



ANEJO 23 ESTRUCTURAS



07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA	
CARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023	
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11	
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023	

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA.

Se trata de un depósito de abastecimiento de agua que consta de una planta enterrada bajo rasante, una entrada a pie de calle sobre tramex, planta cubierta del depósito y planta cubierta de entrada.

La estructura proyectada es porticada compuesta por muros, pilares y vigas de hormigón armado, con las siguientes consideraciones:

- Cimentación mediante losa de hormigón armado de canto 40 cm, apoyada en el N.G. 3.
- Pilares de hormigón armado, de dimensiones 40 x 40 cm.
- Forjados reticulares en planta cubierta de entrada de canto 25+5 cm, intereje 72 cm y ancho de nervio 12 cm, aligerado con bloques perdidos de hormigón.
- Forjado de losa maciza de 30 cm de canto en planta cubierta de depósito.
- Muros de contención de hormigón armado de espesor 40 cm.

2. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO CONSIDERADA EN EL CÁLCULO.

Código Técnico de la Edificación - CTE:

- DB-SE: Seguridad Estructural
- DB-SE AE: Acciones en la Edificación.
- DB-SE-C: Cimientos.
- DB-SE-A: Acero.

Código Estructural, CE.

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.

Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02.

3. ACCIONES CONSIDERADAS.

3.1. ACCIONES GRAVITATORIAS.

Niveles	Sobrecarga de Uso	Sobrecarga Tabiquería	Peso propio del Forjado	Peso propio del Solado	Carga Total
FOSO DE ENTRADA	0,20 T/m ²	0,10 T/m ²	1,00 T/m ²	0,16 T/m ²	1,46 T/m ²
CIMENTACIÓN LOSA DE DEPÓSITO	5,00 T/m ²	0,00 T/m ²	1,00 T/m ²	0,16 T/m ²	6,16 T/m ²
CUBIERTA DE DEPÓSITO	0,24 T/m ²	0,10 T/m ²	0,75 T/m ²	0,16 T/m ²	1,25 T/m ²
CUBIERTA DE ENTRADA	0,24 T/m ²	0,10 T/m ²	0,46 T/m ²	0,15 T/m ²	0,95 T/m ²

3.2. VIENTO.

CTE DB SE-AE.

Zona eólica: A.

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

q_b Es la presión dinámica del viento, que toma los valores de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y de 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C según el Mapa Eólico del CTE DB-SE-“Acciones”.



Figura: Mapa eólico con la definición de las regiones tipo A, B y C.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado. Se calcula con la siguiente expresión:

$$C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k).$$

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z)/L)$$

Para un grado de aspereza IV según la tabla D.2 “Coeficientes para tipo de entorno”, los parámetros son:

$$K = 0,22$$

$$L (m) = 0,3$$

$$z (m) = 5,0.$$



Z (m) = 7,10.

Por tanto:

$$F = 0,22 \cdot \ln(7,10/0,3) = 0,696.$$

$$c_e = 0,8151 \cdot (0,8151 + 7 \cdot 0,22) = 1,55.$$

c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (t/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.026	0.35	0.70	-0.34	0.44	0.70	-0.37

3.3. SISMO.

Norma de Construcción Sismorresistente **NCSE-02**

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Provincia: Málaga. Término: Antequera.

Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal

Aceleración sísmica básica (a_b): 0.09 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)

Coeficiente de contribución (K): 1.00

Coeficiente adimensional de riesgo (ρ): 1

Coeficiente según el tipo de terreno (C): 1,42(según cálculo realizado por estudio geotécnico).

Coeficiente de amplificación del terreno (S): 1,12

Aceleración sísmica de cálculo ($a_c = S \times \rho \times a_b$): **0,10g**

Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral

Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)

Fracción de la sobrecarga a considerar: 0.50

Número de modos: 3

Coeficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja)

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno.

4. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

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

- **Situaciones persistentes o transitorias**

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- **Situaciones sísmicas**

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

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

γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

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

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Y COEFICIENTES DE COMBINACIÓN.

E.L.U. de rotura. Hormigón: CTE-CE

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

E70025107E00R6U1F1R4A9G3



Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:
⁽¹⁾ 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 30 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: CTE-CE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Tensiones sobre el terreno y desplazamientos.

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

6. MATERIALES UTILIZADOS.

HORMIGÓN

HA-30, control estadístico, $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$, $\gamma_c = 1'50$ en cimentación, muros de sótano, pilares, vigas y forjados.

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón (en compresión f_{cd} o en tracción $f_{ct,d}$) el valor de la resistencia característica de proyecto f_{ck} correspondiente, dividido por el coeficiente parcial de seguridad γ_c , que adopta el valor que anteriormente indicábamos, según la situación de proyecto sea Persistente o Accidental.

Los valores de cálculo establecidos suponen que la carga total no actúa antes de los 28 días.

- Resistencia característica (f_{ck}) mínima a los 28 días = 30 N/mm^2 .

- Consistencia: Fluida.

Asiento por el cono de Abrams = $10 - 15 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$.

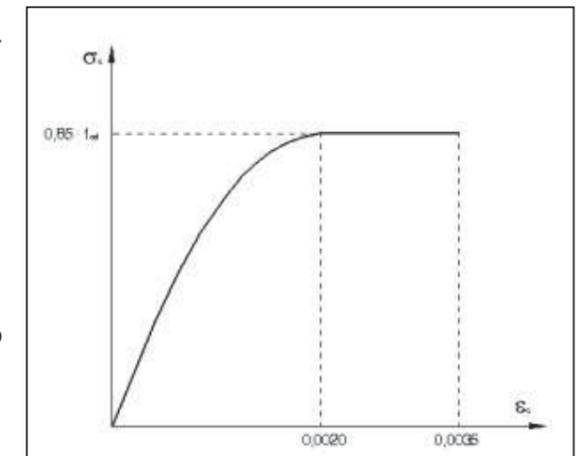
[Recomendación según el artículo 33.5 del CE]

- Módulo de deformación longitudinal secante para una resistencia mínima de 30 N/mm^2 :

$$E = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}} = 26.411,47 \text{ N/mm}^2$$

- Diagrama tensión-deformación del hormigón:

El que se muestra en la imagen corresponde al Diagrama Parábola-Rectángulo. (Anejo 19 apartado 3.1 del CE.)



TIPO DE HORMIGÓN	CARÁCTERÍSTICAS		RESIST. CARACT. (N/mm ²)	
	TIPO DE CEMENTO	ASIENTO EN CONO ABRAMS	A LOS 7 DÍAS	A LOS 28 DÍAS
Armado HA-30	CEM III	F Fluida	----	30

Ambiente:

Clase de exposición XD2 (cimentación, muros de sótano, pilares, vigas y forjados).

- Abertura máxima de fisura: $w_{m\acute{a}x} = 0'2 \text{ mm}$ (XD2)
- Recubrimiento nominal: 45 mm (XD2). Se ha considerado una vida útil de proyecto de 50 años según la tabla 5.1. del CE.

Máxima relación a/c: $0'50$ para para XC2.

Mínimo contenido en cemento: 325 kg/m^3 clase XD2.

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3



Tabla 5.1. Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura ⁽¹⁾

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal ⁽²⁾	Entre 3 y 10 años
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas	Entre 15 y 50 años
Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10 metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media	50 años
Edificios de carácter monumental o de importancia especial	100 años
Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta	100 años

⁽¹⁾ Cuando una estructura esté constituida por diferentes partes, podrá adoptarse para tales partes diferentes

Tabla 44.2.1.1.a Recubrimientos mínimos (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por carbonatación

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (tL), (años)	
			50	100
X0	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
XC1, XC2 ó XC3	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
XC4	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 44.2.1.1.b Recubrimiento mínimo (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por cloruros

Tipo de elemento	Cemento	Vida útil de proyecto (t_d) (años)	Clase de exposición			
			XS1,	XS2	XS3	XD1, XD2, XD3
Hormigón armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, , CEM II/B-V, CEM II/A-D u hormigón con adición de microsilíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	45	35
		100	30	35	50	40
	CEM II/B-S, B-P	50	30	35	65	40
		100	35	40	70	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	40	45	*	*
		100	65	*	*	*
Hormigón pretensado	CEM II/A-D o bien CEM I con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	50	40
		100	35	40	65	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	45	55	*	*
		100	*	*	*	*

(*) Estas situaciones obligan a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda realizar un estudio específico para establecer el espesor de recubrimiento necesario en función de las condiciones de agresividad y la vida útil requerida.

$$c_{non} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

donde:

c_{non} : recubrimiento nominal, en mm.

c_{min} : recubrimiento mínimo, en mm, según los apartados 44.2.1, 44.3, 44.4 o 44.5.

Δc_{dev} : margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será conforme a la tabla 43.4.1.

Tabla 43.4.1 Margen de recubrimiento en función del nivel de control de ejecución

Tipo de elemento	Δc_{dev} [mm]
Elementos prefabricados con nivel intenso de control en la instalación de prefabricación (en obra o ajena a la obra)	0
Elementos ejecutados <i>in situ</i> con nivel intenso de control de ejecución	5
Otros casos	10

Como resumen, exponemos en una tabla detallada las características del hormigón que se han empleado para realizar la revisión estructural:

Elemento	Tipo de Hormigón
Cimentación y Muros de Sótano	HA-30/F/20/XD2
Pilares	HA-30/F/15/XD2
Vigas y Forjados	HA-30/F/15/XD2



ACERO CORRUGADO.

B 500S, control normal, $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $\gamma_s = 1.15$.

Para las barras corrugadas, se definen sus características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante, de acuerdo al CE, ante el ensayo de tracción:

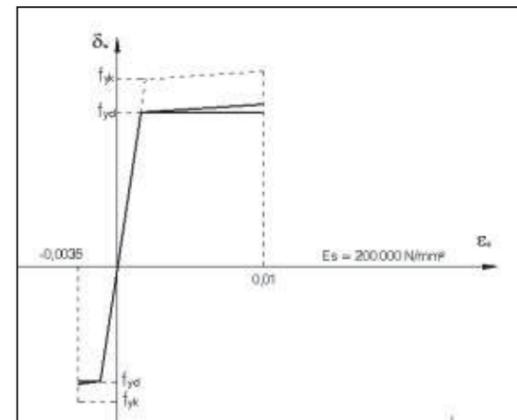
DESIGNACIÓN	CLASE DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO f_y en N/mm^2 no menor que (1)	CARGA UNITARIA DE ROTURA f_s en N/mm^2 no menor que (1)	ALARGAMIENTO DE ROTURA EN % sobre base de diámetros no menor que (1)	RELACIÓN f_s/f_y EN ENSAYO, no menor que (2)
B 500 S	Soldable	500	500	12	1,05

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación mínima admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo.

La designación de las barras a emplear en los distintos elementos estructurales de la obra es (Se adjunta el diagrama de tensión-deformación de cálculo del acero para armaduras pasivas, de acuerdo al apartado 3.2.7 del anejo 19 del CE).

Elemento	Tipo de Acero
Cimentación y Muros Sótano	B-500S
Pilares	B-500S
Vigas y Forjados	B-500S



7. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS CONSIDERADOS EN LOS CÁLCULOS.

Se dispone de un estudio geotécnico realizado en la parcela por la empresa CONANMA con fecha 15 de Septiembre de 2021 y referencia 13848.

Las prospecciones realizadas han puesto de manifiesto un subsuelo compuesto por el siguiente perfil litológico:

- Nivel 1: De 0,00 a 0,60/3,00 m: Limos carbonatados blanquecinos.
- Nivel 2: De 1,60 m. a 8,00 m: Arcillas limosas marrones – rojizas.
- Nivel 3: De 2,00/7,00 m. en adelante: Margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates.

Nivel de agua: No se ha detectado el nivel freático a la profundidad investigada en los ensayos de campo.

Agresividad: A la vista de los ensayos realizados, en el caso particular, el medio no es agresivo al hormigón.

Tipo de cimentación adoptada: Losa de hormigón armado de canto 40 cm. apoyada en el nivel geotécnico 3 (margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates) con una carga admisible de $1,30 \text{ kg/cm}^2$ y con un coeficiente de balasto $K_{30}=8000 \text{ t/m}^3$ y $K_s=1531 \text{ t/m}^3$.

Para el cálculo de muros, se consideran los siguientes parámetros del terreno (relleno):

Cohesión: $c = 1,00 \text{ kp/cm}^2$

Densidad: $\gamma = 2,00 \text{ t/m}^3$

Ángulo de rozamiento interno: $\phi = 19^\circ$

8. MODELIZACIÓN ADOPTADA EN LOS CÁLCULOS.

Secciones de hormigón armado

Los criterios considerados en el armado siguen las especificaciones del CE, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de cargas, las disposiciones de armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones. El método de cálculo es el denominado por la Norma como de los "estados límite". Se han efectuado las siguientes comprobaciones:

Estado límite de equilibrio (Anejo 18 del C.E. apartado 6.4.2).

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras.

Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (Artículo 19.5.2, Artículo 19.5.8.3.1, Artículo 19.5.8.8 y Artículo 19.6.1).

Se comprueban a rotura las barras sometidas a flexión y axil debidos a las cargas mayoradas. Se consideran las excentricidades mínimas de la carga en dos direcciones (no simultáneas), en el cálculo de pilares.

Estado límite de inestabilidad (Artículo 43°).

Se realiza la comprobación del efecto del pandeo en los pilares de acuerdo con el artículo 43.5.3 (Estado Límite de Inestabilidad / Comprobación de soportes aislados / Método aproximado) de la norma EHE.

La longitud de pandeo de los pilares de hormigón se toma igual a la distancia real entre caras superiores de forjados.

Estado límite de agotamiento frente a cortante (Anejo 9 del C.E. apartado 5.6).

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las sollicitaciones tangentes de cortante producidas por las cargas mayoradas.

Estado límite de agotamiento por torsión (Anejo 9 del C.E. apartado 5.7).

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las sollicitaciones normales y tangenciales de torsión producidas en las barras por las cargas mayoradas. También se comprueban los efectos combinados de la torsión con la flexión y el cortante.

Estado límite de punzonamiento (Anejo 9 del C.E. apartado 5.8).

Se comprueba la resistencia a punzonamiento en zapatas, forjados reticulares, losas de forjado y losas de cimentación producido en la transmisión de sollicitaciones a los o por los pilares.

Estado límite de fisuración (Anejo 19 del C.E. apartado 7.3).

Se calcula la máxima fisura de las barras sometidas a las combinaciones cuasi permanentes de las cargas introducidas en las distintas hipótesis.

Estado límite de deformación (Anejo 19 del C.E. apartado 7.4).

Se calcula la deformación de las barras sometidas a las combinaciones correspondientes a los estados límite de servicio de las cargas introducidas en las distintas hipótesis de carga. El valor de la inercia de la sección considerada es un valor intermedio entre el de la sección sin fisurar y la sección fisurada (fórmula de Branson).

Consideraciones sobre el armado de secciones

Se ha considerado un diagrama rectangular de respuesta de las secciones, asimilable al diagrama



parábola-rectángulo pero limitando la profundidad de la línea neutra en el caso de flexión simple.

En el armado longitudinal de vigas y diagonales se han dispuesto unas armaduras repartidas en un máximo de dos filas de redondos, estando los redondos separados entre sí según las especificaciones de la Norma: 2 cm si el diámetro del redondo es menor de 20 mm y un diámetro si es mayor. No se consideran grupos de barras. En cualquier caso, la armadura de montaje de vigas puede ser considerada a los efectos resistentes.

En el armado longitudinal de pilares se han dispuesto unas armaduras repartidas como máximo en una fila de redondos, de igual diámetro, y, opcionalmente, con armadura simétrica en sus cuatro caras para el caso de secciones rectangulares. En el caso de secciones rectangulares, se permite que el diámetro de las esquinas sea mayor que el de las caras. Se considera una excentricidad mínima de $h/30$ no inferior a 20 mm, siendo h el canto de la sección, en cada uno de los ejes principales de la sección, aunque no de forma simultánea. La armadura se ha determinado considerando un estado de flexión esviada, comprobando que la respuesta real de la sección de hormigón más acero es menor que las diferentes combinaciones de solicitaciones que actúan sobre la sección. La cuantía de la armadura longitudinal de los pilares será, al menos, la fijada por la Norma: un 4‰ del área de la sección de hormigón.

Cuando la respuesta de la sección de hormigón y de la armadura longitudinal de montaje no son suficientes para poder resistir las solicitaciones a las que está sometida la barra o el área de acero es menor que la cuantía mínima a tracción, se han colocado las armaduras de refuerzo correspondientes.

La armadura longitudinal inferior (montaje más refuerzos) se prolonga hasta los pilares con un área igual al menos a $1/3$ de la máxima área de acero necesaria por flexión en el vano y, en las áreas donde exista tracción, se coloca al menos la cuantía mínima a tracción especificada por la Norma. Las cuantías mínimas utilizadas son:

- ACERO B 400 S 3,3 ‰
- ACERO B 500 S 2,8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección de hormigón.

Se limita el máximo momento flector a resistir a $0,45 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a las especificaciones de la Norma, se reducen las longitudes de anclaje de los refuerzos cuando el área de acero colocada en una sección es mayor que la precisada según el cálculo.

En el armado transversal de vigas y diagonales se ha considerado el armado mínimo transversal como la suma de la resistencia a cortante del hormigón y de la resistencia del área de los cercos de acero, que cumplan las condiciones geométricas mínimas del CE y los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-02. Las separaciones entre estribos varían en función de los cortantes encontrados a lo largo de las barras.

En el armado transversal de pilares se ha considerado el armado mínimo transversal con las mismas condiciones expuestas para las vigas. Se ha calculado una única separación entre cercos para toda la longitud de los pilares, y en el caso de que sean de aplicación los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-02 se calculan tres zonas de estriado diferenciadas.

9. COMPROBACIONES PARTICULARES PARA TIPOLOGÍAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Muros de Sótano

Criterios de cálculo

Los muros de sótano trabajan a flexión compuesta, recibiendo las cargas verticales de los pilares y de los forjados que apoyan sobre ellos, además de los empujes horizontales del terreno y del agua por debajo del nivel freático. Son elementos estructurales de contención de tierras sobre los

que apoyan pilares o forjados provenientes de la estructura.

El cálculo estructural del muro se realiza suponiendo que existen apoyos en los elementos horizontales unidos al muro; en concreto se supone que existen apoyos horizontales al menos en la base y en la parte superior del muro. Tales elementos horizontales (vigas y forjados) deben estar contruidos previamente al muro para que puedan transmitir las acciones horizontales producidas al rellenar el trasdós. Por lo tanto, si el muro se construye hormigonando contra el terreno, es indispensable colocar los apeos convenientes hasta que los forjados o vigas puedan estabilizar el muro a vuelco y deslizamiento, a la vez que soportan las cargas provocadas por el empuje del terreno.

Los muros apoyados en losas de cimentación transmiten sus cargas a éstas. El grado de empotramiento entre la losa de cimentación y el muro vendrá dado por la rigidez impuesta a las barras contenidas en el muro, siendo, en general, más próximo al apoyo que al empotramiento. Estos muros carecen de zapata, debiéndose disponer en la losa las esperas necesarias para el armado del muro.

Acciones horizontales

En la determinación del valor de los empujes, se considera el coeficiente de empuje en reposo del terreno, de valor $1/K_a$, donde K_a es el coeficiente de empuje activo. El terreno por encima de la cota del nivel freático se considera siempre seco. El empuje por debajo de la cota del nivel freático es la suma del empuje producido por la presión hidrostática y del empuje producido por el terreno considerando su densidad sumergida. Si existe sobrecarga en coronación se asimila a una presión uniforme en toda la altura del muro.

El cálculo del empuje producido por la acción sísmica, según NCSE, se realiza afectando de un factor de mayoración al valor del coeficiente de empuje del terreno, igual a 1 más la aceleración sísmica de cálculo dividida por g (aceleración de la gravedad).

Acciones verticales

Pilares y vigas contenidas en el muro

A los efectos de considerar la carga vertical actuante sobre el muro, el programa determina la carga media por metro lineal de muro transmitida por los pilares contenidos, así como la carga de las vigas embutidas en el muro, que no transmiten su carga a ningún pilar.

Apoyos en cabeza o dentro del muro

Los apoyos en cabeza o dentro del muro que supongan al menos una reacción vertical, transmiten acciones también verticales al muro, de la siguiente forma:

- Apoyos de pilares en cabeza o dentro del muro. Transmiten la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.
- Apoyos de vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten la reacción vertical del apoyo, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.
- Apoyos de vigas embutidas en el muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Las reacciones del apoyo no se tienen en cuenta, ya que las cargas de las vigas son asumidas directamente por el programa.
- Apoyos sobre los que descansan conjuntamente pilares y vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten únicamente la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.

Combinaciones

Se consideran dos hipótesis para el cálculo transversal (armadura vertical) del muro:

- HIPOTESIS 1. Actuación de las acciones del terreno.
- HIPOTESIS 2. Actuación conjunta de las acciones del terreno y de la carga vertical.

Se consideran dos situaciones en la unión entre el muro y la zapata: apoyo simple o



empotramiento del muro en la zapata.

A efecto del cálculo del muro, se considera la excentricidad producida por la reacción en la zapata respecto al eje del muro, a la altura de arranque del muro de cota inferior.

Cálculo de la armadura transversal (vertical)

La armadura transversal en cada cara del muro y para cada altura del muro se dimensiona para la combinación más desfavorable de esfuerzos, compresión y flexión, de las hipótesis anteriores, y para un ancho de muro de un metro.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura del apartado 9.6.2 y apartado 9.6.4 del anejo 19 del CE. También se realiza la comprobación del E.L.S. de Fisuración, de acuerdo con el apartado 7.3 del anejo 19 del CE.

Cálculo de la zapata del muro

La zapata del muro se calcula utilizando las mismas hipótesis consideradas en el cálculo de la cimentación. Ver apartado de Cálculo de Cimentación.

Cálculo de la armadura longitudinal (horizontal)

Se considera el muro en su sentido longitudinal como una viga continua recibiendo como carga la tensión del terreno. Para los momentos positivos y negativos que tiene que resistir se comprueba la respuesta de la sección del muro con las armaduras horizontales debidas a las cuantías mínimas.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura del apartado 9.6.3 del anejo 19 del CE, para la armadura horizontal.

Se comprueba la armadura frente a la aparición de tracciones horizontales, teniendo que resistir la armadura longitudinal una fuerza de valor:

$$T = 0,3 \cdot Nu \cdot (1 - d/L)$$

donde:

L: es la mayor luz entre pilares

Nu: es el axil máximo de los pilares, distribuida en la altura del muro o en una altura menor si la menor luz entre pilares es menor que la altura del muro.

Armado de pilares con continuidad dentro del muro

Los pilares de hormigón dentro del muro prolongan el armado del pilar a cota inmediatamente superior exento al muro. De esta forma el armado de pilares embutidos se hace continuo hasta la zapata del muro, tanto para pilares con lado igual como mayor que el espesor del muro.

Cálculo de forjados reticulares y forjados de losa maciza

Los forjados reticulares responden a la tipología de losa aligerada de canto constante; con bloques aligerantes perdidos o recuperables (casetones). Las losas de forjado responden a la tipología de placas macizas de canto constante.

Un mismo plano (horizontal o inclinado) puede contar con uno o varios forjados reticulares y/o losas. Un mismo pilar - ábaco puede pertenecer a varios forjados reticulares y/o losas.

Modelización

Los forjados reticulares y las losas de forjado se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales entre sí. Dichas barras, junto con las del resto de la estructura conforman la matriz de rigidez de la misma. El cálculo de solicitaciones se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones, y presentando cada nudo seis grados de libertad, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño de los pilares ya comentadas en el apartado 5 de esta Memoria. No se utilizan, por

tanto, simplificaciones del tipo 'pórticos virtuales' o 'líneas de rotura'.

Las características del material (módulo de Young, de Poisson y coeficiente de dilatación térmica) son propias para los forjados reticulares y losas de forjado.

Las cargas introducidas en los forjados reticulares y losas se consideran concentradas en los nudos (puntos de intersección de los nervios de ambas direcciones).

No es conveniente utilizar distancias entre nervios de más de 100 cm. En el caso de losas de forjado es recomendable utilizar un paso de discretización del orden de 50 cm o 1/8 de la distancia media entre pilares.

Nervios (forjados reticulares)

Se define la geometría del nervio como una sección en T mediante una poligonal de 12 vértices. En función de ella, por integración, se han obtenido las características geométricas y mecánicas del mismo: I_x , I_y , I_z y A_x , equivalentes a las del resto de barras de la estructura. No se consideran características mecánicas diferenciales debidas a proximidad de zunchos o ábacos.

Ábacos

Se consideran ábacos del mismo canto al del forjado reticular o losa de forjado o de mayor canto que ellos (ábacos resaltados). Se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales. Si el pilar no coincide con uno de los nudos de la retícula, se han introducido barras ficticias, paralelas a los nervios, que lo unen a los nervios más próximos. Para la definición de sus características geométricas y mecánicas, se han dividido los ábacos, en cada dirección, en bandas colindantes de sección rectangular.

Dimensiones de los diferentes elementos

Las dimensiones de los diferentes elementos vienen fijadas en el CE. Concretamente, se cumplen las mencionadas a continuación.

Nervios (forjados reticulares)

Su ancho mínimo, b, es

$$b \geq 8 \text{ cm.}$$

$$b \geq d/4; \text{ siendo 'd' el canto del bloque aligerante}$$

El espesor de la capa de compresión, t, es

$$t \geq 5 \text{ cm.}$$

Si los nervios carecen de cercos, se debe cumplir:

$$d \leq 80 \text{ cm.}, \text{ siendo 'd' el canto útil del forjado}$$

$$a \leq 100 \text{ cm.}, \text{ siendo 'a' la distancia entre nervios}$$

$$a \leq 8b, \text{ siendo 'b' el ancho mínimo del nervio}$$

Comprobación a punzonamiento

Se realiza la comprobación a punzonamiento indicada en el apartado 6.4 del anejo 19 del Código Estructural (CE) con las siguientes salvedades (la nomenclatura utilizada es la indicada por dicha Norma):

No se realiza la comprobación a punzonamiento si al pilar de estudio acometen zunchos de canto superior al canto del ábaco.

No es necesaria armadura de punzonamiento si se verifican:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_f f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Donde:

$$f_{ck} \text{ está en } N/mm^2$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ con } d \text{ en } mm.$$



$$\varphi_l = \sqrt{\varphi_{ly} * \varphi_{lz}} \leq 0,02$$

donde $\varphi_{ly}, \varphi_{lz}$ son las cuantías de armadura traccionadas adherentes en dos direcciones perpendiculares z e y. En cada dirección, la cuantía a considerar es la existente en un ancho igual a la dimensión del soporte sumándole tres veces el canto útil de la losa, 3d, a cada lado.

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cpy} + \sigma_{cpz})/2$$

donde:

$\sigma_{cpy}, \sigma_{cpz}$ son las tensiones normales del hormigón en N / mm² en la sección crítica en las direcciones y y z respectivamente (considerando positivas las compresiones):

$$\sigma_{cpy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}} \text{ y } \sigma_{cpz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

$N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$ son las fuerzas longitudinales existentes en el paño completo en los soportes interiores, o a través de la sección de control en el caso soportes de borde. Estas fuerzas pueden deberse a una carga exterior o de la acción del pretensado.

A_c es el área de hormigón de acuerdo con la definición de N_{Ed} .

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$$

$$k_1 = 0,1$$

$$V_{min} = \frac{0,035}{k} k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Se comprueba la no necesidad de armadura de punzonamiento en un perímetro crítico a distancia 2·d exterior al armado de punzonamiento (equivale a 4 veces el canto útil del borde del pilar).

Criterios de armado

Los criterios considerados en el armado de los forjados reticulares siguen las especificaciones del CE, tal como se indica en el apartado correspondiente a vigas de esta Memoria.

No se utilizan redondos de diámetro superior a la décima parte del canto total del forjado reticular ni de diámetro superior a 25 mm.

No se tiene en cuenta la flexión lateral (flexión en el plano del forjado) en el cálculo del armado, aunque sí el axil (de compresión o tracción) existente.

Cálculo del armado de nervios

Se ha considerado un diagrama parábola – rectángulo de respuesta de las secciones, y limitando la profundidad de la fibra neutra en el caso de flexión simple. En el caso de reticulares, el armado se calcula por nervios. En el caso de losas, el armado se calcula con la misma discretización realizada para el cálculo de esfuerzos: en bandas de ancho fijo a las que denominaremos ‘nervios’ por su similitud con los nervios de un forjado reticular.

Armadura base longitudinal (losas de forjado)

En toda la superficie de la losa de forjado se dispone un armado longitudinal en la cara inferior, siendo opcional en la cara superior, y en ambas direcciones. Estará constituido por barras o mallas electrosoldadas de un mismo diámetro y separación (aunque pueden ser diferentes para cada cara y dirección).

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 30 cm y a dos veces el canto de la losa. Si no existe armado base superior, estas separaciones mínimas serán respetadas por la armadura longitudinal superior de refuerzo.

La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (repartiéndola como 40% en superior y 60%

en inferior si existe armado base superior e inferior; o como 100% en inferior en el caso de existir sólo armado base inferior) se expresa según el apartado 9.3.1 del anejo 19 del CE.

Esta armadura base, además de como armadura de reparto, se considera en el cálculo de los refuerzos (tanto como armadura de tracción como de compresión).

Armadura longitudinal de refuerzo de nervios

El armado longitudinal de nervios se dispone exclusivamente en una capa de redondos, respetándose la limitación de Norma sobre distancia entre ellos: 1,25 veces el tamaño máximo del árido, 2 cm. para redondos de diámetro menor de 20 mm. y un diámetro para el resto. No se consideran grupos de barras. Un tercio de la armadura inferior máxima de cada nervio se prolonga en toda su longitud. Para este armado se considera como nervio una alineación de nervios entre bordes exteriores o interiores (debidos a huecos) del forjado.

Como armadura de negativos mínima en los bordes de los forjados y losas se coloca, al menos, un armado constituido por barras cuya separación sea como máximo la máxima permitida por normativa (25 cm o dos veces el canto de la losa) y con una cuantía, en cm²/m, de al menos 0,025·d, siendo ‘d’ el canto útil de la losa en centímetros. La longitud de dichos redondos será de al menos 2 veces el canto de la losa. Esta armadura no será necesaria si el forjado o losa dispone de una armadura base superior. Esta armadura podría sustituirse por el armado transversal de los zunchos de borde, aunque no se realiza de forma automática.

En el caso de forjados reticulares, el armado longitudinal del nervio existente en la sección límite nervio - ábaco, se prolonga en toda la longitud del ábaco.

En el caso de reticulares, se comprueba la cuantía geométrica mínima de tracción indicada por la normativa (apartado 9.2 del anejo 19 del CE), considerándolos a estos efectos como vigas de sección rectangular de ancho el ancho de cortante (b_w) y canto el del forjado.

Armadura transversal

En el caso de que sea necesaria armadura transversal, se cumplen las separaciones mínimas impuestas por el CE. Dicha armadura transversal se realiza mediante cercos ortogonales a la directriz del nervio. Las ramas laterales toman la inclinación respecto a la horizontal ‘g’ inicial de los paramentos laterales del nervio (la inclinación del lado lateral inferior del polígono que define la geometría del nervio). En cada barra de la retícula, la armadura transversal es constante.

Se cumple que la contribución de la armadura transversal a la resistencia del esfuerzo cortante, V_{su} , es:

$$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \text{sen}(\theta))$$

donde

As: Sección, por unidad de longitud, según un plano horizontal, de las armaduras transversales que atraviesan dicho plano.

f_{yd}: Resistencia de cálculo de la armadura transversal.

d: Canto útil.

θ: Ángulo que forman las ramas con la dirección perpendicular al plano del forjado.

El ancho eficaz, b_w , es:

- El ancho mínimo del nervio si la sección considerada está solicitada con momentos positivos.

- El ancho del nervio, a una altura desde el borde inferior del mismo ‘d/4’, si la sección está solicitada con momentos negativos, siendo ‘d’ el canto útil de la sección.

Armadura longitudinal de ábacos

Los ábacos de forjados reticulares, y los ábacos resaltados de forjados reticulares, losas macizas



y de cimentación, cuentan con armadura longitudinal en ambas direcciones y caras.

Se calcula por separado el armado longitudinal en las dos direcciones.

Para el cálculo del armado se considera la sección completa del ábaco, (ancho del ábaco por canto del ábaco) teniendo en cuenta el sumatorio de solicitaciones de toda la sección. Se considera la contribución del armado longitudinal de los nervios (que como queda dicho, se prolonga en el interior de los ábacos). Dicho armado, se suplementa, si es necesario, mediante refuerzos, dispuestos en ambas direcciones y tanto en la cara superior como la inferior. En los cuatro casos, los refuerzos se disponen equidistantes entre sí y en toda la superficie del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos de canto superior al del ábaco, no se consideran los esfuerzos ni el armado del zuncho para el cálculo del armado del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos del mismo o menor canto que el ábaco, sus esfuerzos serán resistidos por la armadura del ábaco. Si además dichos zunchos son de sección predefinida, su armadura será tenida en cuenta en el cálculo del armado del ábaco.

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm. La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (superior más inferior) es:

- ACERO B400S: 2.0 ‰
- ACERO B500S: 1.8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección del ábaco. Además, en cada cara (superior e inferior) existe una cuantía mínima de un tercio de la mencionada. En todo caso, existe un armado mínimo consistente en barras del diámetro mínimo que se fije y separadas 25 cm.

En los ábacos se dispondrá de una armadura superior de área $0,5 A_t$ en un ancho igual a la suma de la armadura necesaria para resistir el momento negativo total, procedente de las dos mitades del paño a cada lado del soporte.

En el caso de que un ábaco sea común a más de un forjado reticular o losa (con direcciones de nervios diferentes), se considera un armado en cada cara (superior e inferior) constituido por redondos del mismo diámetro y a la misma separación en dos direcciones ortogonales.

El anclaje de la armadura superior se realiza en prolongación recta, y el de la armadura inferior con barras dobladas, aunque las barras inferiores que coincidan con los nervios pueden anclarse en prolongación recta.

Armadura transversal de ábacos

La armadura de punzonamiento se dispone mediante barras longitudinales y cercos verticales en las dos direcciones de los nervios. Conforman, en cada dirección, una 'jaula' de anchura la del soporte y de longitud no mayor a la del ábaco ni menor a $2d$ contado desde la cara del soporte. El primer cerco se dispone a una distancia de $0,5d$ del soporte. El resto, se disponen separados una misma distancia que es menor de $0,75d(1+\cot \alpha)$, siendo α la inclinación de la armadura de cortante (en todos los casos, 'd' es el canto útil del ábaco).

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Si existen en el ábaco zunchos de canto superior al del ábaco, no se realiza la comprobación a punzonamiento del ábaco. Se considera que el punzonamiento se transforma en cortante que es asumido por los estribos del o los zunchos.

10. CRITERIOS DE LIMITACIÓN DE DEFORMACIONES

Forjados de cubierta.

- Flecha activa admisible: menor de $L/500$ y $L/1000 + 5$ mm
- Flecha admisible a plazo infinito: menor de $L/250$ y $L/500 + 10$ mm

En Málaga, a 19 de Abril de 2022



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 1

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 2

3.1. Seguridad Estructural

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

	apartado		Procede	No procede
DB-SE	3.1.1	Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	3.1.2.	Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	3.1.3.	Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	3.1.7.	Estructuras de acero	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.8.	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.9.	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	apartado		Procede	No procede
NCSE 02	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.E.	3.1.5.	Código Estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DB SE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad: la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio: la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 3

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 4

3.1.1 Seguridad estructural (SE)

Análisis estructural y dimensionado

Proceso	-DETERMINACIÓN DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO -ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES -ANÁLISIS ESTRUCTURAL -DIMENSIONADO	
Situaciones de dimensionado	PERSISTENTES	Condiciones normales de uso.
	TRANSITORIAS	Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
	EXTRAORDINARIAS	Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.
Periodo de servicio	50 Años.	
Método de comprobación	Estados límites.	
Definición estado limite	Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.	
Resistencia y estabilidad	ESTADO LIMITE ÚLTIMO: Situación que de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura: - pérdida de equilibrio - deformación excesiva - transformación estructura en mecanismo - rotura de elementos estructurales o sus uniones - inestabilidad de elementos estructurales	
Aptitud de servicio	ESTADO LIMITE DE SERVICIO Situación que de ser superada se afecta: <ul style="list-style-type: none"> • el nivel de confort y bienestar de los usuarios • correcto funcionamiento del edificio • apariencia de la construcción 	
Acciones		
Clasificación de las acciones	PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas
	VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
	ACCIDENTALES	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.
Valores característicos de las acciones	Los valores de las acciones se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura esta indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación del CE.	
Modelo análisis estructural	Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.	

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

FIRMANTE - FECHA
CARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 5

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 6

Verificación de la estabilidad

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$

E_{d,dst}: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
E_{d,stab}: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

Verificación de la resistencia de la estructura

$E_d \leq R_d$

E_d: valor de cálculo del efecto de las acciones
R_d: valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Combinación de acciones

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la fórmula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.
El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de cálculo de las acciones se han considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Flechas

La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/500 de la luz y/o 1/1000 + 5 mm.

desplazamientos horizontales

El desplome total límite es 1/500 de la altura total.

3.1.2. Acciones en la edificación (SE-AE)

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 7

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 8

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto h (m) x 25 kN/m ³ .
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última podría considerarse una carga variable, si su posición o presencia varía a lo largo del tiempo).
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería. En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos. El pretensado se regirá por lo establecido en el CE. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.

Acciones Variables (Q):	La sobrecarga de uso:	Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados. Las fuerzas sobre las barandillas y elementos divisorios: Se considera una sobrecarga lineal de 2 kN/m en los balcones volados de toda clase de edificios.
	Las acciones climáticas:	<p><u>El viento:</u> Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado. La presión dinámica del viento $q_b = 0,5 \times \delta \times V_b^2$. A falta de datos más precisos se adopta $\delta = 1,25$ kg/m³. La velocidad del viento se obtiene del anejo D. Antequera está en zona A, con lo que $v = 26$ m/s, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. La presión dinámica del viento en este punto es de 0,42 kN/m². Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.</p> <p><u>La temperatura:</u> En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros o no existan elementos continuos estructurales de 40 m de longitud (como es nuestro caso).</p> <p><u>La nieve:</u> Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, puede tomarse: $q_n = \mu \times s_k$, según art. 3.5.1.2 del DB-SE-AE. Para nuestro caso $\mu = 1$, por tener la cubierta una inclinación entre 0 y 30°; y $s_k = 0,40$ kN/m², ya que el municipio de Antequera se encuentra a una altitud media de 575 msnm, y se haya en la zona 6 según la figura E.2 "zonas climáticas de invierno", del anejo E del DB-SE-AE. Por tanto, la carga de nieve por unidad de superficie a adoptar es: $q_n = 0,40$ kN/m².</p>
	Las acciones químicas, físicas y biológicas:	Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos. El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.
	Acciones accidentales (A):	Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego. Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1.

Cargas gravitatorias por niveles.

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1 y el anejo 18 del CE "Bases de Proyecto", las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, tabiquería y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las indicadas:

Niveles	Sobrecarga de Uso	Sobrecarga Tabiquería	Peso propio del Forjado	Peso propio del Solado	Carga Total
FOSO DE ENTRADA	0,20 T/m ²	0,10 T/m ²	1,00 T/m ²	0,16 T/m ²	1,46 T/m ²
CIMENTACIÓN LOSA DE DEPÓSITO	5,00 T/m ²	0,00 T/m ²	1,00 T/m ²	0,16 T/m ²	6,16 T/m ²
CUBIERTA DE DEPÓSITO	0,24 T/m ²	0,10 T/m ²	0,75 T/m ²	0,16 T/m ²	1,25 T/m ²
CUBIERTA DE ENTRADA	0,24 T/m ²	0,10 T/m ²	0,46 T/m ²	0,15 T/m ²	0,95 T/m ²

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 9

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 10

Bases de cálculo

Método de cálculo:	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.
Verificaciones:	Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.
Acciones:	Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

Justificación geotécnica por el autor del proyecto (si se tiene geotécnico pasar a apartado siguiente)

Generalidades:	Existe un estudio geotécnico particularizado para la parcela donde se ubica el proyecto constructivo que nos ocupa.																		
Datos estimados																			
Tipo de reconocimiento:																			
Parámetros geotécnicos estimados:	<table border="1"> <tr><td>Cota de cimentación</td><td></td></tr> <tr><td>Estrato previsto para cimentar</td><td></td></tr> <tr><td>Nivel freático.</td><td></td></tr> <tr><td>Tensión admisible considerada</td><td></td></tr> <tr><td>Peso específico del terreno</td><td></td></tr> <tr><td>Angulo de rozamiento interno del terreno</td><td></td></tr> <tr><td>Coefficiente de empuje en reposo</td><td></td></tr> <tr><td>Valor de empuje al reposo</td><td></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Balasto</td><td></td></tr> </table>	Cota de cimentación		Estrato previsto para cimentar		Nivel freático.		Tensión admisible considerada		Peso específico del terreno		Angulo de rozamiento interno del terreno		Coefficiente de empuje en reposo		Valor de empuje al reposo		Coefficiente de Balasto	
Cota de cimentación																			
Estrato previsto para cimentar																			
Nivel freático.																			
Tensión admisible considerada																			
Peso específico del terreno																			
Angulo de rozamiento interno del terreno																			
Coefficiente de empuje en reposo																			
Valor de empuje al reposo																			
Coefficiente de Balasto																			

3.1.3. Cimentaciones (SE-C)

Estudio geotécnico realizado

Generalidades:	El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.																		
Empresa:	CONANMA – Laboratorio de ensayos de control de calidad y geotecnia. Polígono Industrial Manzanil II 18300 – Loja (Granada). Tfno/Fax: 958 32 75 24. e-mail: conanma@conanma.com																		
Nombre del autor/es firmantes:	D. Miguel Alcaide Matas, D. J.M. Vargas Ibáñez.																		
Titulación/es:	Licenciados en Geología.																		
Número de Sondeos:	15 sondeo rotativo vertical (9,00 m), 25 ensayos de penetración dinámica continua superpesada (DPSH), 32 calicatas de reconocimiento y 2 visitas técnicas por parte de geólogo experto.																		
Descripción de los terrenos:	Las prospecciones realizadas han puesto de manifiesto un subsuelo compuesto por el siguiente perfil litológico: <ul style="list-style-type: none"> Nivel 1: De 0.00 a 0.60/3.00 m: Limos carbonatados blanquecinos. Nivel 2: De 1.60 m. a 8.00 m: Arcillas limosas marrones – rojizas. Nivel 3: De 2.00/7.00 m. en adelante: Margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates. 																		
Resumen parámetros geotécnicos:	<table border="1"> <tr><td>Cota de cimentación</td><td>A partir de NG. III</td></tr> <tr><td>Estrato previsto para cimentar</td><td>Nivel 3: Margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates.</td></tr> <tr><td>Nivel freático</td><td>No se ha detectado presencia de agua en la profundidad máxima alcanzada.</td></tr> <tr><td>Tensión admisible considerada</td><td>1,30 kg/cm²</td></tr> <tr><td>Peso específico del terreno</td><td>$\gamma=20,0$ kN/m³</td></tr> <tr><td>Angulo de rozamiento interno del terreno</td><td>$\varphi=19^\circ$</td></tr> <tr><td>Cohesión</td><td>C = 1,00 kg/cm²</td></tr> <tr><td>Módulo de deformación</td><td>E = 220 kg/cm²</td></tr> <tr><td>Coefficiente de Balasto</td><td>K₃₀ = 8000 t/m³ K_s = 1531 t/m³</td></tr> </table>	Cota de cimentación	A partir de NG. III	Estrato previsto para cimentar	Nivel 3: Margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates.	Nivel freático	No se ha detectado presencia de agua en la profundidad máxima alcanzada.	Tensión admisible considerada	1,30 kg/cm ²	Peso específico del terreno	$\gamma=20,0$ kN/m ³	Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi=19^\circ$	Cohesión	C = 1,00 kg/cm ²	Módulo de deformación	E = 220 kg/cm ²	Coefficiente de Balasto	K ₃₀ = 8000 t/m ³ K _s = 1531 t/m ³
Cota de cimentación	A partir de NG. III																		
Estrato previsto para cimentar	Nivel 3: Margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates.																		
Nivel freático	No se ha detectado presencia de agua en la profundidad máxima alcanzada.																		
Tensión admisible considerada	1,30 kg/cm ²																		
Peso específico del terreno	$\gamma=20,0$ kN/m ³																		
Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi=19^\circ$																		
Cohesión	C = 1,00 kg/cm ²																		
Módulo de deformación	E = 220 kg/cm ²																		
Coefficiente de Balasto	K ₃₀ = 8000 t/m ³ K _s = 1531 t/m ³																		

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

FIRMANTE - FECHA
CARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 11

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 12

Cimentación:

Descripción:	La <u>solución adoptada</u> en proyecto, siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico, son: Losas de hormigón armado de canto de 40 cm. El estrato de cimentación es el nivel geotécnico 3 de margas arcillosas y arcillas margosas verdosas y granates, que se alcanza en todos los puntos de la parcela con la excavación planteada en la ubicación del depósito.
Material adoptado:	Hormigón tipo HA-30/F/20/XD2 y acero de calidad B500S.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en el CE A19.9.8, CE A19.9.9, CE A19.9.10 atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor de 10 cm y que sirve de base a las zapatas. La Dirección Facultativa debe revisar los armados conforme a los planos del proyecto constructivo previo al hormigonado.

Sistema de contenciones:

Descripción:	Los muros perimetrales que cierran y sustentan el depósito se han proyectado con muros de hormigón armado de espesor 40 centímetros, calculados en flexo-compresión compuesta con valores de empuje al reposo.
Material adoptado:	Hormigón tipo HA-30/F/20/XD2 y acero de calidad B500S.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en el CE A19.9.6 atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm. Cuando sea necesario, la dirección facultativa decidirá ejecutar la excavación mediante bataches al objeto de garantizar la estabilidad de los terrenos y de las cimentaciones de infraestructuras colindantes. La Dirección Facultativa debe revisar los armados de los paños de muro conforme a los planos del proyecto constructivo previo al hormigonado de estos elementos.

3.1.4. Acción sísmica (NCSE-02)

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 13

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 14

Clasificación de la construcción:	Depósito de almacenamiento de agua. (Construcción de normal importancia)
Tipo de Estructura:	Estructura porticada compuesta por pilares metálicos y de hormigón y con forjados reticulares de hormigón armado.
Aceleración Sísmica Básica (ab):	ab=0.09 g, (siendo g la aceleración de la gravedad)
Coefficiente de contribución (K):	K=1,0
Coefficiente adimensional de riesgo (ρ):	ρ=1,0 (en construcciones de normal importancia)
Coefficiente de amplificación del terreno (S): (art. 2.2 de NCSE 02)	Para (0,1g<ρab < 0.4g), tenemos que $S=C/1.25+3.33(\rho ab/g-0.1)(1-C/1.25)$
Coefficiente de tipo de terreno (C): (Valor de los 30 primeros metros bajo la superficie art. 2.4 NCSE 02)	El coeficiente de suelo adopta el valor de C = 1,42
Aceleración sísmica de cálculo (ac):	Para un valor de C=1,42 y un valor de S=1,12 (obtenido según calculo) Ac= S x ρ x ab =0,10 g
Método de cálculo adoptado:	Análisis Modal Espectral.
Factor de amortiguamiento:	Estructura de hormigón armado compartimentada: 5%
Periodo de vibración de la estructura:	Se indican en los listados de cálculo por ordenador
Número de modos de vibración considerados:	6 modos de vibración (La masa total desplazada >90% en ambos ejes)
Fracción cuasi-permanente de sobrecarga:	La parte de sobrecarga a considerar en la masa sísmica movilizable es = 0.5 (viviendas)
Coefficiente de comportamiento por ductilidad:	μ = 2 (ductilidad baja)
Efectos de segundo orden (efecto pΔ): (La estabilidad global de la estructura)	Los desplazamientos reales de la estructura son los considerados en el cálculo multiplicados por 1.5
Medidas constructivas consideradas:	<ul style="list-style-type: none"> a) Atado de los pórticos exentos de la estructura mediante vigas perpendiculares a los mismos. b) Concentración de estribos en el pie y en cabeza de los pilares. c) Pasar las hiladas alternativamente de unos tabiques sobre los otros.
Observaciones:	

3.1.5. Cumplimiento del Código Estructural.

(RD 470/2021, de 29 de Junio, por el que se aprueba el Código Estructural)

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 15

3.1.5.1. Estructura

Descripción del sistema estructural: Estructura compuesta por muros y pilares de hormigón armado sobre el que se apoyan vigas de carga de hormigón armado para soportar los esfuerzos transmitidos por forjados de losa maciza de 30 cm y forjados reticulares de canto 25+5 cm, aligerados todos los forjados reticulares con bovedillas de hormigón.

3.1.5.2. Programa de cálculo:

Nombre comercial:	Cypecad Espacial
Empresa	Cype Ingenieros Avenida Eusebio Sempere nº5 Alicante.
Versión	2023.A
Número de Licencia	171737
Descripción del programa: idealización de la estructura: simplificaciones efectuadas.	El programa realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.

Memoria de cálculo

Método de cálculo	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites que se establecen en el Artículo 3 del Capítulo nº 3 del CE, donde se especifica la Teoría de los Estados Límites Últimos en el apartado 6 del anejo 19, y según la Teoría de los Estados Límites de Servicio, en el apartado 7 del anejo 19.						
Redistribución de esfuerzos:	Se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas.						
Deformaciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lím. flecha total</th> <th>Lím. flecha activa</th> <th>Máx. recomendada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L/250</td> <td>L/500</td> <td>1 cm.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores de acuerdo al Anejo 19 apartado 7.4 del CE. Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente (I_e) a partir de la Formula de Branson. Se considera el módulo de deformación E_c establecido en CE anejo 19 apartado 1.1.2.</p>	Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada	L/250	L/500	1 cm.
Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada					
L/250	L/500	1 cm.					
Cuantías geométricas	Serán como mínimo las fijadas por el CE para cada uno de los diferentes elementos estructurales recogidos en proyecto.						

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 16

3.1.5.3. Estado de cargas consideradas:

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de: NORMA ESPAÑOLA EHE
CÓDIGO ESTRUCTURAL
DOCUMENTO BASICO SE (CODIGO TÉCNICO)

Los valores de las acciones serán los recogidos en: DOCUMENTO BASICO SE-AE (CODIGO TECNICO)
ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE
Norma Básica Española AE/88.

Cargas verticales (valores en servicio)

Foso de Entrada = 1,46 T/m ²	Peso propio del forjado	1.00 T/m ²
	Solería	0.16 T/m ²
	Tabiquería	0.10 T/m ²
	Sobrecarga de uso	0.20 T/m ²
Cimentación Losa de Depósito = 6,16 T/m ²	Peso propio del forjado	1.00 T/m ²
	Solería	0.16 T/m ²
	Tabiquería	0.00 T/m ²
	Sobrecarga de uso	5.00 T/m ²
Cubierta de Depósito = 1,25 T/m ²	Peso propio del forjado	0.75 T/m ²
	Solería	0.16 T/m ²
	Tabiquería	0.10 T/m ²
	Sobrecarga de uso	0.24 T/m ²
Cubierta de Entrada = 0,95 T/m ²	Peso propio del forjado	0.46 T/m ²
	Solería	0.15 T/m ²
	Tabiquería	0.10 T/m ²
	Sobrecarga de uso	0.24 T/m ²

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 17

Verticales: Cerramientos	Cerramiento a la capuchina de 28 cm de espesor total. Enfoscado a una cara y enlucido a la otra cara. 2.56 KN/m ² x la altura del cerramiento
Horizontales: Barandillas	0.8 KN/m a 1.20 metros de altura
Horizontales: Viento	Se ha considerado la acción del viento estableciendo una presión dinámica de valor $q_p = 0.42 \text{ kN/m}^2$ sobre la superficie de fachadas. Esta presión se corresponde con un grado de aspereza tipo IV (zona urbana en general) y velocidad básica del viento de 26 m/s (correspondiente a la Zona A de la figura D.1 del anejo D del documento básico SE-AE). Esta presión se ha considerado actuando en los dos ejes principales de la edificación.
Cargas Térmicas	En aquellos casos donde la estructura supera los 30,00 m se han proyectado juntas de dilatación, por lo que al haber adoptado las cuantías geométricas exigidas por el CE en el anejo 19 en el apartado 9.2, no se ha contabilizado la acción de la carga térmica.
Sobrecargas En El Terreno	No se han considerado sobrecargas en la superficie de coronación de los muros de contención.

3.1.5.4. Características de los materiales:

-Hormigón	HA-30/F/20/XD2 (cimentación y muros de sótano), HA-25/F/15/XD2 (pilares, vigas y forjados).
-tipo de cemento...	CEM I
-tamaño máximo de árido...	20 mm (cimentación y muros de sótano), 15 mm (pilares, vigas y forjados).
-máxima relación agua/cemento	Clase de exposición XD2: 0,50
-mínimo contenido de cemento	XD2: 325 kg/m ³
-abertura máxima de fisura	XD2: 0,20 mm
-F _{ck} ...	30 Mpa (N/mm ²)
-tipo de acero...	B-500S
-F _{yk} ...	500 N/mm ² = 5100 kg/cm ²

Coefficientes de seguridad y niveles de control

El nivel de control de ejecución de acuerdo al artículo 14 capítulo 4 del CE para esta obra es normal.				
El nivel control de materiales es estadístico para el hormigón según el artículo 57 del capítulo 13 del CE y documental (normal), para el acero de acuerdo al artículo 59 del capítulo 13 del CE				
Hormigón	Coeficiente de minoración		1.50	
	Nivel de control		ESTADISTICO	
Acero	Coeficiente de minoración		1.15	
	Nivel de control		NORMAL	
Ejecución	Coeficiente de mayoración			
	Cargas Permanentes...	1.5	Cargas variables	1.6
	Nivel de control...		NORMAL	

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 18

Durabilidad

Recubrimientos exigidos:	Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el capítulo 9 del CE, establece los siguientes parámetros.
Recubrimientos:	A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 44.2.1.1.a del capítulo 9 del vigente CE, se considera toda la estructura en contacto con el terreno (cimentación y muros de sótano) con ambiente XD2; y la parte de la estructura sobre rasante en ambiente XD2: elementos de hormigón armado húmedos y raramente secos, tales como depósitos. Para el ambiente XD2 se requiere un recubrimiento mínimo de 35 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 45 mm. Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores homologados de acuerdo con los criterios descritos en cuando a distancias y posición en el artículo 43.4.2 del capítulo 9 del vigente CE.
Cantidad mínima de cemento:	Para el ambiente considerado XD2, la cantidad mínima de cemento requerida es de 325 kg/m ³ .
Cantidad máxima de cemento:	Mínimo contenido en cemento: 325 kg/m ³ clase XD2.
Resistencia mínima recomendada:	Para cimentación, muros de sótano, pilares, vigas y forjados la resistencia mínima es de 30 Mpa.
Relación agua cemento:	Máxima relación a/c: 0'50 XD2.

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 19

3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 20

3.1.6. Características de los forjados.

RD 642/2002, de 5 de Julio, por el que se aprueba instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados

3.1.6.1. Características técnicas de los forjados unidireccionales (viguetas y bovedillas): NO APLICA.

Material adoptado:			
Sistema de unidades adoptado:			
Dimensiones y armado:	Canto Total		Hormigón vigueta
	Capa de Compresión		Hormigón "in situ"
	Intereje		Acero pretensado
	Arm. c. compresión		Fys. acero pretensado
	Tipo de Vigueta		Acero refuerzos
	Tipo de Bovedilla		Peso propio
Observaciones:	Límite de flecha total a plazo infinito		Límite relativo de flecha activa
	flecha $\leq L/250$ $f \leq L / 500 + 1 \text{ cm}$		flecha $\leq L/500$ $f \leq L / 1000 + 0.5 \text{ cm}$

3.1.6.2. Características técnicas de los forjados reticulares (casetón perdido): CUBIERTA ENTRADA.

Material adoptado:	Los forjados reticulares están compuestos por nervios de hormigón armado en dos direcciones más piezas de entrevigado aligerantes (casetones perdidos), compuestas por bovedillas aligerantes de hormigón y hormigón vertido en obra en relleno de nervios y formando la losa superior (capa de compresión), según detalles mostrados en los planos de la estructura.		
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, el intereje, ancho del nervio, dimensiones de las bovedillas de hormigón que forman los casetones perdidos y el espesor de la capa de compresión. Así mismo se indican los armados de los nervios inferiores y superiores en ambas direcciones.		
Dimensiones y armado:	Canto Total	30 cm	Casetón perdido
	Capa de Compresión	5 cm	Nº. Piezas casetón
	Intereje	72 cm	Hormigón "in situ"
	Arm. c. compresión	B500T	Acero refuerzos
	Ancho del nervio	12 cm	Peso aligeramiento
	Tipo de Bovedilla	Hormigón	Peso propio total
			4,57 kN/m ²
Observaciones:	En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de las vigas de hormigón armado y los forjados reticulares, que son elementos estructurales solicitados a flexión simple o compuesta, se han aplicado las consideraciones descritas en el apartado 7.4 del anejo 19 del CE, donde se establece que no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior a los valores indicados en el apartado 7.4.2 del anejo 19 del CE.		
	Los límites de deformación vertical (flechas) de las vigas y de los forjados reticulares, establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, son los que se señalan en el cuadro que se incluye a continuación, según lo establecido en el artículo 5.2.1.2 del CE:		
	Límite de la flecha total a plazo infinito	Límite relativo de la flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa
	flecha $\leq L/250$	flecha $\leq L/500$	flecha $\leq 1 \text{ cm}$

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

07E70025107E00R6U1F1R4A9G3

FIRMANTE - FECHA
ARMEN MARIA CAÑADAS BARON-SECRETARIA ACCTAL. - 04/07/2023
serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
Fecha: 04/07/2023
Hora: 14:38



3. Cumplimiento del CTE
3.1 Seguridad estructural

Hoja núm. 21

3.1.6.7. Características técnicas de los forjados de losas macizas de hormigón armado: CUBIERTA DE DEPÓSITO.

Material adoptado:	Los forjados de losas macizas se definen por el canto (espesor del forjado) y la armadura, consta de una malla que se dispone en dos capas (superior e inferior) con los detalles de refuerzo a punzonamiento (en los pilares), con las cuantías y separaciones según se indican en los planos de los forjados de la estructura.		
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados de las losas macizas de hormigón armado los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, y la cuantía y separación de la armadura.		
Dimensiones y armado:	Canto Total	30 cm	Hormigón "in situ" HA-30/B/15/XD2
	Peso propio total	7,50 kN/m ²	Acero refuerzos B500S
Observaciones:	En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de las vigas de hormigón armado y los forjados reticulares, que son elementos estructurales solicitados a flexión simple o compuesta, se han aplicado las consideraciones descritas en el apartado 7.4 del anejo 19 del CE, donde se establece que no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior a los valores indicados en el apartado 7.4.2 del anejo 19 del CE.		
	Los límites de deformación vertical (flechas) de las vigas y de los forjados reticulares, establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, son los que se señalan en el cuadro que se incluye a continuación, según lo establecido en el artículo 5.2.1.2 del CE:		
	Límite de la flecha total a plazo infinito	Límite relativo de la flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa
	flecha ≤ L/250	flecha ≤ L/500	flecha ≤ 1 cm

CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITO DE AGUA EN LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO LOGÍSTICO DE ANDALUCÍA, 29200 ANTEQUERA (MÁLAGA).



La autenticidad de este documento se puede comprobar con el código 07E70025107E00R6U1F1R4A9G3 en la web del Ayto. Antequera

FIRMANTE - FECHA
 serialNumber=S2833002E,CN=Sello de tiempo TS@ - @firma,OU=Secretaría General de Administración Digital,O=Secretaría de Estado de Función Pública,C=ES - 04/07/2023 14:38:11
 APROBACION DEFINITIVA POR JUNTA GOBIERNO LOCAL, EN SESION EXTRAORDINARIA Y URGENTE, DE FECHA 02 DE JUNIO DE 2023

DOCUMENTO: 20232429054
 Fecha: 04/07/2023
 Hora: 14:38



07E70025107E00R6U1F1R4A9G3