

DB-SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

NUEVO ACCESO Y ESPACIO DE ASOCIACIONES EL BURGO DE EBRO

Situación_ **C/ de las Escuelas, nº8, El Burgo de Ebro, Zaragoza**

Cliente_ **Ayuntamiento El Burgo de Ebro**

Arquitectos_ **xxxxxxxxxxx**

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB SE (SEGURIDAD ESTRUCTURAL)

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- Cimentación.

La cimentación se realiza mediante zapatas aisladas de hormigón armado bajo estructura de pilares metálicos, realizada en excavación previa, con hormigón HA-25/B/20/Ia fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 100 kg/m³. Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas, atendiendo a elemento estructural considerado.

1.2.- Estructura.

Sobre la anterior se organiza una estructura metálica plana, de nudos articulados, mediante pórticos isostáticos de acero con las tipologías de forjados descritos en planos de estructura.

La estructura de vigas y pilares se realizará con perfiles de acero, según planos de estructuras, de acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm², unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

La unión de piezas se realizará en taller, que posteriormente se unirán en obra, mediante tornillería. Se minimiza la unión de elementos mediante la soldadura autónoma en obra, que en cualquier caso se realizará por personal especializado y cualificado, exigiéndose para ello el certificado de aptitud de soldador adecuado a las exigencias de proyecto.

La empresa suministradora aportará previamente un plan de obra, que incluya el sistema de ejecución en taller, el transporte, el posterior montaje en obra y la protección de los elementos metálicos para ser aprobado por la dirección facultativa.

1.3.- Normativa.

En el diseño y el análisis de los elementos estructurales descritos en el presente documento se ha atendido a todas las exigencias y requerimientos estipulados en:

- DB-SE, "Documento Básico Seguridad estructural"
 - DB-SE-AE, "Documento Básico Seguridad estructural Acciones en la edificación"
 - DB-SE-C, "Documento Básico Seguridad estructural Cimientos"
 - DB-SE-A, "Documento Básico Seguridad estructural Acero"
 - Código estructural (R.D. 470/2021)
 - N.S.C.E.-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación".
-

2. SEGURIDAD ESTRUCTURAL: BASES DE CÁLCULO (CTE-SE-BC)

2.1.- Análisis estructural y dimensionado.

El proceso tiene las siguientes etapas:

- Determinación de situaciones de dimensionado.
- Establecimiento de las acciones.
- Análisis estructural.
- Dimensionado.

Las situaciones de dimensionado pueden ser:

- 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 (vida útil):

El periodo de servicio de la estructura es para 50 Años

Métodos de comprobación. Estados límite:

El método de comprobación de la estructura es el de Estados límites. Los estados límites son aquellas situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido. Los estados límites son de dos tipos: de resistencia y estabilidad (Estado Límite Último), y de aptitud de servicio (Estado Límite de Servicio).

El estado límite último es aquella 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 de la estructura en un mecanismo.
- rotura de elementos estructurales o sus uniones.
- inestabilidad de elementos estructurales.

En el estado límite de servicio la situación que de ser superada se afecta:

- el nivel de confort y bienestar de los usuarios.
 - correcto funcionamiento del edificio.
 - apariencia de la construcción.
-

2.2.- Acciones.

Las acciones las podemos clasificar en:

- Permanentes: aquéllas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable (acciones reológicas).
- Variables: aquéllas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas.
- Accidentales: aquéllas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.

Los valores característicos de las acciones son los que aparecen en el Anejo de Seguridad Estructural.

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallan en el Anejo de Seguridad Estructural.

El 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.

2.3.- Verificación de la estabilidad.

$$Ed,dst \leq Ed,stb$$

Siendo:

- Ed,dst : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
- Ed,stb : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

2.4.- Verificación de la resistencia de la estructura.

$$Ed \leq Rd$$

Siendo:

- Ed : valor de cálculo del efecto de las acciones
- Rd : valor de cálculo de la resistencia correspondiente

2.5.- Combinación de acciones.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la expresión 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria se determina a partir de la expresión 4.4 del presente DB y para los valores de cálculo de las acciones se ha considerado un coeficiente de seguridad 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

2.6.- 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.

La limitación de flecha relativa establecida en general es de:

- 1/500 para pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas.
- 1/400 para pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- 1/300 para el resto de los casos.

Los desplazamientos horizontales:

- El desplome total límite es 1/500 de la altura total.
 - El desplome local límite es 1/250 de la altura de la planta.
-

3. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (CTE-SE-AE)

3.1.- Acciones Permanentes (G).

Peso Propio de la estructura:

Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto h (cm) \times 25KN/m³.

Cargas Muertas:

Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última puede considerarse una carga variable, si su posición o presencia varía a lo largo del tiempo).

Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:

Estos 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.

3.2.- Acciones Variables (Q).

La sobrecarga de uso:

Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados.

Las fuerzas sobre las barandillas y elementos divisorios:

Se considera una sobrecarga lineal de 2 KN/m en los balcones volados de toda clase de edificios.

Las acciones climáticas:

El viento: Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado.

La presión dinámica del viento $Q_b = 0.5 \delta V_b^2$. A falta de datos más precisos se adopta $\delta = 1.25 \text{ Kg/m}^3$. La velocidad del viento se obtiene del anejo E.

Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.

La temperatura: En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros.

La nieve: Este documento no es de aplicación a edificios situados en lugares que se encuentren en altitudes superiores a las indicadas en la tabla 3.11. En cualquier caso, incluso en localidades en las que el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal $s_k=0$, se adoptará una sobrecarga de nieve no menor a 0.20 KN/m²

Las acciones químicas, físicas y biológicas: Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos.

El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.

3.3.- Acciones accidentales (A).

Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego.

Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que sólo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1

4. CIMENTACIONES (CTE-SE-C)

4.1.- 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 al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Acciones. Se han 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).

4.2.- Estudio geotécnico realizado.

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.

Ver Estudio Geotécnico completo en el Anexo.

- El espesor medio de tierra vegetal a retirar es de 0,30 m.
- El material granular infrayacente corresponde a un suelo SELECCIONADO con CBR mayor de 20, constituyendo explanada tipo E-2, según la Instrucción 6.1-IC.
- De forma general, para edificaciones que apoyen sobre el material granular, se podrá realizar una cimentación mediante zapatas con presiones de 3,0 Kg/cm² y asientos despreciables.
- La excavación podrá realizarse con excavadora potente hasta las profundidades investigadas mediante calicatas.
- Se mantendrán estables temporalmente, taludes subverticales, en general.
- No será necesario el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón.

4.3.- Cimentación.

Cimentación mediante zapatas corrida descentrada bajo muro.

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en el Código Estructural (R.D. 470/2021) atendiendo a elemento estructural considerado.

Condiciones de ejecución. Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm y que sirve de base a la cimentación.

5. ACCIÓN SÍSMICA (NCSE-02)

La acción sísmica viene reseñada en:

- Observaciones: No se ha considerado.

7. ESTRUCTURA DE ACERO (CTE-SE-A)

7.1.- Bases de cálculo.

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.

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.

La estructura está formada por pilares y vigas.

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

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

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 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.

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.

7.2.- 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".

Se han de incluir dichas consideraciones en el pliego de condiciones.

7.3.- Materiales.

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es:

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura ensayo Charpy °C
	f _y (N/mm ²)			f _u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235	235	225	215	360	20 a -20
S275	275	265	255	410	20 a -20
S355	355	345	335	470	20 a -20
S450J0	450	430	410	550	0

f_y tensión de límite elástico del material
f_u tensión de rotura

7.4.- 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*.

7.5.- 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

7.6.- 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".

ANEJO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN CUMPLIMIENTO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (R.D. 314/2006) Y DE LA INSTRUCCIÓN DE HORMIGON ESTRUCTURAL EHE-08 (R.D. 1247/2008)

ACCIONES EN LA EDIFICACION ADOPTADAS EN EL PROYECTO (CTE-DB-SE-AE)

AE-1.- ACCION GRAVITACIONAL

Planta	SUELO BAJA	Tipo de forjado	SOLERA H.A. E=10 CM SOBRE ZAHORRAS	
Permanente: Peso Propio forjado			2,00	kN/m ²
Permanente: Peso Propio solado			1.00	kN/m ²
Permanente: Tabiquería			0.50	kN/m ²
Variable: Sobrecarga de uso			3.00	kN/m ²

Planta	PRIMERA	Tipo de forjado	Forjado colaborante	
Permanente: Peso Propio forjado			2,00	kN/m ²
Permanente: Peso Propio solado			1.00	kN/m ²
Permanente: Tabiquería			0.50	kN/m ²
Variable: Sobrecarga de uso			3.00	kN/m ²

Planta	CUBIERTA	Tipo de forjado	Plana invertida de grava	
Permanente: Peso Propio forjado			2,50	kN/m ²
Variable: Sobrecarga de uso			1.00	kN/m ²

CERRAMIENTOS

Peso propio muros exteriores	2.60	kN/m ²	kN/ml
Sobrecarga lineal horizontal antepechos		kN/m ²	0.50 kN/ml

AE-2.- ACCION DEL VIENTO (art. 3.3 y anejo D)

Zona eólica (anejo D)	B
Presión dinámica de la zona Q_0 (anejo D)	0,45 kN/m ²
Grado de aspereza (art. 3.3.3)	IV
Esbeltz (art. 3.3.4)	0,14 - 0,57

AE-3.- ACCION SISMICA (SEGÚN NCSE-02)

Aceleración básica del lugar: a_b/g (anejo 1)	< 0.04
---	--------

Factor importancia del edificio: p (art. 2.2)	1
Coefficiente de contribución: K (ANEJO 1)	1
Coefficiente del suelo: C (art. 2.4)	
Observaciones	NO SE CONSIDERA
En dirección paralela a la vía	50 kN
En dirección perpendicular a la vía	25 kN

ESTRUCTURA DE ACERO (CTE SE-A)

A.1.- ACEROS DE CHAPAS Y PERFILES

Designación		S 275		
Tensión límite elástico f_y (N/mm ²) (Art.4.2)		275		
Tensión de rotura f_u (N/mm ²) (Art.4.2)		410		

A.2.- COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (Art. 2.3.3)

Chapa y perfiles	Medios de unión	Tornillos pretensados		Tornillos pretensados (si van)	
		E.L.U.	E.L.S.	E.L.U.	E.L.S.
$\gamma_{M0} = 1.05$	$\gamma_{M2} = 1.25$	$\gamma_{M3} = 1.25$	$\gamma_{M3} = 1.10$	$\gamma_{M3} = 1.40$	$\gamma_{M3} = 1.40$
$\gamma_{M1} = 1.05$					

A.3.- CLASE DE SECCION (Art. 2.3.3)

	Perfiles laminados en caliente	
Clase de sección (Art. 5.2.4)	Clase I: plástica	

Zaragoza, a Abril de 2024

CONSTA LA FIRMA



CONSTA LA FIRMA