

CUMPLIMIENTO DEL CTE-SE. Seguridad Estructural

SE 1 y SE 2	Resistencia y estabilidad / Aptitud al servicio
SE-AE	Acciones en la edificación
SE-C	Cimentaciones
NCSE	Norma de construcción sismorresistente
EHE-08	Instrucción de hormigón estructural
SE-A	Estructuras de acero

El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tenga un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto (Artículo 10 de la Parte I de CTE).

Para satisfacer este objetivo, el edificio se proyectará, fabricará, construirá y mantendrá de forma que cumpla con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

	Apartado		Procede	No procede
DB-SE	SE-1 y SE-2	Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	SE-AE	Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	SE-C	Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	SE-A	Estructuras de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-F	SE-F	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	SE-M	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Se han tenido en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	Apartado		Procede	No procede
NCSE	NCSE	Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE-08	EHE-08	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" 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», «DBSE-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.

3.1.1 Seguridad estructural (SE)

Análisis estructural y dimensionado

Proceso	-DETERMINACION DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO -ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES -ANALISIS 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:: - 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 está indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Las valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE-08.	
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.	

Verificación de la estabilidad

Ed,dst < Ed,stb	Ed,dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
	Ed,stb: 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 formula 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 ha 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

Se considera una limitación de deformación (CTE. SE. Art 4.3.3.1):

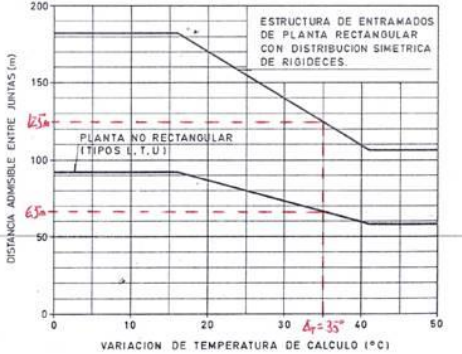
- Ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento considerado, la flecha relativa se limita a $< L/400$
- Para acciones de corta duración ante cualquier combinación de acciones característica la flecha máxima relativa se limita a $< L/350$
- Para combinaciones de acciones cuasipermanentes la flecha máxima relativa se limita a $< L/300$

Desplazamientos
horizontales

El desplome total limite es 1/500 de la altura total

3.1.2. Acciones en la edificación (SE-AE)

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Se ha dispuesto el siguiente tipo de forjados para la estructura horizontal: -Placas alveolares de 25cm de espesor, 120cm de ancho y 5cm de capa de compresión con un peso propio de 5.10KN/m ² .
	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 la Instrucción EHE-08. 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. Acciones sobre barandillas y elementos divisorios: Categoría de uso C2 y C3. Barandillas, antepecho: 1,6 kN/m a 1,20 metros de altura. Elementos divisorios: 0,8 kN/m a 1,20 m. de altura.

	<p>Las acciones climáticas:</p>	<p><u>El viento:</u> Altura de coronación máxima del edificio: 3.85 m. Presión dinámica del viento q_b (zona A): 0,42 kN/m² Grado de aspereza: IV</p> <p><u>La temperatura:</u> Según el CTE DB SE-AE no se considerarán las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación a no más de 40 metros. Puesto que el edificio tiene más de 40 metros (48.16 metros) y no disponemos de juntas de dilatación, para justificar dicho incremento nos apoyaremos en lo expuesto en el libro "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado para Edificios" de José Calavera Ruiz, en el que, basándose en lo citado por el Informe de la National Academy of Sciences de Washington "Expansion Joints in Building", se expone lo siguiente: $\Delta t = T_s - T_m$</p> <p>$\Delta t = T_m - T_i$</p> <p>donde:</p> <p>Δt : variación de la temperatura de cálculo.</p> <p>T_s : temperatura que, como término medio, es excedida solamente el uno por ciento del tiempo durante los meses de verano de Junio a Septiembre.</p> <p>T_m : temperatura media durante la época normal de construcción en la zona en que se va a construir el edificio. Como norma general puede definirse como época normal de construcción el período consecutivo del año durante el cual la temperatura mínima diaria no es inferior a 0°C.</p> <p>T_i : temperatura igualada o excedida, por término medio, el noventa y nueve por ciento del tiempo durante los meses de invierno de Diciembre a Febrero.</p> <p>Según la agencia Estatal de Meteorología y en el caso más desfavorable, en la zona de Madrid podemos estimar que la Variación de Temperatura de Cálculo será de aproximadamente 35°C.</p> <p>Así, introduciendo dicha variación en el gráfico, obtenemos que la distancia entre juntas de dilatación podría llegar hasta los 65 metros en caso el caso más desfavorable de "planta no rectangular" y, de 125 metros en el caso de "estructuras de entramados de planta rectangular con distribución simétrica de rigideces", caso al que se aproxima más el edificio.</p>  <p>Por lo que consideramos asumible la distancia total del edificio sin que se produzcan incrementos en los esfuerzos de los pilares debidos a los movimientos de la estructura de retracción y contracción.</p> <p><u>La nieve:</u> Edificio situado en Madrid. La sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal (sk) es de 0,6 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 registrará por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se registrarán 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. Incendio: las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en DB-SI Impacto: no se ha considerado

Cargas gravitatorias por niveles:

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1, 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:

- Forjado zona aulas (Categoría C2):

- Peso propio forjado placa alveolar h=30cm (25+5)	5.10 kN/m2
- Solado y revestimientos	1,00 kN/m2
- Tabiquería	1,00 kN/m2
- Sobrecarga uso (*)	4,00 kN/m2
TOTAL:	11.10 kN/m2

(*)Se considera, para comprobaciones locales de capacidad portante, una carga concentrada actuando en cualquier punto de valor 4,00kN. Se considera actuando de forma independiente y no simultanea con la sobrecarga de uso.

- Forjado de planta de cubierta (Categoría G1):

- Peso propio forjado placa alveolar h=30cm (25+5)	5.10 kN/m2
- Peso propio forjado chapa colaborante 60+60, e=0.70mm	2.35 kN/m2
- Solución de cubierta	3.40 kN/m2
- Sobrecarga de nieve	0,60 kN/m2
- Sobrecarga uso (*)	1,00 kN/m2
TOTAL:	10.15 kN/m2

Uso y nieve no concomitantes

(*)Se considera, para comprobaciones locales de capacidad portante, una carga concentrada actuando en cualquier punto de valor 1,00kN. Se considera actuando de forma independiente y no simultanea con la sobrecarga de uso.

3.1.3. Cimentaciones (SE-C)

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 el 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.

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:	INTEMAC	
Nombre del autor/es firmantes:	Alejandro Casado Chinarro, Geólogo. Alberto Blanco Zorroza, Geólogo.	
Número de Sondeos e histórico de los trabajos:	2 sondeos (S.P.T) y 2 penetrómetros.	
Descripción de los terrenos:	<p>El terreno se compone de las siguientes capas:</p> <p>NIVEL 1 (de 0,00 a 0,40 m de profundidad) Rellenos artificiales formados por arenas limosas con grava con cobertura vegetal en su parte inferior.</p> <p>NIVEL 2 (de 0,40 m a 16,35 m de profundidad, fin del sondeo) Terreno natural correspondiente al sustrato mioceno de las facies centrales de la cuenca de Madrid, constituido por una sucesión de niveles de espesor métrico de arcillas y yesos hasta la profundidad reconocida de 16.35m</p>	
Datos estimados y recomendaciones	<p>Del estudio geotécnico se extraen las siguientes conclusiones:</p> <p>Se propone a la consideración de la Dirección Facultativa de la Obra. el empleo de una cimentación de tipo superficial mediante vigas de cimentación calculadas para una tensión admisible del terreno de 0.20N/mm².</p>	
Parámetros geotécnicos estimados:		
	Estrato previsto para cimentar	Sucesión de niveles de espesor métrico de arcillas y yesos.
	Nivel freático.	No se detecta
	Agresividad	Dada la presencia de yesos tendremos una clase de exposición en los elementos en contacto con el terreno de IIa+Qc
	El resto de parámetros geotécnicos se pueden consultar en los estudios geotécnicos descritos	

Cimentación:

Descripción:	Cimentación tipo superficial mediante vigas de cimentación calculadas para una tensión del terreno de 0.20N/mm ² .
Material adoptado:	Hormigón armado vigas y muros: HA-35/B/20/IIa+Qc.
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 la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE-08) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la excavación de los encepados y vigas centradoras se colocará una capa de hormigón de limpieza de al menos 10 cm. de espesor.

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).

Clasificación de la construcción:	Edificio de equipamiento educacional. (Construcción de normal importancia)
Aceleración Sísmica Básica (ab):	Madrid: $ab < 0.04$ g, (siendo g la aceleración de la gravedad), según el mapa de peligrosidad sísmica (tabla 2.1) de NC SE-02
Aplicación de la normativa	No es obligatoria la aplicación de la norma NCSE-02 para esta edificación, pues se trata de una construcción de normal importancia situada en una zona de aceleración sísmica básica ab inferior a 0,04 g, conforme al artículo 1.2.1. y al Mapa de Peligrosidad de la figura 2.1. de la mencionada norma. Por ello, no se han evaluado acciones sísmicas, no se han comprobado los estados límite últimos con las combinaciones de acciones incluyendo las sísmicas, ni se ha realizado el análisis espectral de la estructura.

3.1.5. Cumplimiento de la instrucción de hormigón estructural EHE-08

(RD 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba
la instrucción de hormigón estructural EHE-08)

Estructura

Descripción del sistema estructural:

Cimentación:

Resuelta mediante cimentación tipo profunda con pilotes de hormigón armado.

Estructura horizontal:

Forjados de planta baja: Se proyecta con forjado de placa alveolar pretensada sobre muros de hormigón armado.

Forjados de plantas sobre rasante: Se proyecta con forjado de placa alveolar pretensada sobre viga metálica, con canto total de forjado 30cm (25+5). En algunas zonas con previsión de apertura de huecos se ha proyectado un forjado de chapa colaborante 60+60cm con espesor de chapa 0.70mm.

Estructura vertical:

Como estructura vertical se emplean pilares metálicos en la totalidad de la estructura.

Los nudos de la estructura metálica estarán formados por nudos semirrígidos para la mejor optimización de la estructura.

La resistencia a esfuerzos horizontales, se ha resuelto mediante arriostramiento con perfiles metálicos.

Programa de cálculo:

Nombre comercial:

El cálculo de la estructura se realiza mediante los programas informáticos y mediante cálculos manuales:

CYPECAD Espacial v2017.i CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

CYPECAD Cimentaciones v2017.i CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

Nuevo Metal 3D v2017.i de la empresa CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

Empresa

Cype Ingenieros
Avenida Eusebio Sempere nº5
Alicante.

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 de la vigente EHE-08, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

Deformaciones

Se considera una limitación de deformación (CTE. SE. Art 4.3.3.1):

- Ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento considerado, la flecha relativa se limita a $< L/400$

- Para acciones de corta duración ante cualquier combinación de acciones característica la flecha máxima relativa se limita a $< L/350$

- Para combinaciones de acciones cuasipermanentes la flecha máxima relativa se limita a $< L/300$

Para la estimación de flechas de considera la inercia equivalente (I_e) a partir de la fórmula de Branson. Se considera el módulo de deformación E_c establecido en EHE-08 08, al art. 39.6

Cuantías geométricas

Serán como mínimo las fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5 de la Instrucción vigente.

Estado de cargas consideradas:

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

Se ha aplicado el Documento básico SE-AE.
Los valores concretos son los que figuran en el apartado 3.1.2. de esta memoria

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

Instrucción de hormigón estructural EHE-08-08
Documento Básico SE-AE

Para Estados Límites Últimos:

Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Coefficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los estados límites últimos en situación persistente o transitoria (efecto desfavorable):

Permanente: $\gamma_G = 1,35$

Permanente de valor no cte.: $\gamma_{G^*} = 1,50$

Variable: $\gamma_Q = 1,50$

Coefficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los estados límites últimos en situación accidental (efecto desfavorable):

Permanente: $\gamma_G = 1,00$

Permanente de valor no cte.: $\gamma_{G^*} = 1,00$

Variable: $\gamma_Q = 1,00$

Accidental: $\gamma_A = 1,00$

Para Estados Límites de Servicio:

Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Coefficientes parciales de seguridad de las acciones, aplicables para las comprobaciones de los estados límites de servicio (efecto desfavorable):

Permanente: $\gamma_G = 1,00$

Permanente de valor no cte.: $\gamma_{G^*} = 1,00$

Variable: $\gamma_Q = 1,00$

Valores de ψ :

- Zonas destinadas al público (categoría C):

$$\psi_0 = 0,7 \quad \psi_1 = 0,7 \quad \psi_2 = 0,6$$

- Zonas accesibles únicamente para mantenimiento (categoría H):

$$\psi_0 = 0,0 \quad \psi_1 = 0,0 \quad \psi_2 = 0,0$$

Características de los materiales:

Hormigón:

Cimentación (vigas y muros):

HA-35/B/20/Ia+Qc.

Resistencia característica: 35,0 N/mm²

Cementos: CEM I/32.5

Tamaño máximo del árido: 20 mm.

Consistencia fluida con asiento de 13 a 18 cm. en cono de Abrahms.

Máxima relación agua/cemento: 0,45

Mínimo contenido de cemento: 350 kg/m³

Resto estructura:

HA-25/B/20/I.

Resistencia característica: 25,0 N/mm²

Cementos: cementos comunes, preferentemente CEM I/32.5

Tamaño máximo del árido: 20 mm.

Consistencia blanda con asiento de 6 a 9 cm. en cono de Abrahms.

Máxima relación agua/cemento: 0,65

Mínimo contenido de cemento: 250 kg/m³

Hormigón de limpieza:

HL-150/B/30

Mínimo contenido de cemento: 150 kg/m³

Tamaño máximo del árido: 20 mm.

Consistencia blanda con asiento de 6 a 9 cm. en cono de Abrahms.

Nivel de control de hormigón: Estadístico

Coefficiente parcial de seguridad para Estados Límites Últimos: $\gamma_C = 1,50$

Acero corrugado para hormigones

Se utilizará acero corrugado tipo B-500S en todos los elementos estructurales. Su límite elástico será de 500 N/mm².

Nivel de control de acero: Normal

Coefficiente parcial de seguridad para Estados Límites Últimos: $\gamma_S = 1,15$

Durabilidad

Requisitos exigidos:

Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el artículo 37 de la EHE-08 establece los siguientes parámetros. La vida útil proyectada es de 50 años

Recubrimientos:

Los recubrimientos se encuentran detallados en los planos de estructura.

Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores conforme al artículo 37.2.5 de EHE-08.

Cantidad mínima de cemento:	Para el ambiente IIa+Qc: 350 kg/m ³ . Para el ambiente I: 250 kg/m ³ .
Resistencia mínima recomendada:	Para ambiente IIa+Qc: 35 Mpa. Para ambiente I: 25 Mpa.
Relación agua cemento:	Para el ambiente IIa+Qc : $a/c \leq 0.45$ Para el ambiente I : $a/c \leq 0.65$

Características técnicas de los forjados unidireccionales (placas alveolares).

Material adoptado:	Forjados unidireccionales compuestos de losas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, con armadura de reparto y hormigón vertido en obra en relleno de juntas laterales entre losas y formación de la losa superior (capa de compresión).
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados los valores de ESFUERZOS CORTANTES ÚLTIMOS en kg y MOMENTOS FLECTORES en mkg por metro de ancho, con objeto de poder evaluar su adecuación a partir de las solicitaciones de cálculo y respecto a las FICHAS de CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS y de AUTORIZACIÓN de USO de las losas alveolares a emplear.
Dimensiones:	Canto Total: 30 cm Canto de la placa: 25 cm Espesor capa compresión : 5 cm. Ancho de placa alveolar: 120 cm. Peso Propio Total: 5.10kN/m ²
Materiales y armado:	Hormigón placa: a determinar Acero placa: a determinar Hormigón in situ: HA-25/B/20/IIa (Planta Baja) y HA-25/B/20/I (Planta Cubierta) Acero de refuerzo en apoyos: B500S Armado de refuerzo en apoyos: ver planos Acero de la armadura de reparto: B500T Armadura de reparto en capa de compresión: ME 150 x 150 Φ5
Observaciones:	<p>Para el análisis del forjado se ha tomado como valor de cálculo el momento plástico derivado de igualar el momento en el apoyo y el momento en el vano. En los apoyos sin continuidad, la armadura de negativos se ha dimensionado para un esfuerzo de cálculo correspondiente a una cuarta parte del momento máximo del vano.</p> <p>Se consideran las mismas hipótesis de cálculo, coeficientes de seguridad y limitación de deformaciones que los considerados para vigas (ver apartado correspondiente).</p> <p>El canto del forjado cumple las limitaciones establecidas por la EHE-08 en sus estados límites de deformación. Donde ha sido necesario se ha optado por reforzar el forjado con zunchos de hormigón armado bajo la acción de cargas puntuales o lineales correspondientes a muros de cerramiento o muros de medianería.</p> <p>Localmente, de acuerdo con las necesidades estructurales, se plantean zonas macizadas o con detalles especiales, tales como la resolución de los encuentros con las losas de escalera, huecos, etc,... definidos convenientemente en los detalles correspondientes.</p>

3.1.6. Estructuras de acero (SE-A)

Estructura

Descripción del sistema estructural:

Cimentación:

Resuelta mediante cimentación tipo profunda con pilotes de hormigón armado.

Estructura horizontal:

Forjados de planta baja: Se proyecta con forjado de placa alveolar pretensada sobre vigas de hormigón armado, las cuales realizan la misión adicional de centrado de cargas sobre encepados.

Forjados de plantas sobre rasante: Se proyecta con forjado de placa alveolar pretensada sobre viga metálica, con canto total de forjado 30cm (25+5). En algunas zonas con previsión de apertura de huecos se ha proyectado un forjado de chapa colaborante 60+60cm con espesor de chapa 0.70mm.

Estructura vertical:

Como estructura vertical se emplean pilares metálicos en la totalidad de la estructura.

Los nudos de la estructura metálica estarán formados por nudos semirrígidos para la mejor optimización de la estructura.

La resistencia a esfuerzos horizontales, se ha resuelto mediante arriostramiento con perfiles metálicos.

Programa de cálculo:

Nombre comercial:

El cálculo de la estructura se realiza mediante los programas informáticos y mediante cálculos manuales:

CYPECAD Espacial v2017.i CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

CYPECAD Cimentaciones v2017.i CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

Nuevo Metal 3D v2017.i de la empresa CYPE Ingenieros S.A. (Licencia 73725)

Empresa

Cype Ingenieros
Avenida Eusebio Sempere nº5
Alicante.

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

Se realizan dos tipos de verificaciones de acuerdo con DB SE 3.2, las relativas a:

- La estabilidad y resistencia (estados límites últimos)
- La aptitud para el servicio (estados límites de servicio)

La comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación (resistencias y flechas y vibraciones admisibles respectivamente). En el contexto del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero" a la primera fase se la denomina de *análisis* y a la segunda de *dimensionado*.

Deformaciones

Se considera una limitación de deformación (CTE. SE. Art 4.3.3.1):

- Ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento considerado, la flecha relativa se limita a $< L/400$
- Para acciones de corta duración ante cualquier combinación de acciones característica la flecha máxima relativa se limita a $< L/350$
- Para combinaciones de acciones cuasipermanentes la flecha máxima relativa se limita a $< L/300$

Estado de cargas consideradas:

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

Se ha aplicado el Documento básico SE-AE.
Los valores concretos son los que figuran en el apartado 3.1.2. de esta memoria

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

Documento Básico SE-AE

Estados límites últimos:

Se consideran las combinaciones de acciones para situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Valor de γ para verificación de resistencia en situación persistente o transitoria (efecto desfavorable):

Peso propio:	$\gamma = 1,35$
Empuje del terreno:	$\gamma = 1,35$
Presión del agua:	$\gamma = 1,20$
Variable:	$\gamma = 1,50$

Valor de γ para verificación de resistencia en situación persistente o transitoria (efecto favorable):

Peso propio:	$\gamma = 0,80$
Empuje del terreno:	$\gamma = 0,70$
Presión del agua:	$\gamma = 0,90$
Variable:	$\gamma = 0,00$

Estados límites de servicio:

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado "característica" o "poco probable" a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado "frecuente" a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de larga duración se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado "casi permanente" a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Valores de ψ :

- Zonas destinadas al público (cat.C): $\psi_0 = 0,7$ $\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,6$
- Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (categoría H): $\psi_0 = 0,0$ $\psi_1 = 0,0$ $\psi_2 = 0,0$
- Nieve altitud < 1000m: $\psi_0 = 0,5$ $\psi_1 = 0,2$ $\psi_2 = 0,0$
- Viento: $\psi_0 = 0,6$ $\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,0$
- Acciones variables del terreno $\psi_0 = 0,7$ $\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,7$

Durabilidad

Se han considerado las estipulaciones del apartado “3 Durabilidad” del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero”, y que se recogen en el presente proyecto en el apartado de “Pliego de Condiciones Técnicas”.

Materiales

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es:

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S275JR	275	265	255	410	2

f_y tensión de límite elástico del material
 f_u tensión de rotura

Coefficiente parcial de seguridad para determinar la resistencia:

Relativo a la plastificación del material: $\gamma = 1,05$
 Relativo a los fenómenos de inestabilidad: $\gamma = 1,05$
 Relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión: $\gamma = 1,25$

Madrid, Mayo de 2017