

PROYECTO DE EJECUCIÓN

ANEJO 03. ANEJO DE CALCULO DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

REFORMA DE PISCINAS MUNICIPALES DE ABÁIGAR

PLAZA LOS FUEROS, 9

POLIGONO 1, PARCELA 393

ABÁIGAR

NAVARRA

1. ÍNDICE ANEJO 03 MEMORIA DE CÁLCULO DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA PROYECTO DE REFORMA DE PISCINAS EN ABAIGAR (NAVARRA).

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

- 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL ADOPTADO
- 1.1.2 NORMAS DE APLICACIÓN
- 1.1.3 MÉTODO DE CÁLCULO
- 1.1.4 PRESTACIONES DEL EDIFICIO/ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

1.2. TERRENO, CIMENTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS

- 1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
- 1.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN

CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.3. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB SE)

1.4. COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS (DB SE)

1.5. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE)

- 1.5.1 ACCIONES GRAVITATORIAS
- 1.5.2 ACCIONES TÉRMICA Y REOLÓGICA
- 1.5.3 ACCION ACCIDENTAL EN CASO DE INCENDIO

1.6. CIMIENTOS (DB SE-C)

1.7. HORMIGÓN ESTRUCTURAL (CÓDIGO ESTRUCTURAL)

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL ADOPTADO

Se proyecta una pequeña edificación soterrada con objeto de ubicar los depósitos y elementos necesarios para el funcionamiento de una piscina.

La nueva edificación se proyecta con una losa de hormigón armado de 25cm de espesor desplantada sobre el nivel geotécnico I (gravas en matriz areno limosa).

Sobre la losa arrancan los muros de sótano, en cuya coronación apoya un forjado de prelosa de 25cm de canto total.

Se proyecta también una losa de escalera prefabricada.

La geometría del edificio y de todos los elementos que conforman la estructura vienen definidos en los planos.

1.1.2. NORMAS DE APLICACIÓN

1.1.3.1 ACCIONES: Para el cálculo de las solicitaciones se emplea el CTE SE-AE y la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

1.1.3.2 TERRENO: Para el cálculo de la tensión admisible del terreno, así como para los empujes producidos por el mismo se emplea el CTE SE-C, así como en el correspondiente informe geotécnico.

1.1.3.3 CEMENTOS: Todos los cementos a utilizar en la obra, en función de su situación, tipo de ambiente, serán definidos de acuerdo a la norma vigente para la Recepción de Cementos RC, actualmente RC-16.

1.1.3.4 HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO: El diseño, cálculo y armado de los elementos de hormigón de la estructura y cimentación, se ajustarán en todo momento a lo indicado en el Código Estructural.

1.1.3. MÉTODO DE CÁLCULO

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad. El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede). En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede). En los estados límites de durabilidad se comprueba apertura de fisura y otros métodos para garantizar la durabilidad de la estructura.

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y a las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el capítulo 4º del CTE DB-SE y en el apartado 6.4.3.2 del anejo 18 del Código Estructural.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Se dimensiona los elementos conforme las exigencias concretas de la normativa específica de cada material estructural empleando realizándose un cálculo lineal de primer orden, admitiendo localmente plastificaciones cuando la norma específica del material lo permite.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CALCULO EMPLEADO:

En el dimensionamiento de la cimentación y la estructura se ha utilizado el programa Cypecad versión 2026, distribuido por la empresa Cype Ingenieros, con razón social en la Avda. Eusebio Sempere, 5, de Alicante.

1.1.1. PRESTACIONES DEL EDIFICIO: ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

En el proyecto se ha tenido en cuenta lo establecido por el Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básicos de Seguridad Estructural DB SE-AE de Acciones en la Edificación, DB SE-C de Cimientos, así como lo establecido en las normas Código Estructural de Hormigón Estructural y NCSE-02 de construcción sismorresistente, para 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.

El objetivo del cálculo y diseño de la estructura, así como el cumplimiento de la normativa, es que no se produzcan en el edificio o en alguna de sus partes, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación u otros elementos estructurales. Daños que comprometan directamente la resistencia mecánica del edificio, su estabilidad o que se produzcan deformaciones inadmisibles para el uso y aspecto del edificio. Su justificación se realiza en el apartado de Cumplimiento del DB Seguridad Estructural de esta misma memoria.

1.1.5.1 ASIENTO ADMISIBLE DE LA CIMENTACION

De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de terreno, tipo y características del edificio un asiento diferencial relativo máximo de 1/500.

1.1.5.2 LÍMITES DE DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Conforme el artículo 4.3.3 del CTE SE, se han verificado las flechas y los desplazamientos horizontales (desplome local y total) de los elementos estructurales. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales y edad de puesta en carga, de acuerdo a condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes pertinentes para la determinación de la flecha activa, que es la suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías. Se establecen los siguientes límites de flecha y desplazamiento horizontal:

- 1.-Integridad de los elementos constructivos cubierta (ACTIVA): 1/300
- 2.-Apariencia de la obra (TOTAL): 1/300
- 3.-Desplazamientos horizontales: Desplome relativo a altura entre plantas $\delta / h < 1/250$

1.1.5.3 VIBRACIONES

No se considera.

1.1.5.4 DURABILIDAD, FATIGA Y EFECTOS REOLÓGICOS

Para garantizar la durabilidad de la estructura se va a incidir en dos aspectos fundamentales, por un lado la protección con recubrimientos y por otro lado el mantenimiento. En función del material estructural se describen de forma específica los métodos y procedimientos para garantizar la durabilidad de la estructura frente a acciones químicas, físicas o biológicas.

1.2. TERRENO, CIMENTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS

1.2.1.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Ensayos realizados:

Para establecer las características geotécnicas del terreno se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la realización de 1 cata sondeo.

Descripción de las litologías observadas:

<u>Cata Sc 1</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,60	Tierra vegetal arcillosa con cantos. Color marrón oscuro. Rellenos.
0,30-3,80	Gravas de cantos subredondeados y subangulosos de tamaño variable en matriz areno limosa. Depósitos coluviales-aluviales cuaternarios.
3,80-4,00	Limos arcillosos de color ocre amarillento. Posible perfil del sustrato rocoso terciario.

Nivel freático:

No se observa presencia de agua en la cata sondeo realizado.

Sulfatos:

El contenido en sulfatos de los análisis realizados indica que los materiales no presentan contenido en sulfatos, por lo que se consideran no agresivos al hormigón.

1.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN

Sistema de cimentación adoptado:

Losa de cimentación de hormigón armado de 25cm de espesor desplantada sobre el nivel geotécnico I (gravas en matriz areno limosa) con una carga de trabajo no superior a 2Kp/cm².

OBSERVACIONES:

Para evitar los asientos diferenciales imprevistos en la estructura, se comprobará que toda la cimentación apoya sobre el mismo tipo de terreno.

CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.3. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB SE)

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los Estados Límite, que son aquellas situaciones para las que, caso de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

SE 1. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD.

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite Últimos, que son los que, caso de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. En general se han considerado los siguientes, de acuerdo con el DB-SE 4.2.:

a) pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;

b) fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$E_d \leq R_d$ siendo:

E_d valor de cálculo del efecto de las acciones

R_d valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y de todas las partes independientes del mismo, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

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

$E_{d,dst}$ valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_{d,stab}$ valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

SE 2. APTITUD AL SERVICIO. (se han definido los límites considerados en el cap. 1.1)

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite de Servicio, que son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerado los siguientes:

a) las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;

b) las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;

c) los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de los estados límite de servicio, que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto en el DB-SE 4.3. y en la instrucción Código Estructural cumpliendo con los recubrimientos exigidos y limitando la apertura de fisura en función del tipo de ambiente y para el periodo de durabilidad prevista.

1.4. COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS

En el apartado de justificación del DB SE-AE se cuantifican las acciones consideradas en el cálculo. Dentro de las acciones gravitatorias se diferencian el peso propio, las cargas muertas y la sobrecarga de uso. Dentro de cargas muertas están la tabiquería, el solado y otros elementos sujetos al forjado por su cara superior o inferior. La sobrecarga de uso varía en los forjados en función de su uso, conforme a las exigencias de la Tabla 3.1 del DB SE-AE o a las exigencias de la propiedad si fueran más restrictivas.

Como otras acciones se consideran la acción del viento y la sobrecarga de nieve, así como las acciones accidentales que correspondan a la situación, uso y exposición del edificio o de alguna de sus partes. De forma particular, se tiene en cuenta como acción accidental la producida por sismo, en los términos y condiciones que fija la norma NCSE-02.

De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

1.4.1 E.L.U. DE ROTURA. CTE

- **Situaciones no sísmicas**

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

- **Situaciones sísmicas**

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

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
C. permanente (G)	0,80	1,35	1,00	1,00
Empuje del terreno	0,70	1,35	1,00	0,70
Sobrecarga (Q) Categoría de uso A1	0,00	1,50	1,00	0,70
Viento (Q)	0,00	1,50	1,00	0,60
Nieve (Q)	0,00	1,50	1,00	0,50
Situación 2: Sísmica				
C. permanente (G)	0,80	1,00	1,00	1,00
Sobrecarga (Q) Categoría de uso A1	0,00	1,00	0,30	0,30
Viento (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Nieve (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Sismo (A)	-1,00	1,00	1,00	0,30(*)
Situación 3: Accidental de Incendio				
C. permanente (G)	0,80	1,00	1,00	1,00
Sobrecarga (Q) Categoría de uso A1	0,00	1,00	0,50	0,30
Viento (Q)	0,00	1,00	0,50	0,00
Nieve (Q)	0,00	1,00	0,20	0,00
Sismo (A)	-1,00	1,00	0,00	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 30 % de los de la otra.

1.4.2 ACCIONES CARACTERISTICAS

Para comprobar **tensiones sobre el terreno** (tensiones en zapatas, vigas y losas de cimentación) y **desplazamientos**.

- Situaciones no sísmicas / • Situaciones sísmicas

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

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

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
C. perman. (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
C. perman. (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

1.5. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE)

1.5.1 ACCIONES GRAVITATORIAS. SEGÚN CTE SE-AE

1.5.1.1.- LOSA CIMENTACIÓN

Peso propio losa	6,25 kN/m ²
Carga muerta	1,00 kN/m ²
Sobrecarga uso	10,00 kN/m ²

1.5.1.2.- FORJADO CUBIERTA

Peso propio forjado prelosa	3,69 kN/m ²
Carga muerta	2,00 kN/m ²
Sobrecarga uso	5,00 kN/m ²

1.5.1.3.-SOBRECARGAS LOCALES

-Punzonamiento de piso: Carga concentrada de 2 kN actuando en cualquier punto de la planta, aplicada sobre pavimento acabado en una superficie cuadrada de 50mm de lado.

1.5.2.- ACCIONES TÉRMICA SEGÚN CTE SE-AE

No se han previsto juntas de dilatación.

1.5.3.-INCENDIO SEGÚN CTE SE-AE

No se prevé el tránsito de vehículos sobre las estructuras proyectadas. La justificación de la resistencia a incendio se realiza en el apartado cumplimiento del DB SI.6.

1.6. CIMIENTOS (DB SE-C)

El comportamiento de la cimentación en relación a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) se ha comprobado frente a los estados límite últimos asociados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.

Las verificaciones de los estados límite últimos, que aseguran la capacidad portante de la cimentación, son las siguientes:

En la comprobación de estabilidad, el equilibrio de la cimentación (estabilidad al vuelco o estabilidad frente a la subpresión) se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad \text{siendo:}$$

$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras;
 $E_{d,stab}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

En la comprobación de resistencia, la resistencia local y global del terreno se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_d \leq R_d \quad \text{siendo:}$$

E_d el valor de cálculo del efecto de las acciones;
 R_d el valor de cálculo de la resistencia del terreno.

La comprobación de la resistencia de la cimentación como elemento estructural se ha verificado cumpliendo que el valor de cálculo del efecto de las acciones del edificio y del terreno sobre la cimentación no supera el valor de cálculo de la resistencia de la cimentación como elemento estructural.

El comportamiento de la cimentación en relación a la aptitud al servicio se ha comprobado frente a los estados límite de servicio asociados con determinados requisitos impuestos a las deformaciones del terreno por razones estéticas y de servicio.

La verificación de los diferentes estados límite de servicio que aseguran la aptitud al servicio de la cimentación, es la siguiente:

El comportamiento adecuado de la cimentación se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_{ser} \leq C_{lim} \quad \text{siendo:}$$

E_{ser} el efecto de las acciones;
 C_{lim} el valor límite para el mismo efecto.

Los diferentes tipos de cimentación requieren, además, las siguientes comprobaciones y criterios de verificación, relacionados más específicamente con los materiales y procedimientos de construcción empleados:

CIMENTACIONES DIRECTAS.

En el comportamiento de las cimentaciones directas se ha comprobado que el coeficiente de seguridad disponible con relación a las cargas que producirían el agotamiento de la resistencia del terreno para cualquier mecanismo posible de rotura, es adecuado. Se han considerado los estados límite últimos siguientes: a) hundimiento; b) deslizamiento; c) vuelco; d) estabilidad global; y e) capacidad estructural del cimiento; verificando las comprobaciones generales expuestas.

En el comportamiento de las cimentaciones directas se ha comprobado que las tensiones transmitidas por las cimentaciones dan lugar a deformaciones del terreno que se traducen en asentamientos, desplazamientos horizontales y giros de la estructura que no resultan excesivos y que no podrán originar una pérdida de la funcionalidad, producir fisuraciones, agrietamientos, u otros daños. Se han considerado los estados límite de servicios siguientes: a) los movimientos del terreno son admisibles para el edificio a construir; y b) los movimientos inducidos en el entorno no afectan a los edificios colindantes; verificando las comprobaciones generales expuestas y las comprobaciones adicionales del DB-SE-C 4.2.2.3.

1.7. HORMIGÓN ESTRUCTURAL (CÓDIGO ESTRUCTURAL)

1.1. CÓDIGO ESTRUCTURAL CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN				
Com po ne nte s	Cemento RC-16	Tipo - Resistencia	EN 197-1 CEM I 42,5 N	EN 197-1 CEM I 42,5 N
	Agua	Contenido máx. del ion cloruro	3 gr./litro	3 gr./litro
	Áridos	Clase	Machacado	Machacado
		Tamaño máx.	16 mm	20 mm
	Consistencia		Fluida	Fluida
	Ambiente		XC1	XC2
	Recubrimiento mínimo armaduras.		20 + 10mm	70 mm
	Contenido mínimo cemento		275	275
	Relación máxima agua/cemento.		0,60	0,60
Ac er o	Compactación		Vibrado	Vibrado
	Tipo Acero Límite Elástico		B 500 S 500 N/mm2	B 500 S 500 N/mm2
	Mallas electrosol. Límite Elástico		B 500T 500 N/mm2	B 500T 500 N/mm2

Otros hormigones:

Hormigón de limpieza: HL-150 (dosificación mínima de cemento: 150kg/m3)

CÓDIGO ESTRUCTURAL				
ESPECIFICACIONES DE CÁLCULO Y CONTROL DE CALIDAD				
	Tipo	Coeficiente parcial de seguridad	Nivel Control	Forma elaboración
Hormigones	HA-25/F/20/XC2 (ciment.) HA-25/F/16/XC1 (resto)	1,5	Normal	Central
Acero	B 500 S/B 500 T	1,15	Normal	Sello AENOR
Ejecución		C. Permanentes 1,35 C. Variables 1,5	Normal	
Control de Calidad	Nº Lotes		Según Código Estructural	
	Nº Amasadas		Tres por lote	
	Nº Probetas		Dos por amasada	

Bases de cálculo:

La vida útil nominal considerada para la estructura proyectada es de 50 años.

Durante este periodo se debe satisfacer los requisitos siguientes:

- Seguridad y funcionalidad estructural: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento mecánico inadecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, considerando la totalidad de su vida útil.
- Seguridad en caso de incendio: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la estructura sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que se provoquen impactos inadecuados sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de las obras.

Para asegurar la fiabilidad requerida a la estructura, Ésta se ha comprobado mediante cálculo frente a los estados límite últimos y de servicio que se consideran en el DB-SE y que se desarrollan en el punto 3.1 y frente al estado límite de durabilidad.

Además de las exigencias que establece el CTE en el documento DB-SE comentadas en el punto 3.1 de esta memoria, las estructuras de hormigón tienen que cumplir como exigencia de aptitud al servicio una limitación en las aberturas características de fisura según la tabla 27.2 del Código Estructural y que se justifica en este apartado.

Bases de cálculo adicionales orientadas a la durabilidad:

El Código Estructural define un estado límite de Durabilidad, que consiste en verificar que el tiempo necesario para que el agente agresivo produzca un ataque o degradación significativa es mayor que el valor de cálculo de la vida útil del edificio.

Para poder realizar la comprobación del estado límite de durabilidad, se define el tipo de ambiente al que está sometido cada elemento estructural, definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto. El tipo de ambiente se define según la tabla 27.1.a (clases de exposición relativas al hormigón estructural).

Para que la estructura cumpla con el estado límite de durabilidad se ha seguido una estrategia que considera todos los posibles mecanismos de degradación, y se han adoptado medidas específicas en función de la agresividad a la que se encuentra sometido cada elemento.

Justificación de las clases de exposición consideradas para los elementos de la estructura:

Elemento estructural	Clase de exposición	justificación
Cimentación	XC2	Elementos de hormigón armado enterrados en suelos no agresivos
Estructura interior	XC1	Elementos de hormigón armado dentro de recintos cerrados con humedad del aire baja (HR<65%)

Estrategia para la durabilidad:

a) Se han seleccionado las **formas estructurales adecuadas**, de acuerdo con lo indicado en el apartado 43.1 del Código Estructural.

b) **Calidad** adecuada del **hormigón** de acuerdo con lo indicado en el apartado 43.2 del Código Estructural.

Requisitos generales:

Contenido mínimo de cemento, tabla 43.2.1.a:

-ambiente XC1 = 275 kg/m ³ -ambiente XC2 = 275 kg/m ³
--

Máxima relación a/c, tabla 43.2.1.a:

-ambiente XC1 = 0,60 -ambiente XC2 = 0,60
--

c) Espesor de **recubrimiento** adecuado para la protección de las armaduras, según apartado 44.2.1 del Código Estructural:

Clase de exposición:	Tipo de cemento:	Resist. característica del hormigón:	Vida útil:	Recubrimiento mínimo:	Recubrimiento nominal:
XC1	EN 197-1 CEM I 42,5 N	25	50	20	30
XC2	EN 197-1 CEM I 42,5 N	25	50	-	70mm

Nota: el recubrimiento puede venir condicionado por criterios de durabilidad (recubrimiento nominal) o por necesidades de resistencia al fuego de la estructura (recubrimiento mecánico)

d) Control de la **abertura máxima de fisura**, según tabla 27.2 del Código Estructural.

Clase de exposición:	Tipo de hormigón:	Ancho de fisura:
XC2	Hormigón armado	0,3
XC1	Hormigón armado	0,4

Análisis estructural:

El proyecto de la estructura se realizará en base a lo establecido en los anejos 19 y 20 del Código Estructural.

El análisis estructural se realizará según los criterios establecidos en el apartado 5 del anejo 19 del Código Estructural con las bases de cálculo y comprobaciones establecidas en el anejo 18.

Los coeficientes de minoración de los materiales son los correspondientes a un *control de ejecución de la estructura normal* según la tabla A.19.2.1 del Código Estructural.

El análisis global de la estructura se realiza mediante un análisis lineal con redistribución del 15% de momentos negativos según el apartado 5.5 del anejo 19 del Código Estructural. El análisis con redistribución limitada solamente se utiliza para comprobaciones en estado límite último.

Mantenimiento de la estructura:

El mantenimiento de la estructura se realizará según lo establecido en el artículo 24 del Código Estructural.

En Abaigar, abril de 2026,

El arquitecto,

-



Fdo: Daniel Azpilicueta Fernández de las Heras
Nº C.O.A.V.N 4.501