



MJ-MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

E.1 – SEGURIDAD ESTRUCTURAL

CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

E.1.- Seguridad estructural DB-SE

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 (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

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	3.1.6	Estructuras de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.7	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.8	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	3.1.4	Norma de construcción sismorresistente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
EHE	3.1.5	Instrucción de hormigón estructural (*)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(*) La nueva norma EHE-08 incluye la antigua EFHE.

SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE)

EXIGENCIA BÁSICA SE-1: 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.

EXIGENCIA BÁSICA SE-2: 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.

1.-Análisis estructural y dimensionado

Proceso

-DETERMINACION DEL ESQUEMA ESTRUCTURAL. AJUSTE CON LOS HUECOS DE INSTALACIONES PRINCIPALES (superiores a 50x50cm).

-ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES Y UN PRIMER DIMENSIONADO A CARGA VERTICAL Y EMPUJES DEL TERRENO.

-ANALISIS ESTRUCTURAL Y VERIFICACIÓN DE CONDICIONES RESISTENTES Y DE DEFORMABILIDAD. AJUSTE DEL DIMENSIONADO.

-CALCULO CON TODAS LAS ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO. VERIFICACIÓN FINAL DE CÁLCULO.

-AJUSTES CON LA PUESTA EN OBRA Y LOS HUECOS DE INSTALACIONES MENORES.



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 límite	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.	

2.-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. Tras el cálculo de estructura se ha efectuado la obligatoria coordinación con arquitectura para la elaboración de planos que incluyan ejes de replanteo comunes. Los planos se han organizado por plantas de forma que cada plano contenga la planta de estructura, sus correspondientes despieces de vigas y los detalles que les afecten. Se han incluido en todos los planos los cuadros definitivos de la estructura y el cómputo de cargas.	
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 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 de hormigón bajo rasante y pórticos metálicos sobre rasante. 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. Además, en este esquema general, se ha incluido el cálculo de los muros de contención perimetrales considerando, para ello, la fase final de construcción. Es decir, con los forjados de planta baja construidos. Para el cálculo se han tomado los datos del terreno considerados en el estudio geotécnico realizado.	

3.-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.
----------------	---

4.-Verificación de la resistencia de la estructura

Ed [Rd]	Ed : Valor de calculo del efecto de las acciones. Rd: Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.
---------	--



5.-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.

6.-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 máximo 1cm. Se verifica, asimismo, las deformaciones de las placas de forjado y losas en todas las plantas, especialmente en la punta de voladizos, limitando la misma a un máximo de 1 cm. Asimismo se han respetado los límites impuestos en relación al confort y apariencia exigidas en el CTE.
Desplazamientos horizontales	El desplome total límite es 1/500 de la altura total.

SE-AE ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Forjado unidireccional de placas alveolares 25+5: A efectos de cálculo se han considerado un peso uniforme total de 540 Kg/m ² . Es importante verificar que no se sobrepasa este valor en caso de modificar el tipo ya características del forjado En los elementos de hormigón armado, el peso corresponde con la sección bruta multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado), en pilares, muros y vigas. En losas macizas será el canto h (cm) x 25 kN/m ²
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Se corresponde con pavimentos, peldaños de escaleras y falsos techos. Se han estimado 150 kg/m ² entre pavimentos, falsos techos e instalaciones colgadas. A éstas se añade la tabiquería como una media de 100 kg/m ² , entendiendo por tabiquería las particiones interiores habituales (quedan fuera los muros de medio pie en adelante y, por supuesto, los muros de carga). En total, 250 kg/m ² . Se incluyen las cargas correspondientes al peso de las instalaciones que discurren ancladas al forjado, las correspondientes a los rellenos (en su caso) y las de formación de pendiente en las cubiertas.
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería por no situarse dentro la horquilla antes indicada (hasta medio pie). Corresponderían a la separación entre zonas de diferente uso, las fachadas propiamente dichas y los petos de cubierta. En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos.
	Acciones del terreno	Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.



Acciones Variables (Q):	La sobrecarga de uso:	Se ha considerado 300 kg/m ² para uso de colegio, con zonas de 500 kg/m ² en pasillos, y 100 kg/m ² de sobrecarga de mantenimiento en cubiertas. Asimismo, se ha considerado una sobrecarga de nieve de 60 kg/m ² de acuerdo a CTE.
	Las acciones climáticas:	<p>El viento: Se ha tenido en cuenta conforme a lo indicado en el CTE aunque dada la escasa altura del edificio y la propia configuración del mismo no tiene influencia significativa. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrían despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6.</p> <p>La carga de viento depende de la zona a la que corresponda el emplazamiento y de la rugosidad del terreno</p> <p>Zona A. Grado de aspereza IV.</p> <p>La temperatura: 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. Al superar esa distancia, se ha previsto la formación de una junta de dilatación que divide al conjunto del edificio en dos partes con una distancia, en cada una de ellas, inferior a 30 m.</p> <p>La nieve: Se han considerado 60 kg/m² de acuerdo a las indicaciones del CTE. Tabla 3.8 del SE-AE</p>
	Las acciones químicas, físicas y biológicas:	<p>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 factores ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, temperatura, la humedad relativa, el viento, la radicación 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.</p> <p>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.</p>
	Acciones accidentales (A):	<p>a) Sismo: Dada la zona donde se encuentra no es de aplicación según la norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.</p> <p>b) Fuego: En el caso de estructuras de hormigón, se cumplirán los requisitos indicados en la EHE (dimensiones y recubrimientos mínimos). En el caso de la estructura de acero, todos los elementos deberán ir revestidos para alcanzar la resistencia al fuego establecida en el DB SI. En el caso de los pilares metálicos, a efectos de cálculo, se han considerado trasdosados de doble placa de cartón yeso específicos para fuego. En el caso de las vigas metálicas, se ha previsto el revestimiento mediante pintura ignífuga.</p> <p>c) Impactos: No han sido tenidos en cuenta.</p> <p>d) Explosiones: No han sido tenidas en cuenta.</p>



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:

1.1.1.1.1 Elementos	Permanentes					Sobrecargas			Totales kg/m ²
	P.P. est kg/m ²	Acabados kg/m ²	Tabiquería kg/m ²	Rellenos kg/m ²	1.1.1.1.1.1. kg/m ²	Uso kg/m ²	Nieve kg/m ²	Σ kg/m ²	
Estructurales									
Planta sótano-2 (forjado sanitario).	540	150	100	0	790	300	----	300 (***)	1090
Planta sótano-1.	540	150	100	0	790	300	----	300(***)	1090
Planta baja.	540	150	100	0	790	300	----	300(***)	1090
Planta cubierta y casetón. (**)	540	300	----	0	840	100 (*)	60 (*)	100	940
Pasarela	540	200			740	300		300	1040
Escaleras									
Común	300	100	-----	100	500	300	----	500	800
Cerramientos	Kg/ml				Kg/ml				Kg/ml
Fachada	900	----	-----	----	900			-----	900
Macizados en arriostr	600	----	-----	----	600			-----	600
Cerramiento pasillo	200	----	-----	----	200			-----	200
Cerram. terrazas	500	----	-----	----	500			-----	500
Observaciones: <p>(*) Nunca concomitantes</p> <p>(**) Carga de equipos: No se han computado en cubierta al no tener previsto ningún equipo en arquitectura. En caso necesario, es obligatorio verificar la posición y pesos de los equipos a colocar.</p> <p>Carga de instalaciones. Aplicada en cada forjado. Estimado en 20 kg/m2</p> <p>(***) sobrecarga de uso de 500 Kg/m2 en pasillos</p>									

SE-C CIMENTACIONES

1.-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 según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

2.-Estudio geotécnico

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, motivo por el cual se ha realizado el obligatorio estudio geotécnico.

Datos estimados

El Estudio Geotécnico, del que se adjunta copia, ha sido realizado por GMC Ingeniería, S.L.

Autores firmantes: David Barreno, Geólogo

Negia María Milián Rodríguez, Directora Técnica

Según el estudio geotécnico el terreno está formado por tres unidades geotécnicas



Tipo de reconocimiento:

diferenciadas:

- Nivel 1-A. Cobertura vegetal areno-arcillosa con cantos dispersos, de color pardo, con espesores detectados comprendidos entre 0 y 0,60 m.
- Nivel 1-B. Aluvial cuaternario. Arenas finas-medias arcillosas con cantos dispersos, de color pardo claro. De compactación media y espesores entre 0 y 1,20 m.
- Nivel 2. Tosco y tosco arenoso. Terreno natural resistente constituido por Arcillas y limos arcillosos algo arenosos con pasadas de arcillas bastante arenosas, de color pardo. Espesor entre 1,20 y fin de sondeo. A partir de 7,35m de profundidad, arcillas arenosas de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.
- Nivel 3. Arena tosquiza. Arenas medias-finas arcillosas, de color pardo ocre. Compactación densa-muy densa. Espesor entre 9,80 y fin de sondeo.

El solar estudiado se encuentra en la C/ Felix Candela, 24 del Parque de Valdebebas, en el distrito de Valdebebas de Madrid. La parcela tiene una superficie de 13.345 m².

La campaña geotécnica propuesta ha consistido en la realización de:

- Cuatro ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH
- Cinco sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo, cuatro de ellos hasta 12.00 metros y el último hasta 6.00 metros de profundidad, ejecución de ensayos, muestras inalteradas o parafinadas, colocación de tubería piezométrica anurada de PVC y disposición de muestras en cajas de cartón parafinado. Después de la observación detallada del testigo continuo, se han preparado los correspondientes cortes litológicos de los sondeos.

Se han tomado numerosas muestras inalteradas, contabilizando el golpeo necesario para la hincada de la cuchara toma de muestras. Con estas muestras inalteradas se han realizado ensayos de resistencia a la compresión simple, al corte, de presión de hinchamiento en edómetro y de identificación.

Los ensayos realizados indican que el suelo no presenta sulfatos ("negativo") por lo que no se considera necesario el empleo de cemento sulfatresistente para la dosificación del hormigón de las cimentaciones y muros de contención.

Durante los trabajos de perforación se detecta el nivel freático, o un nivel de agua, a 10,50m de profundidad.

Resumen Parámetros Geotécnicos tenidos en cuenta para el cálculo de las zapatas

Cota General de cimentación	N.S.Z. a -0.90 m aproximadamente (*) (*) Por lo que ha sido necesario prever grandes espesores de hormigón pobre para alcanzar la cota prevista de cimentación (estrato 2)
-----------------------------	---

Estrato previsto para cimentar	Nivel 2
--------------------------------	---------

Nivel freático	A 10.50 m de profundidad
----------------	--------------------------

Tensión admisible considerada	0,25 N/mm ²
-------------------------------	------------------------

agresividad	No se detectaron sulfatos
-------------	---------------------------

Resumen Parámetros Geotécnicos tenidos en cuenta para el cálculo de muros

Relleno trasdós	Peso específico del terreno	$\gamma = 1.73 \text{ Tn/m}^3$
	Angulo de rozamiento interno del terreno	$\phi = 30^\circ$
	Cohesión	0 T/m ²
	Nivel freático	NO
	Coefficiente de empuje en reposo	0
	Valor de empuje al reposo	0



3.-Cimentación

Descripción:	<p>Superficial por zapatas corridas bajo muros de contención y zapatas aisladas bajo los pilares. Puntualmente, ha sido necesario disponer una losa-zapata combinada para la formación del foso del ascensor. Se han previsto vigas de atado en dirección de los pórticos principales.</p> <p>En función de la arquitectura diseñada y de la topografía del terreno se han previsto dos cotas de cimentación, con una diferencia de 4.00 m aproximadamente entre una y otra. En todos los casos, es necesario garantizar el apoyo de todos los elementos en el estrato 2 (estratos de toscos y toscos arenosos). Siguiendo las indicaciones de la OCT, el Nivel Superior de las Zapatas (NSZ) se ha subido, hasta crear una cámara bajo el forjado de planta baja de una altura mínima de 90 cm, por lo que ha sido necesario disponer grandes espesores de hormigón pobre para alcanzar la cota de firme estimada.</p>
Cálculo	Se incluye dentro del cálculo tridimensional realizado con Tricalc 10.0
Material adoptado:	Hormigón armado HA-25/B/20/IIA y Acero B-500 S
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	<p>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 (hormigón de limpieza).</p> <p>En las zapatas próximas a la junta de dilatación (zona en la que se produce el salto de cimentación) será necesario ejecutar un relleno de hormigón en masa con el fin de evitar, al máximo, la interacción entre cimentaciones. Por el mismo motivo, es necesario verificar en obra la cota de apoyo del muro perimetral del edificio colindante (Fase II). La nueva cimentación debe apoyarse al mismo nivel que la existente. Todo ello queda definido en los planos correspondientes.</p> <p>Se deberá comprobar en obra que se ha alcanzado el firme. Asimismo se pondrá especial cuidado en tener la excavación abierta el menor tiempo posible para evitar variaciones de humedad en el terreno.</p> <p>Además, teniendo en cuenta la naturaleza expansiva del terreno es necesario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer aceras perimetrales. • Controlar las conducciones enterradas de saneamiento y fontanería con el fin de que no alteren las condiciones de humedad del terreno.

4.-Sistema de contenciones

Descripción:	Muros de hormigón tradicionales de 35 cm de espesor, según especificaciones de cálculo, ejecutados con encofrado a dos caras.
Cálculo	Se han calculado integrados en esquema de Tricalc 10.0
Material adoptado:	Hormigón armado HA-25/B/20/IIA y Acero B-500 S.
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:	<p>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 (hormigón de limpieza).</p> <p>El drenaje y posterior relleno del trasdós se hará con posterioridad a la ejecución de la losa de planta baja ya que no han sido calculados en voladizo.</p> <p>Se deberá comprobar en obra que se ha alcanzado el firme. Asimismo se pondrá especial cuidado en tener la excavación abierta el menor tiempo posible para evitar variaciones de humedad en el terreno.</p> <p>En planos se indican las soluciones técnicas necesarias para hacer la transición entre apoyos a diferente nivel cuando sea necesario, mediante recrecidos ataluzados de la cimentación.</p> <p><u>En el caso de los muros perimetrales y de contención interiores, se ha de garantizar en obra, la ejecución de sistema de drenaje perimetral por el trasdós de los muros así como la limpieza y mantenimiento de los mismos, con el fin de evitar la carga de agua. No obstante, a petición de la OCT, en el cálculo se ha computado un nivel freático estable situado a 2.00 m de profundidad desde la cara superior del terreno, sin considerar ningún tipo de drenaje. Motivo por el cual salen geometrías y armados tan grandes.</u></p>
Cargas en el trasdós	500 kg/m ²



NCSE-02 NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE

R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02)_**NO PROCEDE**

No es obligatoria la aplicación para esta edificación, por ello, no se han evaluado las acciones sísmicas, no se han comprobado los estados límites últimos con las combinaciones de acciones incluyendo las sísmicas, ni se ha realizado el análisis espectral de la estructura.

Clasificación de la construcción: centro docente. Construcción de importancia normal.

Tipo de estructura: Pórticos de acero y forjados unidireccionales.

Aceleración sísmica Básica (a_b): < 0.04 g (siendo g la aceleración de la gravedad).

Coefficiente de contribución (K): $K=1$.

Coefficiente adimensional de riesgo (p): $p=1$ (construcción de importancia normal).

Coefficiente de amplificación del terreno (S): $S=C/1.25$

Coefficiente de tipo de terreno (c). Terreno tipo III. $C=1.6$. Suelo granular de compacidad media.

Aclaración sísmica de cálculo (Ac): $Ac= S.p.a_b= 0.0512$ g

EHE-08 INSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

El diseño de la estructura ha estado condicionado al programa funcional a desarrollar a petición de la propiedad, sin llegar a conseguir una modulación estructural estricta.

1.-Estructura

Descripción del sistema estructural:

El sistema estructural bajo rasante está formado por un forjado sanitario unidireccional de placas alveolares (25+5), apoyado en vigas de gran canto de hormigón armado. Todo ello apoyado en pilares de hormigón (enanos) de dimensión 50x50 que a su vez sirven de arranque para los pilares metálicos sobre rasante sobre las correspondientes placas de anclaje

La estructura sobre rasante se forma mediante pórticos metálicos formados por perfiles HEB en acero S275 JR y forjados unidireccionales de placas alveolares de espesor total 25+5 (30 cm). Asimismo, se dispone losa de hormigón armado de 20 cm de espesor para la formación del voladizo que cubre el acceso a planta sótano-2. En planos se especifican los momentos, cortantes y armado de negativos. Queda a discreción del DF la posibilidad de modificar el forjado propuesto en función de los esfuerzos resultantes del cálculo.

En planos se fija la situación y características de los planos de arrostramiento que han sido necesario diseñar para equilibrar la estructura. Se ha atendido a la arquitectura prevista, buscando planos perpendiculares. Dicho arrostramiento se ha previsto mediante el uso de cruces de san Andrés mediante perfiles metálicos o macizados del paño mediante fábricas de ladrillo de 1 pie de espesor como mínimo.

Para la formación del hueco del ascensor se ha previsto un muro de hormigón armado de 25 cm de espesor con armado uniforme en las tres plantas.

La formación de la escalera no se ha incluido en el cálculo tridimensional realizado como tal, pero se ha previsto su carga sobre la estructura calculada suponiendo zancas metálicas IPE apoyadas a nivel de forjados y en una viga quebrada a nivel de meseta intermedia.

Teniendo en cuenta la longitud total de la ampliación del colegio, se ha tenido que prever la formación de junta de dilatación que divide a la ampliación del Colegio en dos partes de longitudes totales inferiores a 30 m. La junta se ha diseñado coincidiendo con el eje de cambio de nivel previsto en arquitectura, previendo la formación de doble pilar con cimentaciones independientes.

2.-Programa de cálculo

Nombre comercial

TRICALC v 10.0

Empresa

Arktec.

Normativa tenida en cuenta:

- Acciones: CTE DB SE y CTE DB SE-AE
- Sismo: NCSE-94 y NCSE-02
- Hormigón Armado y en Masa: EHE-08



- Forjados Unidireccionales prefabricados: EHE-08
 - Acero estructural: CTE DB SE-A
 - Cimentaciones: CTE DB SE-C
 - Fábricas: CTE DB SE-F
- Madera: CTE DB SE-M

4.-Memoria de cálculo

Método de cálculo

El cálculo de las solicitaciones en las barras se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones en las barras y considerando los seis grados de libertad posibles de cada nudo. Los muros resistentes se han calculado mediante el método de los elementos finitos. Es decir, en el método matricial, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes, momento torsor y flectores) de cada sección.

Para la validez de este método, las estructuras a calcular deben cumplir, o se debe suponer el cumplimiento de los siguientes supuestos:

Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden: Se supone que la geometría de una estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas.

Linealidad: Este principio supone que la relación tensión - deformación, y por tanto, la relación carga - deflexión, es constante, tanto en 1º orden como en 2º orden. Esto es, generalmente, válido en los materiales elásticos, pero debe garantizarse que el material no llega al punto de fluencia en ninguna de sus secciones.

Superposición: Este principio establece que la secuencia de aplicación de las cargas no altera los resultados finales. Como consecuencia de este principio, es válido el uso de las "fuerzas equivalentes en los nudos" calculadas a partir de las cargas existentes en las barras; esto es, para el cálculo de los desplazamientos y giros de los nudos se sustituyen las cargas existentes en las barras por sus cargas equivalentes aplicadas en los nudos.

Equilibrio: La condición de equilibrio estático establece que la suma de todas las fuerzas externas que actúan sobre la estructura, más las reacciones, será igual a cero. Asimismo, deben estar en equilibrio todos los nudos y todas las barras de la estructura, para lo que la suma de fuerzas y momentos internos y externos en todos los nudos y nudos de la estructura debe ser igual a cero.

Compatibilidad: Este principio supone que la deformación y consecuentemente el desplazamiento, de cualquier punto de la estructura es continuo y tiene un solo valor.

Condiciones de contorno: Para poder calcular una estructura, deben imponerse una serie de condiciones de contorno. El programa permite definir en cualquier nudo restricciones absolutas (apoyos y empotramientos) o relativas (resortes) al desplazamiento y al giro en los tres ejes generales de la estructura, así como desplazamientos impuestos (asientos).

Unicidad de las soluciones: Para un conjunto dado de cargas externas, tanto la forma deformada de la estructura y las fuerzas internas así como las reacciones tienen un valor único.

Desplome e imperfecciones iniciales: Existe la posibilidad de considerar los efectos de las imperfecciones iniciales globales debidas a las desviaciones geométricas de fabricación y de construcción de la estructura. Tanto la Norma **CTE DB SE-A** en su artículo **5.4.1 Imperfecciones geométricas** como el **Eurocódigo 3** en su artículo **5.3.2 Imperfections for global analysis of frames**, citan la necesidad de tener en cuenta estas imperfecciones. Estos valores son los siguientes:

- ☐ L/200 si hay dos soportes y una altura.
- ☐ L/400 si hay 4 o más soportes y 3 o más alturas.



	<div><div><div><div><div><div></div></div></div><div><div><div></div></div></div></div><div>L/300 para situaciones intermedias.</div></div><div>Además se definen unos valores de deformación (e0) para las imperfecciones locales debidas a los esfuerzos de compresión sobre los pilares. Estos valores vienen dados por la tabla 5.8 de la norma CTE.</div><div>A efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.</div></div>						
Redistribución de esfuerzos	En algunos casos se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas.						
Deformaciones	<table><tr><td>Lím. flecha total</td><td>Lím. flecha activa</td><td>Máx. recomendada</td></tr><tr><td>L/300</td><td>L/500</td><td>1cm.</td></tr></table> <div>Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente (Ie) a partir de la Formula de Branson.</div> <div>Se considera el modulo de deformación Ec establecido en la EHE.</div>	Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada	L/300	L/500	1cm.
Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada					
L/300	L/500	1cm.					
Cuantías geométricas	Serán como mínimo las fijadas por la Instrucción vigente.						

5.-Estado de cargas consideradas

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:	DOCUMENTO BASICO SE (CTE)
Los valores de las acciones serán los recogidos en:	DOCUMENTO BASICO SE-AE (CTE) ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE-08. Norma Básica Española AE/88.

6.-Características de los materiales

Hormigón	HA-25/B/20/IIa para forjados y HA-25/B/20/IIb cimentaciones y muros perimetrales.
Tipo de cemento	CEM I
Tamaño máximo de árido	20 mm.
Máxima relación agua/cemento	0.60 para ambiente IIa y 0.55 para ambiente IIb
Mínimo contenido de cemento	275 kg/m ³ para ambiente IIa y 300 kg/m ² para ambiente IIb
F_{ck}	25 Mpa (N/mm ²) = 255 Kg/cm ²
Tipo de acero	B 500 S para barras corrugadas y B 500 T para mallas electrosoldadas.
F_{yk}	500 N/mm ² = 5.100 kg/cm ²

7.-Coeficientes de seguridad y niveles de control

El nivel de control de ejecución de acuerdo al Artº 95 de EHE-08 para esta obra es NORMAL. El nivel control de materiales es ESTADÍSTICO para el hormigón y NORMAL para el acero de acuerdo con la normativa correspondiente.

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	1,35
	Cargas variables	1,50
	Nivel de control	NORMAL



8.-Durabilidad

Exigencias:

Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, la EHE establece los siguientes parámetros: recubrimientos, cantidad mínima de cemento, cantidad máxima de cemento, resistencia mínima recomendada y relación agua/cemento.

Recubrimientos:

A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE, se considera la cimentación y los elementos en contacto con el exterior en ambiente IIb y en el resto de la estructura en ambiente IIa.

En el caso de ambiente I se garantizara un recubrimiento nominal de 30 mm. En el caso de ambiente IIa y IIb se garantizara un recubrimiento nominal de 35 mm 50 mm zapatas, vigas de atado y muros, alcanzando los 70mm en elementos hormigonados contra el terreno.

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 66.2 de la vigente EHE.

Cantidad mínima de cemento:

Para los ambientes considerados, la cantidad mínima de cemento requerida es de 250 kg/m³ (ambiente I), 275 kg/m³. (ambiente IIa), 300 kg/m³. (ambiente IIb)

Cantidad máxima de cemento:

Para el tamaño de árido previsto de 20 mm, la cantidad máxima de cemento es de 275 kg/m³.

Resistencia mínima recomendada:

Para ambiente IIa la resistencia mínima es de 25 Mpa.

Relación agua / cemento:

La cantidad máxima de agua se deduce de la relación $a/c \leq 0.60$ para ambiente IIa, 0.65 para ambiente I y 0.55 para ambiente IIb

EFHE INSTRUCCIONES FORJADOS UNIDIRECCIONALES

1.-Características técnicas de los forjados unidireccionales (viguetas y bovedillas)

Material adoptado:

Forjado unidireccional formado por placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, con armadura de reparto y hormigón vertido en obra en relleno de juntas laterales entre losas y formación de losa superior (capa de compresión).

Sistema de unidades adoptado:

Se indican en los planos de forjado los valores de esfuerzos cortantes últimos (en apoyos) y los momentos flectores por metro de ancho y grupo de placas, con el objeto de poder evaluar su adecuación a partir de las solicitudes de cálculo y respecto a la fichas de características técnicas y de autorización de uso de los elementos prefabricados a emplear.

Dimensionado y armado:

Canto	25 cm.	Hormigón losa alveolar	Según tipo comercial
Capa de Compresión	5 cm.	Hormigón "in situ"	HA-25/B/20/I
Canto total	30 cm.	Acero	B-500 S
Inter-eje	120 cm.	Peso propio	Estimado 540 Kg/m ²
Armadura en capa de compresión	Mallazo 5x5/ cada 20 cm	Tipo de vigueta	
		Tipo de Bovedilla	

Observaciones:

El hormigón de las placas alveolares pretensadas cumplirá con las condiciones especificadas en el artículo 30 de la EHE. Las armaduras activas cumplirán con las condiciones especificadas en el artículo 32 de la EHE. Las armaduras pasivas cumplirán con las condiciones especificadas en el artículo 31 de la EHE. El control de los recubrimientos de las placas alveolares cumplirá con las condiciones especificadas en el artículo 34.3 de la EHE.

El canto de los forjados unidireccionales de hormigón con viguetas armadas o pretensadas será superior al mínimo establecido en la norma para las condiciones de diseño, materiales y cargas previstas, por lo que no es necesaria su comprobación de flecha. No obstante, dado que en el proyecto se desconoce el modelo de placa alveolar definitiva a ejecutar en obra, se exigirá al suministrador del mismo, el cumplimiento de las deformaciones máximas (flechas) dispuestas en la presente memoria, en función de su módulo de flecha "EI" y de las cargas consideradas, así como la certificación del cumplimiento del esfuerzo cortante y flector que figura en los planos de forjados. Exigiéndose para estos casos la limitación de flecha establecidas por la referida norma.

En las expresiones anteriores "L" es la luz del vano, en centímetros, (distancia entre ejes de los pilares si se trata de forjados apoyados en vigas planas) y en caso de voladizo 1.6 veces su vuelo.

Límite de flecha total a plazo infinito	Límite relativo de flecha activa
flecha $\leq L/300$ $f \leq L / 500 + 0,5 \text{ cm}$	flecha $\leq L/500$ $f \leq L / 1000 + 0.5 \text{ cm}$ Máximo 1 cm



2.-Características técnicas de los forjados de losas macizas de hormigón armado

Material adoptado:	Las 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 de estribos y a punzonamiento en los pilares si fueran necesarios. Las cuantías y separaciones se indican en los planos de los forjados de la estructura. En este edificio la losa maciza de hormigón armado es de 20cm de espesor en la formación del voladizo que forma la cubrición de entrada a la planta sótano-2.			
Dimensionado y armado:	Canto Total	20 cm en voladizo de entrada.	Hormigón "in situ"	HA-25
			Acero refuerzos	B-500 S
Observaciones:	Los límites de deformación vertical (flechas) de las vigas y de los forjados de losas macizas, 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 50 de la EHE:			
	Límite de flecha total a plazo infinito		Límite relativo de flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa
	flecha $\leq L/300$		flecha $\leq L/500$ Máximo 1 cm	flecha ≤ 1 cm

SE-A ESTRUCTURAS DE ACERO

1.-Bases de cálculo

Criterios de verificación

La verificación de los elementos estructurales de acero se ha realizado:

<input type="checkbox"/>	Manualmente	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura:											
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:											
<input checked="" type="checkbox"/>	Mediante programa informático	<input checked="" type="checkbox"/>	Toda la estructura	<table border="1"> <tr> <td>Nombre del programa:</td> <td>Ticalc</td> </tr> <tr> <td>Versión:</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>Empresa:</td> <td>Arktec</td> </tr> <tr> <td>Domicilio:</td> <td>c/ Cronos 63 28037 Madrid</td> </tr> </table>	Nombre del programa:	Ticalc	Versión:	10.0	Empresa:	Arktec	Domicilio:	c/ Cronos 63 28037 Madrid		
Nombre del programa:	Ticalc													
Versión:	10.0													
Empresa:	Arktec													
Domicilio:	c/ Cronos 63 28037 Madrid													
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	<table border="1"> <tr> <td>Identificar los elementos de la estructura:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Nombre del programa:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Versión:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Empresa:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Domicilio:</td> <td>-</td> </tr> </table>	Identificar los elementos de la estructura:	-	Nombre del programa:	-	Versión:	-	Empresa:	-	Domicilio:	-
Identificar los elementos de la estructura:	-													
Nombre del programa:	-													
Versión:	-													
Empresa:	-													
Domicilio:	-													

Se han seguido los criterios indicados en el Código Técnico para realizar la verificación de la estructura en base a los siguientes estados límites:

Estado límite último	Se comprueba los estados relacionados con fallos estructurales como son la estabilidad y la resistencia.
Estado límite de servicio	Se comprueba los estados relacionados con el comportamiento estructural en servicio.



Modelado y análisis

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma.

Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.

Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

En el análisis estructural se han tenido en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados cuando así fuere necesario.

<input checked="" type="checkbox"/>	la estructura está formada por pilares y vigas	<input checked="" type="checkbox"/>	existen juntas de dilatación	<input checked="" type="checkbox"/>	separación máxima entre juntas de dilatación	d>40 metros	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	no existen juntas de dilatación				¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las solicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo.									
<input checked="" type="checkbox"/>	Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones que aumenten las inicialmente previstas para la entrada en servicio del edificio.									

Estados límite últimos

La verificación de la capacidad portante de la estructura de acero se ha comprobado para el estado límite último de estabilidad, en donde:

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

y para el estado límite último de resistencia, en donde

$E_d \leq R_d$	siendo: E_d el valor de cálculo del efecto de las acciones R_d el valor de cálculo de la resistencia correspondiente
----------------	--

Al evaluar E_d y R_d , se han tenido en cuenta los efectos de segundo orden de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento Básico.

Estados límite de servicio

Para los diferentes estados límite de servicio se ha verificado que:

$E_{ser} \leq C_{lim}$	siendo: E_{ser} el efecto de las acciones de cálculo; C_{lim} Valor límite para el mismo efecto.
------------------------	--

Geometría

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto.

2.-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".



3.-Materiales

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es:

S 275 JR

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	f _y (N/mm²)			f _u (N/mm²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR S275J0 S275J2	275	265	255	410	2 0 -20
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	470	20 0 -20 -20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

- (1) Se le exige una energía mínima de 40J.
 f_y tensión de límite elástico del material
 f_u tensión de rotura

4.-Análisis estructural

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*.

5.-Estados límite últimos

La comprobación frente a los estados límites últimos supone la comprobación ordenada frente a la resistencia de las secciones, de las barras y las uniones.

El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero". No se considera el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

Se han seguido los criterios indicados en el apartado "6 Estados límite últimos" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero" para realizar la comprobación de la estructura, en base a los siguientes criterios de análisis:

- Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de resistencia:
 - Resistencia de las secciones a tracción
 - Resistencia de las secciones a corte
 - Resistencia de las secciones a compresión
 - Resistencia de las secciones a flexión
 - Interacción de esfuerzos:
 - Flexión compuesta sin cortante
 - Flexión y cortante
 - Flexión, axil y cortante
- Comprobación de las barras de forma individual según esté sometida a:
 - Tracción
 - Compresión
 - Flexión
 - Interacción de esfuerzos:
 - Elementos flectados y traccionados
 - Elementos comprimidos y flectados

6.-Estados límite de servicio

Para las diferentes situaciones de dimensionado se ha comprobado que el comportamiento de la estructura en cuanto a deformaciones, vibraciones y otros estados límite, está dentro de los límites establecidos en el apartado "7.1.3. Valores límites" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero".