8.50 \times 1.4 = 11.9 \text{ kN/m}$
- Peso propio cubierta: $8.50 \times 8.2 = 69.8 \text{ kN/m}$

Habrá que incluir también, como carga vertical en la directriz del muro, el peso propio de éste:

- Peso propio de muro: $5.75 \times 0.50 \times 25 = 71.9 \text{ kN/m}$

Por otra parte, el momento de servicio es el que corresponde al empotramiento del muro en la zapata, suponiendo que el muro está cargado sólo por uno de los dos lados, igual a 123.2 kNm/m.

A estas cargas habrá que añadir el peso del agua sobre el vuelo de la zapata que se encuentra bajo el depósito, y el peso propio de la zapata.

- Peso de aguas: $0.8 \times 9.8 \times 5.75 = 45.1 \text{ kN/m}$
- Peso de zapata: $0.40 \times 2.1 \times 25 = 21 \text{ kN/m}$

El total de las cargas de servicio (en el caso más solicitante para el terreno y zapata) y su excentricidad serán entonces:

$$N = 11.9 + 69.8 + 71.9 + 45.1 + 21 = 185 \text{ kN/m}$$

$$M = 123.2 - 45.1 \times 0.65 = 94 \text{ kNm/m}$$

$$e = M/N = 0.24 \text{ m}$$

El coeficiente de seguridad al vuelco será (para el caso más inestable, que es el que presenta menor carga vertical):

$$C_v = M_E/M_D = [(69.8 + 71.9 + 21) \times 1.05 + 45.1 \times 1.7] / 123.2 = 2.01$$

A partir de aquí se puede calcular la tensión máxima inducida en el terreno. Puesto que la excentricidad es elevada (mayor que $a'/6$), se tiene una distribución triangular distribuida en una faja de ancho $1.5(a' - 2e) = 1.87 \text{ m}$, y una tensión máxima de

$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{N + P}{(a' - 2e)b'} = 235 \text{ kPa} = 2.35 \text{ kp/cm}^2$$

Situación 2: empujes por ambos lados

En esta situación, el muro recibe la carga de dos paños de losas alveolares para la comprobación de zapata y terreno y el peso de lámina de agua por ambos lados. La comprobación a vuelco no se hace necesaria, al estar toda la carga centrada. Corresponde por tanto la carga vertical repartida sobre un paño entero. En estas condiciones, se obtienen los siguientes valores de carga vertical:

- Forjado de losa:
 - o Sobrecarga cubierta: $8.50 \times 1.4 = 11.9 \text{ kN/m}$
 - o Peso propio cubierta: $8.50 \times 8.2 = 69.8 \text{ kN/m}$

El total de las cargas de servicio (en el caso más solicitante para el terreno y zapata) y su excentricidad serán entonces:

$$\begin{aligned} N &= 11.9 + 69.8 + 71.9 + 2 \times 45.1 + 21 = 265 \text{ kN/m} \\ M &= 0 \\ e &= 0 \end{aligned}$$

En este caso, la tensión que proviene del suelo es uniforme, y de valor igual a

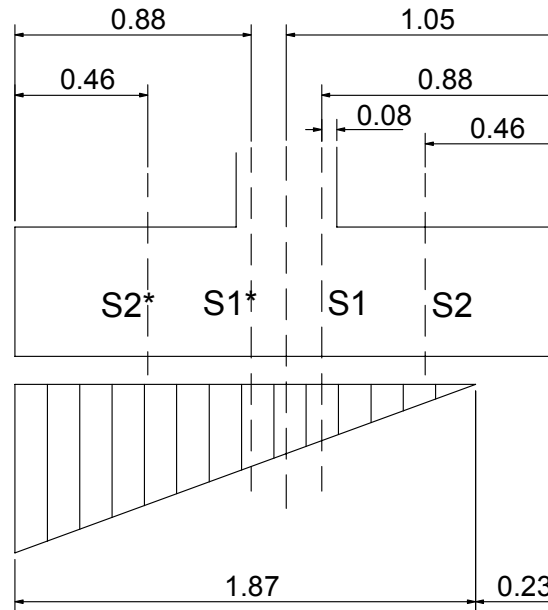
$$\sigma_1 = \frac{N + P}{a' b'} = 126 \text{ kPa} = 1.26 \text{ kp/cm}^2$$

4.2.2. Esfuerzos en la zapata y armadura

Situación 1

La tensión del terreno en las secciones de referencia S1, S2 (vuelo interior) y S1*, S2* (vuelo exterior), situadas 0.075 m (0.15a), serán

$$\begin{aligned} \sigma_{S1} &= (0.88 - 0.23) \times \sigma_1 / 1.87 = 81 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S1*} &= (1.87 - 0.88) \times \sigma_1 / 1.87 = 125 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S2} &= (0.46 - 0.23) \times \sigma_1 / 1.87 = 29 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{S2*} &= (1.87 - 0.46) \times \sigma_1 / 1.87 = 177 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



Los momentos de servicio y cálculo en la sección de referencia S1, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, serán

$$M_k = (1/6) \times \sigma_{S1} \times (0.88 - 0.23)^2 - 0.80 \times 0.5 \times 25 \times (0.80/2 + 0.08) - 45.1 \times (0.8/2 + 0.08) = 6 - 21 - 4 = -20 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 1.6M_k = -32 \text{ kNm/m}$$

Se comprueba que la sección S1 está sometida a flexión negativa.

En la sección S1*, correspondiente a la cara del muro sin empuje de aguas, se obtienen los siguientes momentos de servicio y cálculo:

$$M_k = (1/2) \times \sigma_{S1*} \times (0.88)^2 + (1/3) \times (\sigma_1 - \sigma_{S1*}) \times (0.88)^2 - 0.8 \times 0.4 \times 25 \times (0.80/2 + 0.08) = 62 - 4 = 58 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 1.6M_k = 93 \text{ kNm/m}$$

Por otra parte, los esfuerzos cortantes de cálculo correspondientes a cada una de las dos secciones de referencia son

$$V_d = 1.6 \times [0.46 \times 0.5 \times 25 + 0.46 \times 5.75 \times 9.8 - (1/2) \times (0.46 - 0.23) \times 21] = 44 \text{ kN/m}$$

$$V_d^* = 1.6 \times [-0.46 \times 0.5 \times 25 - 0.46 \times 5.75 \times 9.8 + (1/2) \times 0.46 \times (77 + 235)] = 144 \text{ kN/m}$$

Situación 2

En este caso, la tensión del terreno es uniforme e igual a 126 kN/m² bajo todas las secciones de referencia.

Los momentos de servicio y cálculo en las secciones de referencia S1 y S1*, incluyendo el efecto del peso de la zapata y el peso de aguas, serán

$$\begin{aligned} M_k &= (1/2) \times \sigma_{S1} \times (0.88)^2 - 0.80 \times 0.5 \times 25 \times (0.80/2 + 0.08) - 45.1 \times (0.80/2 + 0.08) = \\ &= 50 - 21 - 4 = 25 \text{ kNm/m} \\ M_d &= 1.6M_k = 40 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Por otra parte, el esfuerzo cortante de cálculo (en valor absoluto) correspondiente a cada una de las dos secciones de referencia es

$$V_d = 1.6 \times [0.46 \times 0.4 \times 25 + 0.46 \times 5.75 \times 9.8 - (1/2) \times 0.46 \times 126] = 38 \text{ kN/m}$$

Armado

De acuerdo con los cálculos anteriores, se comprueba que ambos vuelos pueden estar sometidos a flexión positiva o negativa, con los siguientes momentos y cortantes máximos (en valor absoluto):

$$\begin{aligned} M_{k,max} &= 58 \text{ kNm/m} \\ M_{d,max} &= 93 \text{ kNm/m} \\ V_{d,max} &= 144 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Realizando el cálculo con la ayuda del Prontuario IECA, se muestra que con la cuantía mínima de armado, de 11.3 cm² compuesta por 10φ12, se obtienen los siguientes valores resistentes:

$$\begin{aligned} M_u &= 161.3 \text{ kNm/m} \\ M_{fis} &= 82.0 \text{ kNm/m} \\ w_k &= 0.0 \text{ mm (momento de fisuración superior al momento de servicio)} \end{aligned}$$

Por lo tanto, se acepta el armado, y se propone para la zona de la zapata interior armadura superior e inferior de **10φ12 por metro lineal** en cada dirección.

De acuerdo con los resultados del Prontuario IECA, el cortante último de la sección armada con 10φ12 a tracción sin armadura de cortante es

$$V_u = 154.8 \text{ kN}$$

La sección de la zapata resiste sin necesidad de refuerzo transversal.

5. Vigas, pilares y zapatas de pilares

El cálculo de la infraestructura que soporta la cubierta se ha realizado con la ayuda del programa CYPECAD, v2007.1. Para ello, se han empleado las siguientes hipótesis geométricas y de carga:

- El forjado está constituido por una cubierta de losa alveolar de 20 cm de canto más 8 cm de capa de compresión, con peso propio de 5.2 kN/m².
- El forjado está cubierto por una capa de garbancillo, representada por una carga muerta de 3 kN/m².
- Se admite una sobrecarga de uso repartida de 1 kN/m² y puntual de 2 kN (indicada para cargas en cubierta según el CTE-2006)
- Se considera una carga de nieve de 0.3 kN/m²
- Las sobrecargas repartidas se multiplican por un ancho tributario igual a la luz del forjado (8.50 m) para convertirlas en cargas lineales sobre la viga
- La fisuración se ha limitado a 0.20 mm.
- En el caso de los pilares y la cimentación, se opta por igualar elementos (para cada una de las dos soluciones). De este modo, todas las zapatas serán iguales a la más solicitada, y todos los pilares igual al más solicitado.

Los listados y resultados del cálculo se presentan a continuación.

5.1. Datos generales

1. Datos generales de la estructura

Proyecto: Pórtico para sostenimiento de cubierta de
placa alveolar luz 8.50 m

Clave: DepAmes_Placa_850

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	5.75	5.75
0	Cimentación				0.00

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
M1	(0.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
M2	(40.60, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P1	(5.80, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P2	(11.60, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P3	(17.40, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P4	(23.20, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P5	(29.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P6	(34.80, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35

4. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
M1,M2	1	0.50x0.50	0.30	1.00	1.40	1.40
P1,P2,P3,P4,P5,P6	1	0.40x0.40	0.30	1.00	1.40	1.40

5. Losas y elementos de cimentación

Tensión admisible terreno zapatas: 2.00 Kp/cm²

6. Normas consideradas

Hormigón: EHE-98

Aceros conformados: EA-95 (MV110)

Aceros laminados y armados: EA-95 (MV103)

7. Acciones consideradas

7.1. Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m ²)	Cargas muertas (Tn/m ²)
Cubierta	0.00	0.00
Cimentación	0.00	0.00

7.2. Viento

Sin acción de viento

7.3. Sismo

Sin acción de sismo

7.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

7.5. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	7.00	(0.00, 0.00) (40.60, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.85	(0.00, 0.00) (40.60, 0.00)
	N 1	Lineal	0.26	(0.00, 0.00) (40.60, 0.00)

8. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	EHE Control de la ejecución: Normal
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EHE Control de la ejecución: Normal
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

9. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

9.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

- **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98**
- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98**

Situación 1: Persistente o transitoria con una sola acción variable (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.00
Sismo (A)				

Situación 2: Persistente o transitoria con dos o más acciones variables (Q)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Viento (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Nieve (Q)	0.00	1.60	0.90	0.90
Sismo (A)				

Situación 3: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.80	0.80
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

10. Materiales utilizados

10.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ_c
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

10.2. Aceros por elemento y posición

10.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Elementos de cimentación		B 500 S , Control Normal	5097	1.15

10.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

5.2. Cimentación

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
P1, P2, P3, P4, P5, P6	Zapata cuadrada Ancho: 180.0 cm Canto: 35.0 cm	X: 7Ø16 c/ 28 Y: 7Ø16 c/ 28

2.- COMPROBACIÓN

Referencia: M2 Dimensiones: 140 x 140 x 30 Armados: Xi:Ø12 c/ 20 Yi:Ø12 c/ 20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE -Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.316 Kp/cm ²	Cumple

-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 2.133 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 5.34 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.58 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores establecidos para</i>	Reserva seguridad: 378.5 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 87.77 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 8.58 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 5.51 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</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 (norma</i>	Calculado: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0016	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma</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>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</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", I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Calculado: 23 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P1 Dimensiones: 180 x 180 x 35 Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.906 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.946 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 14.34 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 14.11 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores críticos exigidos por</i>	Reserva seguridad: 14062.8 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 222.62 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 20.68 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 20.34 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 0.0018	
-En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma</i>	Mínimo: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple

Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed. INTEMAC 1991</i>	Calculado: 42 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 39 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 39 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 39 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2 Dimensiones: 180 x 180 x 35 Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.681 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.692 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 12.43 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 12.37 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores críticos exigidos por</i>	Reserva seguridad: 47380.1 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 195.16 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 17.92 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 17.83 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 0.0018	
-En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma</i>	Mínimo: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma</i>	Máximo: 30 cm	

-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1001</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed INTEMAC 1001</i>		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 34 cm Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3 Dimensiones: 180 x 180 x 35 Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.735 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.739 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 12.81 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 12.79 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores críticos exigidos por</i>	Reserva seguridad: 152731.5 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 201.74 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 18.46 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 18.43 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma</i>		
	Mínimo: 0.0019	

-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:	Máximo: 30 cm	
<i>Artículo 59.8.2 (norma</i>	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:	Mínimo: 10 cm	
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje:	Mínimo: 35 cm	
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 180 x 180 x 35		
Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.735 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.739 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 12.81 Tn-m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 12.79 Tn-m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores críticos exigidos por</i>	Reserva seguridad: 152731.5 %	Cumple
-En dirección Y:		
<i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 201.74 Tn/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 18.46 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 18.43 Tn	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
<i>Artículo 59.8.1 (norma</i>		

Espacio para anclar arranques en cimentación: -P4:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i> -En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma</i> -Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0019 Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma</i> -Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</i> -Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed INTEMAC 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 35 cm Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P5 Dimensiones: 180 x 180 x 35 Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> -Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.681 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.692 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X:	Momento: 12.43 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 12.37 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata: -En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores críticos exigidos por</i>	Reserva seguridad: 47380.1 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple

Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 195.16 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X:	Cortante: 17.92 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 17.83 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 0.0018	
-En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma)</i>	Mínimo: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Mínimo: 34 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P6 Dimensiones: 180 x 180 x 35 Armados: Xi:Ø16 c/ 28 Yi:Ø16 c/ 28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media:	Máximo: 2 Kp/cm ² Calculado: 1.906 Kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.5 Kp/cm ² Calculado: 1.946 Kp/cm ²	Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X:	Momento: 14.34 Tn·m	Cumple

-En dirección Y:	Momento: 14.11 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores establecidos en las normas</i>	Reserva seguridad: 14062.8 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 611.63 Tn/m ² Calculado: 222.62 Tn/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 20.68 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 20.34 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -P6:	Mínimo: 20 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 0.0018	
-En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma</i>	Mínimo: 0.0019	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación" I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", I Calavera ed INTEMAC 1991</i>	Calculado: 42 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 39 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 39 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 39 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.3. Pilares

1. Materiales

1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm ²)	γ_c
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

1.2. Aceros por elemento y posición

1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm ²)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kp/cm ²)
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

2. Armado de pilares y pantallas

2.1. Pilares

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
Segundo sumando: Armadura de cara X.
Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.
- H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.
- Hpx: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.
- Hpy: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.
- Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.
- Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).
- Nota:
Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.
El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn-m)

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	Pésimos			Referencia		
										N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.50x0.50	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		5.05	7.07	7.07	31.60	9.23	1.58	31.60	6.29	0.00
M2	1	0.50x0.50	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		5.05	7.07	7.07	31.60	9.23	1.58	31.60	6.29	0.00
P1	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.05	7.07	7.07	87.97	9.21	5.59	87.97	0.50	0.00
P2	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.05	7.07	7.07	77.11	8.07	4.90	77.11	0.13	0.00
P3	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		5.05	7.07	7.07	79.72	5.06	8.34	79.72	0.00	0.00

P4	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	5.05	7.07	7.07	79.72	5.06	8.34	79.72	0.00	0.00
P5	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	5.05	7.07	7.07	77.11	8.07	4.90	77.11	0.13	0.00
P6	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	5.05	7.07	7.07	87.97	9.21	5.59	87.97	0.50	0.00

3. Comprobación de la resistencia a cortante en pilares de hormigón

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Armaduras:
Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
Segundo sumando: Armadura de cara X.
Tercer sumando: Armadura de cara Y.
- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.
- Pésimos: Esfuerzos cortantes (mayorados) correspondientes a la combinación que produce el estado de tensiones tangenciales más desfavorable.
 - Nsd: Axil de cálculo [(+) compresión, (-) tracción] (Tn)
 - Qxsd, Qysd: Cortante de cálculo en cada dirección (Tn)
 - Qxrd, Qyrd: Cortante resistido en cada dirección (Tn)
 - Comprobación de la interacción en las dos direcciones (CC):

$$\sqrt{(Q_{xsd}/Q_{xrd})^2 + (Q_{ysd}/Q_{yrd})^2}$$
 - Origen de las solicitaciones pésimas:
G: Sólo gravitatorias
GV: Gravitatorias + viento
GS: Gravitatorias + sismo
GVS: Gravitatorias + viento + sismo
- Cumple:
Sí: CC ≤ 1
No: CC > 1
- Nota:
Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Pésimos						Origen	Cumple
						Nsd	Qxsd	Qxrd	Qysd	Qyrd	CC		
M1	1	0.50x0.50	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	31.60	-2.22	23.36	0.00	0.00	0.09	G	Sí
M2	1	0.50x0.50	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+4Ø12	Ø6c/15	31.60	2.22	23.36	0.00	0.00	0.09	G	Sí
P1	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	84.94	0.23	22.85	0.00	0.00	0.01	G	Sí
P2	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	74.08	-0.06	21.46	0.00	0.00	0.00	G	Sí
P3	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	76.69	0.02	21.79	0.00	0.00	0.00	G	Sí
P4	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	76.69	-0.02	21.79	0.00	0.00	0.00	G	Sí
P5	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	74.08	0.06	21.46	0.00	0.00	0.00	G	Sí
P6	1	0.40x0.40	0.00/5.05	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15	84.94	-0.23	22.85	0.00	0.00	0.01	G	Sí

4. Pésimos de pilares, pantallas y muros

4.1. Pilares

- Pl: Número de planta.
- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Piso superior: Es la sección correspondiente a la base del tramo superior al tramo anterior
- Pésimos: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo. Las columnas de pésimos que estén vacías indican que el pilar no cumple.
- Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

- Nota:
El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn-m)

Pilar	PI	Tramo	Pésimos			Referencia		
			N	Mx	My	N	Mx	My
M1	1	0.00/5.05	36.33	8.16	1.82	36.33	4.91	0.00
			31.60	9.23	1.58	31.60	6.29	0.00
M2	1	0.00/5.05	36.33	8.16	1.82	36.33	4.91	0.00
			31.60	9.23	1.58	31.60	6.29	0.00
P1	1	0.00/5.05	87.97	9.21	5.59	87.97	0.50	0.00
			84.94	8.89	5.39	84.94	0.64	0.00
P2	1	0.00/5.05	77.11	8.07	4.90	77.11	0.13	0.00
P3	1	0.00/5.05	79.72	5.06	8.34	79.72	0.00	0.00
P4	1	0.00/5.05	79.72	5.06	8.34	79.72	0.00	0.00
P5	1	0.00/5.05	77.11	8.07	4.90	77.11	0.13	0.00
P6	1	0.00/5.05	87.97	9.21	5.59	87.97	0.50	0.00
			84.94	8.89	5.39	84.94	0.64	0.00

5.4. Vigas

Información del listado de armado de vigas

Pórtico num.: n° de pórtico o alineación de vigas del grupo de plantas que se especifica a continuación.

Grupo de plantas: n° de orden del grupo de plantas.

Tramo n°: n° de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico.

L: Luz entre ejes de los elementos de apoyo (pilares, brochales, etc.) o a puntos de anclaje (calculados por el programa) de la armadura de positivos cuando no hay elementos de apoyo intermedios y la luz de la viga supera la longitud máxima de barra.

JACENA: Tipo de viga (plana, descolgada, celosía, pretensada, semi-invertida o cabeza colaborante).

SECCIÓN: B x H : dimensiones del ancho y del canto respectivamente cuando la viga es rectangular (tipo R)

B x H + B1 x H1: en vigas en L o T:

B x H: ancho por canto del alma

B1 x H1: ancho por canto del ala

A continuación se ofrecen analíticamente capacidades mecánicas y envolventes de esfuerzos (al ser envolventes, están mayorados) dividiendo la viga en seis partes iguales:

N.IZQ.0L: Nudo izquierdo.

L/6, 2L/6, L/2, 4L/6, 5L/6: Puntos intermedios equidistantes de la luz de la viga.

N.DER.1L: Nudo derecho.

E. cap. mom. neg. sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. neg. inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

Cap. mom neg repre sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom neg repre inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de

la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Env. momentos negat.: Envolvente superior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. momentos posit.: Envolvente inferior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Momentos repres.: Máximos relativos de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (máximo relativo en fracciones del tercio de la luz).

Env. cortantes negat.: Envolvente superior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. cortantes posit.: Envolvente inferior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Cortantes repres. (Vd): Máximos relativos de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga

Envolvente de torsión: Envolvente de esfuerzos torsores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Torsor borde apoyo (Td): Esfuerzo torsor en la cara o punto de contacto de la viga con el elemento de apoyo (con este dato se realiza la comprobación a compresión oblicua del hormigón por esfuerzo torsor).

Torsor agotamiento (Tu1): Es el momento torsor último que resiste la sección de hormigón a continuación se representa el armado de una viga a modo de ejemplo:

ARM.SUPERIOR: 2Ø16[0.15P+1.55=1.70], 3Ø12[<<1.5+1.45=2.95] ----- 2Ø20[1.60>>], 3Ø16[1.20+0.15P=1.35]

ARM. MONTAJE: 5Ø10[5.30]

ARM. MONTAJE ALAS: 4Ø10[5.30]

ARM.PIEL: 4Ø10[5.20]

ARM.INFERIOR: 3Ø16[0.20P+5.3+0.20P=5.70], 2Ø10[3.50]

ESTRIBOS: 6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00], 14x2eØ10+1rØ10c/0.30[4.00]

2Ø16[0.15P+1.55=1.70]: número de barras, calibre de éstas, longitud de la patilla, longitud recta y longitud total. Como longitud de la patilla se entiende la longitud recta vertical. Como longitud recta se entiende la distancia en la dirección de la viga.

3Ø12[<<1.5+1.45=2.95]: (número de barras, calibre de éstas, longitud de la barra que está en el tramo anterior, longitud de la barra en el tramo (medida desde el eje de apoyo) y longitud total).

6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00]: Armadura transversal (número de estribos en el intervalo de estribado, número de cercos por plano de armado, diámetro del cerco, número de ramas por plano de armado, diámetro de la rama, separación y longitud del intervalo).

Flecha posterior a tabiquería (incluso fluencia) = 1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de (DepAmes_Placa_850)

Sistema de unidades: M.K.S

Materiales:

Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

Acero: B 500 S , Control Normal

Armado de vigas

Obra: Pórtico para sostenimiento de cubierta de

Gr.pl. no 1 Cubierta --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	34.7	-----	-----	-----	-----	34.7	49.9
E. cap. mom. pos. inf.	-----	34.7	51.8	53.0	34.7	34.7	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	34.7(x= 0.25)		58.5(x= 5.60)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	34.7(x= 1.01)		55.3(x= 2.54)		10.4(x= 4.84)		
Env. momentos negat.	-2.0	9.9	17.3	17.7	10.7	-5.6	-37.4
Env. momentos posit.	-1.2	16.9	29.6	30.2	18.3	-3.3	-21.9
Momentos repres.	-2.4(0.11)		17.9(1.01)		31.5(2.54)		
Env. cortantes negat.	-----	11.5	4.0	-5.8	-18.5	-31.3	-----
Env. cortantes posit.	-----	19.6	6.9	-3.4	-10.9	-18.3	-----
Cortantes repres.	29.0(x= 0.25)		-41.3(x= 5.60)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.25)		0.00(x= 5.60)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: M1 ----- N.der.: P1

Arm.Superior: 3Ø16(0.25P+1.50=1.75) ----- 4Ø20(1.55>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+6.20=6.45)

Arm.Piel: 2Ø10(6.10)

Arm.Inferior: 3Ø25(0.25P+6.30=6.55), 3Ø20(3.50)

Estribos: 18x1eØ8c/0.19(3.40), 13x1eØ10c/0.15(1.95)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.459cm (L/1264)

Activa.....: 0.28cm (L/2072)

Tramo nº 2 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	49.9	34.7	-----	-----	-----	34.7	38.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	34.7	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	58.9(x= 0.20)		44.8(x= 5.60)				
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.97)		34.7(x= 4.44)		10.4(x= 4.83)		
Env. momentos negat.	-37.4	-9.1	6.2	10.7	7.8	-3.4	-29.0
Env. momentos posit.	-21.9	-5.3	10.5	18.3	13.4	-2.0	-17.0
Momentos repres.	-37.4(x= 0.00)		18.3(x= 2.90)		-29.0(x= 5.80)		
Env. cortantes negat.	-----	15.8	8.3	0.9	-11.2	-23.9	-----
Env. cortantes posit.	-----	26.9	14.2	1.5	-6.6	-14.0	-----
Cortantes repres.	37.0(x= 0.20)		-34.0(x= 5.60)				
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----

Torsor borde apoyo: 0.00(x= 0.20) 0.00(x= 5.60) Tor. agota.: 14.59

N.izq.: P1 ----- N.der.: P2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.55+1.85=3.40) ----- 3Ø20(1.55>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(6.10)

Arm.Piel: 2Ø10(6.10)

Arm.Inferior: 3Ø16(6.15), 2Ø20(3.50)

Estribos: 14x1eØ8c/0.12(1.68), 12x1eØ8c/0.2(2.32), 10x1eØ8c/0.14(1.40)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.171cm (L/3392)

Activa.....: 0.1cm (L/5800)

Tramo nº 3 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	38.7	34.7	-----	-----	-----	34.7	41.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	37.6	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	44.7(x= 0.20)				48.1(x= 5.60)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.97)		37.6(x= 2.90)		10.4(x= 4.83)		
Env. momentos negat.	-29.0	-2.5	9.0	12.6	8.6	-3.8	-31.0
Env. momentos posit.	-17.0	-1.4	15.4	21.4	14.7	-2.3	-18.2
Momentos repres.	-29.0(x= 0.00)		21.4(x= 2.90)		-31.0(x= 5.80)		
Env. cortantes negat.	-----	14.7	7.2	-0.4	-13.1	-25.8	-----
Env. cortantes posit.	-----	25.1	12.3	-0.2	-7.7	-15.1	-----
Cortantes repres.	35.1(x= 0.20)				-35.9(x= 5.60)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.60)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P2 ----- N.der.: P3

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.55+1.55=3.10) ----- 4Ø20(1.50>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(6.10)

Arm.Piel: 2Ø10(6.10)

Arm.Inferior: 4Ø16(6.15), 2Ø20(3.50)

Estribos: 12x1eØ8c/0.13(1.56), 12x1eØ8c/0.2(2.28), 13x1eØ8c/0.12(1.56)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.234cm (L/2479)

Activa.....: 0.14cm (L/4143)

Tramo nº 4 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	41.4	34.7	-----	-----	-----	34.7	41.4
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	35.8	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	48.2(x= 0.20)				48.2(x= 5.60)		
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.97)		35.8(x= 2.90)		10.4(x= 4.83)		
Env. momentos negat.	-31.0	-4.1	8.2	12.0	8.2	-4.1	-31.0
Env. momentos posit.	-18.2	-2.4	14.1	20.4	14.1	-2.4	-18.2
Momentos repres.	-31.0(x= 0.00)		20.4(x= 2.90)		-31.0(x= 5.80)		
Env. cortantes negat.	-----	14.9	7.4	0.0	-12.7	-25.4	-----
Env. cortantes posit.	-----	25.4	12.7	0.0	-7.4	-14.9	-----
Cortantes repres.	35.5(x= 0.20)				-35.5(x= 5.60)		
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.60)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P3 ----- N.der.: P4

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 4Ø20(1.50>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.10)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.10)
 Arm.Inferior: 3Ø20(6.20), 2Ø16(3.50)
 Estribos: 13x1eØ8c/0.12(1.56), 11x1eØ8c/0.2(2.28), 13x1eØ8c/0.12(1.56)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.213cm (L/2724)
 Activa.....: 0.125cm (L/4640)

Tramo nº 5 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	41.4	34.7	-----	-----	-----	34.7	38.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	37.6	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	48.1(x= 0.20)			44.7(x= 5.60)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.97)			37.6(x= 2.90)	10.4(x= 4.83)		
Env. momentos negat.	-31.0	-3.8	8.6	12.6	9.0	-2.5	-29.0
Env. momentos posit.	-18.2	-2.3	14.7	21.4	15.4	-1.4	-17.0
Momentos repres.	-31.0(x= 0.00)			21.4(x= 2.90)	-29.0(x= 5.80)		
Env. cortantes negat.	-----	15.1	7.7	0.2	-12.3	-25.1	-----
Env. cortantes posit.	-----	25.8	13.1	0.4	-7.2	-14.7	-----
Cortantes repres.	35.9(x= 0.20)			-35.1(x= 5.60)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.60)	Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P4 ----- N.der.: P5

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.50+1.50=3.00) ----- 3Ø20(1.55>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.10)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.10)
 Arm.Inferior: 4Ø16(6.15), 2Ø20(3.50)
 Estribos: 13x1eØ8c/0.12(1.56), 12x1eØ8c/0.2(2.28), 12x1eØ8c/0.13(1.56)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.234cm (L/2479)
 Activa.....: 0.14cm (L/4143)

Tramo nº 6 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	38.7	34.7	-----	-----	-----	34.7	49.9
E. cap. mom. pos. inf.	-----	10.4	34.7	34.7	34.7	10.4	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	44.8(x= 0.20)			58.9(x= 5.60)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.97)			34.7(x= 4.44)	10.4(x= 4.83)		
Env. momentos negat.	-29.0	-3.4	7.8	10.7	6.2	-9.1	-37.4
Env. momentos posit.	-17.0	-2.0	13.4	18.3	10.5	-5.3	-21.9
Momentos repres.	-29.0(x= 0.00)			18.3(x= 2.90)	-37.4(x= 5.80)		
Env. cortantes negat.	-----	14.0	6.6	-1.5	-14.2	-26.9	-----
Env. cortantes posit.	-----	23.9	11.2	-0.9	-8.3	-15.8	-----
Cortantes repres.	34.0(x= 0.20)			-37.0(x= 5.60)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)			0.00(x= 5.60)	Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P5 ----- N.der.: P6

Arm.Superior: 3Ø20(<<1.55+1.55=3.10) ----- 4Ø20(1.85>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(6.10)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.10)
 Arm.Inferior: 3Ø16(6.15), 2Ø20(3.50)
 Estribos: 10x1eØ8c/0.14(1.40), 12x1eØ8c/0.2(2.32), 14x1eØ8c/0.12(1.68)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.171cm (L/3392)
 Activa.....: 0.101cm (L/5743)

Tramo nº 7 (L= 5.80) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 70
--

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	49.9	34.7	-----	-----	-----	-----	34.7
E. cap. mom. pos. inf.	-----	34.7	34.7	53.0	51.8	34.7	-----
Cap. mom. neg. repre. sup.	58.5(x= 0.20)			34.7(x= 5.76)			
Cap. mom. pos. repre. inf.	10.4(x= 0.96)		55.3(x= 3.26)		34.7(x= 5.17)		
Env. momentos negat.	-37.4	-5.6	10.7	17.7	17.3	9.9	-2.0
Env. momentos posit.	-21.9	-3.3	18.3	30.2	29.6	16.9	-1.2
Momentos repres.	-37.4(0.0)		31.5(3.26)		17.9(4.79) -2.4(5.69)		
Env. cortantes negat.	-----	18.3	10.9	3.4	-6.9	-19.6	-----
Env. cortantes posit.	-----	31.3	18.5	5.8	-4.0	-11.5	-----
Cortantes repres.	41.3(x= 0.20)			-29.0(x= 5.55)			
Envolvente de torsión	-----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----
Torsor borde apoyo:	0.00(x= 0.20)		0.00(x= 5.55)		Tor. agota.: 14.59		

N.izq.: P6 ----- N.der.: M2

Arm.Superior: 4Ø20(<<1.85+1.55=3.40) ----- 3Ø16(1.50+0.25P=1.75)
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.20+0.25P=6.45)
 Arm.Piel: 2Ø10(6.10)
 Arm.Inferior: 3Ø25(6.30+0.25P=6.55), 3Ø20(3.50)
 Estribos: 13x1eØ10c/0.15(1.95), 18x1eØ8c/0.19(3.40)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.468cm (L/1240)
 Activa.....: 0.286cm (L/2028)

6. Documentación adjunta

Se incluyen a continuación las salidas del Prontuario Informático del Hormigón Estructural del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (Prontuario IECA), v 3.0, empleado para el cálculo de secciones, y la documentación correspondiente a los elementos prefabricados (forjados de viguetas y placa alveolar).



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m3 en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 17:54:44

Características mecánicas de las secciones

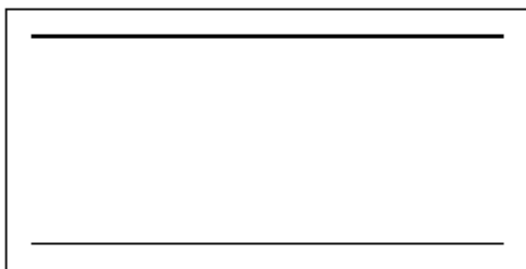
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : VERT_INT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.053
rs [m] = 0.051
A_i [cm2] = 14.10
A_s [cm2] = 10.10



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.517
Ix [m4]	0.0104	0.0111
Iy [m4]	0.0417	0.0428
ix [m]	0.14	0.15
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0015
Mfis [kN·m]	128.9
y'fis [m]	0.08



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m³ en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 17:55:47

Comprobación de secciones a flexión simple

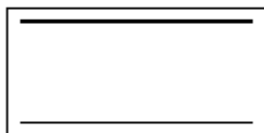
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
f_{ck} [MPa] = 30.00
f_{yk} [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

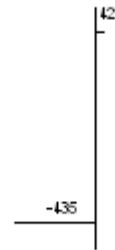
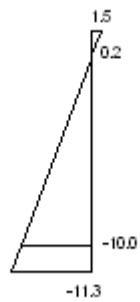
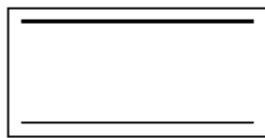
- Sección

Sección : VERT_INT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r_i [m] = 0.053
r_s [m] = 0.051



2 Comprobación

A_t [cm²] = 14.1
A_c [cm²] = 10.1
M_u [kN·m] = 259.7



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.059$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 25.7$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.5$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.3$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.051	10.1	0.2	-42.2
0.447	14.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m3 en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 18:22:17

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

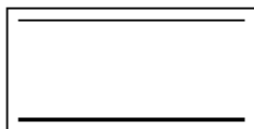
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : VERT_INT
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.50



2 Comprobación

ρ_l [.1.E-3] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 187.2



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m3 en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 18:23:16

Características mecánicas de las secciones

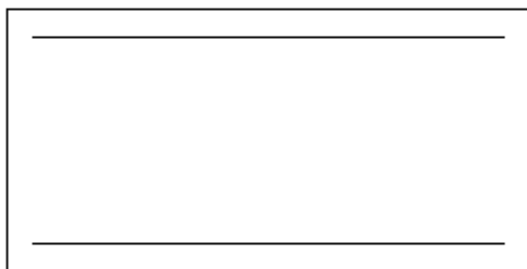
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : VERT_EXT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.053
rs [m] = 0.053
A_i [cm²] = 10.10
A_s [cm²] = 14.10



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.517
Ix [m4]	0.0104	0.0111
Iy [m4]	0.0417	0.0428
ix [m]	0.14	0.15
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0011
Mfis [kN·m]	127.7
y'fis [m]	0.07



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m³ en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 18:24:21

Comprobación de secciones a flexión simple

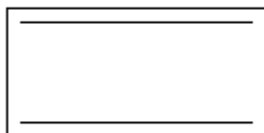
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
f_{ck} [MPa] = 30.00
f_{yk} [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

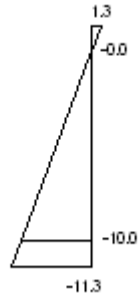
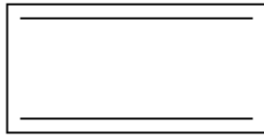
- Sección

Sección : VERT_EXT
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r_i [m] = 0.053
r_s [m] = 0.053



2 Comprobación

A_t [cm²] = 10.1
A_c [cm²] = 14.1
M_u [kN·m] = 188.5



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.052$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 25.3$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.3$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.3$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.053	14.1	-0.0	6.4
0.447	10.1	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m3 en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 18:25:25

Características mecánicas de las secciones

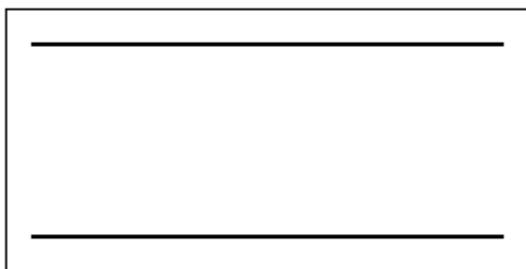
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : HORIZ
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.066
rs [m] = 0.066
A_i [cm2] = 9.60
A_s [cm2] = 9.60



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.5000	0.513
Ix [m4]	0.0104	0.0109
Iy [m4]	0.0417	0.0426
ix [m]	0.14	0.15
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.25	0.25

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0010
Mfis [kN·m]	126.0
y'fis [m]	0.07



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m³ en Ames
Fecha: 26/11/2007
Hora: 18:25:47

Comprobación de secciones a flexión simple

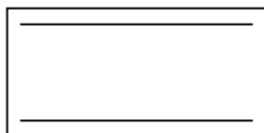
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

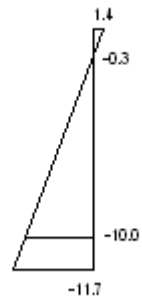
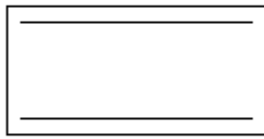
- Sección

Sección : HORIZ
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.066
rs [m] = 0.066



2 Comprobación

At [cm²] = 9.6
Ac [cm²] = 9.6
Mu [kN·m] = 176.2



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.053$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 26.2$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.4$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.7$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.066	9.6	-0.3	67.3
0.434	9.6	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m³ en Ames
Fecha: 27/11/2007
Hora: 1:21:45

Comprobación de secciones a flexión simple

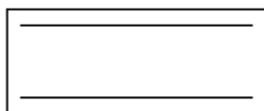
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
f_{ck} [MPa] = 30.00
f_{yk} [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

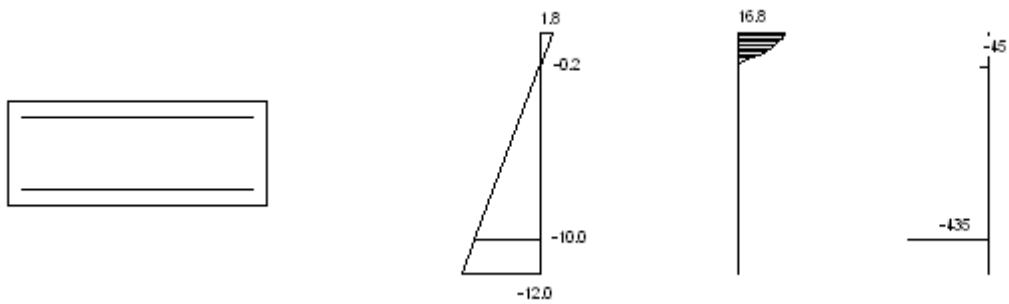
- Sección

Sección : ZAP_PER_SUP
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
r_i [m] = 0.058
r_s [m] = 0.058



2 Comprobación

A_t [cm²] = 11.3
A_c [cm²] = 11.3
M_u [kN·m] = 160.7



Plano de deformación de agotamiento

$$x \quad [\text{m}] \quad = 0.051$$

$$1/r \quad [1/\text{m}] \cdot 1.E-3 = 34.3$$

$$\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.8$$

$$\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -12.0$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm ²]	· 1.E-3	[MPa]
0.058	11.3	-0.2	45.4
0.342	11.3	-10.0	434.8



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m3 en Ames
Fecha: 27/11/2007
Hora: 1:22:36

Características mecánicas de las secciones

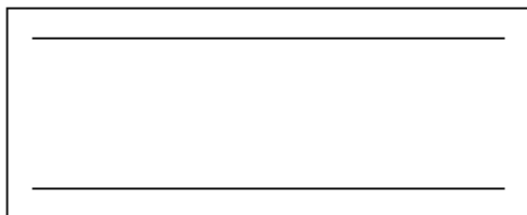
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : ZAP_PER_SUP
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
ri [m] = 0.056
rs [m] = 0.056
A_i [cm2] = 11.30
A_s [cm2] = 11.30



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.4000	0.416
Ix [m4]	0.0053	0.0057
Iy [m4]	0.0333	0.0344
ix [m]	0.12	0.12
iy [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.20	0.20

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0007
Mfis [kN·m]	82.0
y'fis [m]	0.07



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Secciones de muro para depósito de 10000 m³ en Ames
Fecha: 27/11/2007
Hora: 1:23:41

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

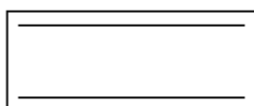
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
f_{ck} [MPa] = 30.00
f_{yk} [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : ZAP_PER_SUP
b₀ [m] = 1.00
h [m] = 0.40



2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 3.3
N_d [kN] = 0.0
V_u [kN] = 154.8