

### 3.01 CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD

#### 3.01.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL (CTE DB-SE)

##### Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

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

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

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

	apartado		Procede	No procede
NCSE	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"/>
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 3.1.1 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 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	



## ACCIONES

CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES	PERMANENTES	AQUELLAS QUE ACTÚAN EN TODO INSTANTE, CON POSICIÓN CONSTANTE Y VALOR CONSTANTE (PESOS PROPIOS) O CON VARIACIÓN DESPRECIABLE: ACCIONES REOLÓGICAS
	VARIABLES	AQUELLAS QUE PUEDEN ACTUAR O NO SOBRE EL EDIFICIO: USO Y ACCIONES CLIMÁTICAS
	ACCIDENTALES	AQUELLAS CUYA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ES PEQUEÑA PERO DE GRAN IMPORTANCIA: SISMO, INCENDIO, IMPACTO O EXPLOSIÓN.
VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES	LOS VALORES DE LAS ACCIONES SE RECOGERÁN EN LA JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB SE-AE	
DATOS GEOMÉTRICOS DE LA ESTRUCTURA	LA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA ESTA INDICADA EN LOS PLANOS DE PROYECTO	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	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.	
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 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.	

## VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD

$$Ed_{dst} \leq Ed_{stb}$$

**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

$$Ed \leq Rd$$

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

## COMBINACIÓN DE ACCIONES

El valor de calculo 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.

### 3.1.2 Acciones de la edificación

<b>Acciones Permanentes (G):</b>	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) x 25 kN/m <sup>3</sup> .
	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. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.



<b>Acciones Variables (Q):</b>	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:	<u>El viento:</u> Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado. La presión dinámica del viento $Q_b = 1/2 \times R \times V_b^2$ . A falta de datos más precisos se adopta $R = 1.25 \text{ kg/m}^3$ . La velocidad del viento se obtiene del anejo E. BETANZOS está en zona C con lo que $v = 29 \text{ m/s}$ , correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.  <u>La temperatura:</u> En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros.  <u>La nieve:</u> 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 no menor de 0.20 Kn/m <sup>2</sup>
	Las acciones químicas, físicas y biológicas:	Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos. El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.
	Acciones accidentales (A):	Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego. Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1



## 1. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

### 1.1.ACCIONES GRAVITATORIAS

Los valores de las acciones gravitatorias consideradas en el cálculo, estimadas de acuerdo con los capítulos 2 y 3 del CTE DB-SE AE, se indican a continuación.

#### 1.1.1.CARGAS SUPERFICIALES

##### FORJADO NIVEL 1

<b>G</b>	Peso propio (forjado HA H=30+5 cm)	4.3 kN/m <sup>2</sup>
<b>G</b>	Cargas permanentes	1.5 kN/m <sup>2</sup>
<b>Q</b>	Sobrecarga de uso (C1)	3.0 kN/m <sup>2</sup>

##### ESCALERA DE EVACUACIÓN

<b>G</b>	Peso propio	
<b>G</b>	Cargas permanentes	1.5 kN/m <sup>2</sup>
<b>Q</b>	Sobrecarga de uso (C1)	5.0 kN/m <sup>2</sup>

##### CUBIERTA PORCHE

<b>G</b>	Peso propio (losa HA H=18 cm)	4.5 kN/m <sup>2</sup>
<b>G</b>	Cargas permanentes	1.0 kN/m <sup>2</sup>
<b>Q</b>	Sobrecarga de uso (G1-No concomitante con el resto de sobrecargas)	1.0 kN/m <sup>2</sup>
<b>N</b>	Sobrecarga de Nieve	0.4 kN/m <sup>2</sup>
<b>V</b>	Sobrecarga de viento	CTE E AE

### 1.2.ACCIONES DEL VIENTO

Para la determinación de las cargas de viento se tendrá en cuenta:

#### 1.2.1.Grado de aspereza

Tabla 3.3 Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
<b>I</b> Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
<b>II</b> Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
<b>III</b> Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV</b> Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
<b>V</b> Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Le corresponde el grado de aspereza IV.



### 1.2.2.Zona eólica (según CTE DB-SE-AE)



Pertenece a la zona eólica C

### 1.3.ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

De acuerdo a la CTE DB SE-AE, no se han tenido en cuenta estas acciones porque la dimensión del edificio es inferior a 40 m



## Situaciones sísmicas



Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(\*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

### 1.5.2.E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08/CTE

Situaciones no sísmicas

Situaciones sísmicas

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50



Sismo (A)				
-----------	--	--	--	--

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(\*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

### 1.5.3.Acero Laminado y Conformado

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

Situaciones no sísmicas

Situaciones sísmicas

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.80	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )



Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(\*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

## **2. SISTEMAS ESTRUCTURALES PROYECTADOS.**

### **ESTRUCTURA**

Se realiza la ampliación de la estructura existente, realizada según el proyecto de D. Luis María Vázquez Arcay, de fecha junio de 1989 .En el proyecto se especifica:

" Se ha tenido en cuenta, además la posibilidad de una futura ampliación, cubriendo la zona de talleres de planta en los huecos que se configuran en el proyecto actual "

La solución adoptada consiste en una serie de pórticos unidireccionales formados por vigas de canto, ya que dada la longitud de las mismas, y las cargas consideradas, es la solución mas adecuada.

Se ha tenido en cuenta, además, la posibilidad de una futura ampliación, cubriendo la zona de talleres de planta baja, en los huecos que se configuran en el proyecto actual.

En dichos pórticos, se apoya el forjado de hormigón armado, con viguetas y bovedillas con entrevigado a 60 cm., con un canto total de 30 cm.

Se han considerado también una serie de pórticos perpendiculares a los anteriores, cuya misión es conseguir un mayor arriostamiento de los pórticos principales, así como soportar las cargas de fachada.

El forjado antihumedad, será autoportante, para una sobrecarga de uso de 500 Kgs/m<sup>2</sup> y se apoya en vigas entre los macizos del pilotaje.

#### **4.2.2.- Acciones adoptadas**

La acciones adoptadas para el cálculo, son las siguientes:

Forjado antihumedad:

Peso propio forjado.....	350
Pavimento.....	100
Tabiquería.....	50
Sobrecarga uso.....	500
<b>Total</b>	<b>1.000 Kg/m<sup>2</sup></b>

Forjado piso 1º:

Peso propio forjado.....	350
Pavimento.....	100
Tabiquería.....	50
Sobrecarga uso.....	300
<b>Total</b>	<b>800 Kg/m<sup>2</sup></b>



Sobre la estructura actual se realizan dos zonas de actuación:

- 1- **Escalera exterior de evacuación:** Se realiza una escalera exterior de evacuación que es independiente de la estructura existente, dado que se demuele el voladizo y se genera una estructura de pilares de HA de 30x30 para el apoyo de la losa exterior. Todo el hormigón al exterior tendrá que ser para un ambiente IIIa (Marino aéreo). Esta escalera dadas las bajas cargas que debe soportar se cimenta sobre una losa de cimentación que se deberá ejecutar en un estrato resistente para capacidades portantes para cimentación, por ello se propone una mejora del terreno de al menos 30 cm con grava compactada al 99% PROCTOR. Estas medidas se deberán comprobar antes de la realización de la misma dado que no se dispone de un estudio geotécnico y además la cimentación del edificio existente es profunda.
- 2 - **Ampliación de nivel 1:** Se realiza un nuevo vano de forjado con un sistema estructural de viguetas pretensadas intereje 60 cm con un canto de 30+5 y bovedillas de aligeramiento de hormigón vibrocomprimido. Este forjado se ha calculado como articulado en los apoyos y como vano exento dado que no tiene continuidad. Se adjunta un anexo donde se ve las capacidades y coeficientes de seguridad para las nuevas cargas, así como las acciones que se toman. Se anexa un perfil corrido UPN 350 al pórtico que pasa por los soportes 31-23-15-7, así como la colaboración de la estructura de fábrica de bloque existente.
- 3 - **Cubrición de Porche:** Se realiza mediante una losa de e: 18 cm que se apoya en perfil UPN 200 que se apoyo en los pilares de hormigón existentes y da apoyo a la losa. También se disponen pilares metálicos nuevos sobre el muro HA existente de 25 cm de espesor.

### 3.1 CIMENTACIÓN

#### 3.1.2. Estudio Geotécnico

No se dispone de estudio geotécnico.

#### 3.1.3. Solución Adoptada

Se proyecta una losa de cimentación que se deberá ejecutar en un estrato resistente para capacidades portantes para cimentación, por ello se propone una mejora del terreno de al menos 30 cm con grava compactada al 99% PROCTOR. Estas medidas se deberán comprobar antes de la realización de la misma dado que no se dispone de un estudio geotécnico y además la cimentación del edificio existente es profunda.

#### 3.1.4 MÉTODO DE CÁLCULO

#### 3.1.5 Hormigón armado

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad definidos en el art. 12º de la norma EHE y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el art 4º del CTE DB-SE

Situaciones no sísmicas

Situaciones sísmicas





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

Para la obtención de las sollicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

### 3.1.6 Acero laminado y conformado

Se dimensiona los elementos metálicos de acuerdo a la norma CTE SE-A (Seguridad estructural: Acero), determinándose coeficientes de aprovechamiento y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo a lo indicado en la norma.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral, de acuerdo a las indicaciones de la norma.

### 3.2 CÁLCULOS POR ORDENADOR

Para la obtención de las sollicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.

Se realizan los cálculos con:

Hojas de cálculo propias

Comprobar 4

Cype 2016 J

## 4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

### 4.1 HORMIGÓN ARMADO

ESPECIFICACIONES SEGUN EHE - 08								
POSICION	MATERIALES	HORMIGÓN					ACERO B500 S	
	ELEMENTO	Nivel de Control	Coeficiente de Seguridad	Tipo de hormigón	Contenido mín. de Cemento	Máxima relación (a/c)	Nivel de Control	Coeficiente de Seguridad
ENTERRADOS	LOSA DE CIMENTACIÓN	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/P/20/IIa	300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	Normal	$\gamma_s=1,15$
AL INTERIOR	FORJADOS / VIGAS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/B/12/IIa	300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	Normal	$\gamma_s=1,15$
AL EXTERIOR	LOSAS / VIGAS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/B/12/IIIa	300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	Normal	$\gamma_s=1,15$
	PILARES / MUROS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/B/12/IIIa	300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	Normal	$\gamma_s=1,15$
Periodo de vida útil $t_g=50$ años. Compactación por vibrado	Recubrimientos: Hormigonado contra el terreno(IIa): 70mm Cimentación(IIa): 50mm Exterior(IIIa): 35mm; Resto(IIa): 30mm			En elementos que están expuestos a diferentes ambientes en cada cara, el recubrimiento será el que corresponda a cada una de las caras.			EL ACERO A EMPLEAR DEBERÁ ESTAR CERTIFICADO CON SELLO DE CALIDAD HOMOLOGADO.	



## 4.2 ACERO

ESTRUCTURAS DE ACERO		
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CTE E A		
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		TODA LA OBRA
ELEMENTOS DE ACERO LAMINADO		
Acero en perfiles	Clase y Designación	S 275 JR
	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275
Acero en chapas	Clase y Designación	S 275 JR
	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275
ELEMENTOS HUECOS DE ACERO		
Acero en perfiles	Clase y Designación	S 275 JR
	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275
ELEMENTOS DE ACERO CONFORMADO		
Acero en perfiles	Clase y Designación	S 275 JR
	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275
En placas y paneles	Clase y Designación	S 275 JR
	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275
UNIONES ENTRE ELEMENTOS		
Sistema y Designación	Soldaduras	X
	Tornillos ordinarios	X
	Tornillos calibrados	
	Tornillos alta resist.	
	Pernos de anclaje	X
	Roblones	
ACCIONES Y COMBINACIONES		
Coeficientes de Ponderación según "CTE DB-SE AE"		

## 4.3 ENSAYOS A REALIZAR

Hormigón Armado. De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

Aceros estructurales. Se harán los ensayos pertinentes de acuerdo a lo indicado en el capítulo 12 del CTE DB-SE A

## 4.4 ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

Asientos admisibles de la cimentación. De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de terreno, tipo y características del edificio, se considera aceptable un asiento máximo admisible de por definir por el estudio geotécnico a realizar.

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Según el CTE. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

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



En los elementos se establecen los siguientes límites:

Flechas relativas para los siguientes elementos				
Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
<b>1.-Integridad de los elementos constructivos (ACTIVA)</b>	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.-Confort de usuarios (INSTANTÁNEA)	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
3.-Apariencia de la obra (TOTAL)	Casi-permanente $G+\psi_2Q$	1/300	1/300	1/300

Desplazamientos horizontales	
Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\square /h < 1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $\square /H < 1/500$

#### 4.4.4 Forjados unidireccionales de Hormigón (art. 50.2.2 ehe 08)

Se ha comprobado que el canto dispuesto es superior al canto mínimo definido en el art.50.2.2 de EHE 08, para el elemento más desfavorable, con lo cual dicha normativa nos exime del cálculo detallado de la deformación en forjados.



#### 4.4.5 Cálculo de la flecha activa Vs Proceso constructivo

El cálculo, para los elementos flectados de Hormigón armado, depende del proceso constructivo, ya que la flecha activa será el total de flecha producida a partir del momento en que se ejecuten los elementos susceptibles de sufrir daño por las deformaciones excesivas. Se intentará, por lo tanto, optimizar el proceso constructivo para minimizar dicha flecha.

Los coeficientes utilizados en el cálculo son:

Hipótesis	Fracción	% Total Hip. ( $\eta$ )	Flecha instantánea ( $\beta$ )	$\lambda = \xi$
Cargas permanentes (G)	Peso Propio (pp)	70.0 %G	<input type="checkbox"/>	1.30
	Tabiquería (t)	15.0 %G	<input type="checkbox"/>	1.30
	Solados (s)	15.0 %G	<input checked="" type="checkbox"/>	2.00
Sobrecargas de uso (Q)	Característica	100 %Q	100 % $f_{l0}$	
	Cuasi-permanente	30.0 %Q		0.60

  

$\alpha_g$ : Coeficiente que multiplica a la flecha instantánea ( $f_{l0}$ ) por cargas permanentes

$$\alpha_g = \eta_{pp} \cdot (\beta_{pp} + \xi_{pp}) + \eta_t \cdot (\beta_t + \xi_t) + \eta_s \cdot (\beta_s + \xi_s)$$

Hormigón armado:  $\alpha_g = 70.0\% \cdot (0.00 + 1.30) + 15.0\% \cdot (0.00 + 1.30) + 15.0\% \cdot (1.00 + 2.00) = 1.55$   
 Acero:  $\alpha_g = 70.0\% \cdot 0.00 + 15.0\% \cdot 0.00 + 15.0\% \cdot 1.00 = 0.15$

$\alpha_q$ : Coeficiente que multiplica a la flecha instantánea ( $f_{l0}$ ) por sobrecargas de uso  $\alpha_q = 1 + \eta_q \cdot \xi_q$

Hormigón armado:  $\alpha_q = 1.00 + 30.00\% \cdot 0.60 = 1.18$   
 Acero:  $\alpha_q = 1.00$

$f_A$ : Flecha activa  $f_A = \alpha_g \cdot f_{lg} + \alpha_q \cdot f_{lq}$

Hormigón armado:  $f_A = 1.55 \cdot f_{l0} + 1.18 \cdot f_{l0}$   
 Acero:  $f_A = 0.15 \cdot f_{l0} + 1.00 \cdot f_{l0}$

$f_T$ : Flecha total a plazo infinito  $f_T = f_A + \eta_{pp} \cdot \left[ (1 - \beta_{pp}) + (2 - \xi_{pp}) \right] \cdot f_{lg}$

Hormigón armado:  $f_T = f_A + 70.0\% \cdot [(1 - 0.00) + (2 - 1.30)] \cdot f_{l0} = f_A + 1.19 \cdot f_{l0}$   
 Acero:  $f_T = f_A + 70.0\% \cdot [(1 - 0.00)] \cdot f_{l0} = f_A + 0.70 \cdot f_{l0}$

Como medida habitual, se intentará proveer el material de la tabiquería al tiempo que se desapuntala (antes no supone ninguna mejora). Y se intentará que pase el mayor tiempo posible desde que se desapuntala el forjado y se proveen los materiales hasta el momento de construcción de la tabiquería.

En casos especialmente comprometidos (luces muy grandes o luces grandes en vanos aislados) Se acopiará el material de tabiquería, recrecido y solados en el mismo momento de desapuntalar el forjado). En caso de que no disponer de ese material, se colocará una carga equivalente.



## Justificación cálculo pilares metálicos y del más desfavorable

### 1.- NOTACIÓN (PILARES)

#### 2.- PILARES

- 2.41.- P1
- 2.42.- P2
- 2.43.- P3
- 2.44.- P4
- 2.45.- P5
- 2.46.- P6
- 2.47.- P7
- 2.48.- P8
- 2.49.- P9

### 1.- NOTACIÓN (PILARES)

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

#### **Hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08**

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales

#### **Acero laminado y armado: CTE DB SE-A**

$\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez

$N_c$ : Resistencia a compresión

$M_y$ : Resistencia a flexión eje Y

$M_z$ : Resistencia a flexión eje Z

$NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados



## 2.- PILARES

### 2.41.- P1

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos p <sup>és</sup> imos							Estado
			$\bar{\lambda}$	N <sub>c</sub> (%)	M <sub>y</sub> (%)	M <sub>z</sub> (%)	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)	Q <sub>y</sub> (kN)	
Nivel 1 (0 - 3.85 m)	CHS 100.0x4.0	Cabeza	Cumple	39.1	4.5	5.2	47.9	47.9	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	51.1	0.4	-0.5	0.2	0.2	Cumple
		Pie	Cumple	39.5	2.4	2.6	44.0	44.0	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	51.5	-0.2	0.3	0.2	0.2	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)																

### 2.42.- P2

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos pésimos							Estado
			$\bar{\lambda}$	N <sub>c</sub> (%)	M <sub>y</sub> (%)	M <sub>z</sub> (%)	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)	Q <sub>y</sub> (kN)	
Nivel 1 (0 - 3.85 m)	CHS 100.0x4.0	Cabeza	Cumple	64.7	1.3	4.6	71.6	71.6	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	84.4	-0.1	-0.4	0.2	0.0	Cumple
		Pie	Cumple	65.0	0.6	2.3	68.5	68.5	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	84.9	0.1	0.2	0.2	0.0	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)																

### 2.43.- P3

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p <sup>és</sup> imos							Estado	
			$\bar{\lambda}$	N <sub>c</sub> (%)	M <sub>z</sub> (%)	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)	Q <sub>y</sub> (kN)		
Nivel 1 (0 - 3.85 m)	CHS 100.0x4.0	Cabeza	Cumple	51.0	3.0	54.7	54.7	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	66.6	0.0	-0.3	0.1	0.0	Cumple	
		Pie	Cumple	51.4	1.5	53.2	53.2	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	67.1	0.0	0.1	0.1	0.0	Cumple	
<i>Notas:</i> <sup>(1)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)																

### 2.44.- P4

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos p <sup>és</sup> imos							Estado
			$\bar{\lambda}$	N <sub>c</sub> (%)	M <sub>y</sub> (%)	M <sub>z</sub> (%)	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)	Q <sub>y</sub> (kN)	
Nivel 1 (0 - 3.85 m)	CHS 100.0x4.0	Cabeza	Cumple	64.5	1.5	4.6	71.6	71.6	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	84.2	0.1	-0.4	0.2	0.1	Cumple
		Pie	Cumple	64.9	0.8	2.4	68.6	68.6	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	84.7	-0.1	0.2	0.2	0.1	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)																

### 2.45.- P5

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos p <sup>és</sup> imos							Estado
			$\bar{\lambda}$	N <sub>c</sub> (%)	M <sub>y</sub> (%)	M <sub>z</sub> (%)	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)	Q <sub>y</sub> (kN)	
Nivel 1 (0 - 3.85 m)	CHS 100.0x4.0	Cabeza	Cumple	39.2	4.3	5.4	48.0	48.0	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub>	51.1	-0.4	-0.5	0.2	-0.2	Cumple
		Pie	Cumple	39.5	2.2	2.8	44.1	44.1	G, Q <sup>(1)</sup>	N <sub>c</sub> ,M <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub> ,NM <sub>y</sub> ,M <sub>z</sub>	51.6	0.2	0.3	0.2	-0.2	Cumple
<i>Notas:</i> <sup>(1)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)																



**Comprobación del pilar más desfavorable**