

## 05. MEMORIA ESTRUCTURAL

- 5.1. Descripción Sistema estructural
- 5.2. Acciones y Cálculos
- 5.3. Planos estructurales

## 5.1 Sistema estructural

El presente capítulo tiene por objeto, la exposición de los condicionantes tenidos en cuenta en el proyecto, así como las características y especificaciones de los materiales a utilizar en la construcción de la estructura portante del edificio.

### \_Normativas de aplicación

- Hormigón: EHE-08
- Aceros conformados: CTE DB-SE A
- Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A
- \_CTE DB SE
- \_NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente.
- \_EHE: Instrucción de Hormigón Estructural.
- Además se considerarán las recomendaciones de los eurocódigos EC-2 (estructuras de Hormigón)

### \_DEFINICION DEL CONCEPTO DE LA ESTRUCTURA

La estructura se basa en la utilización de grandes soportes de sección rectangular e importantes vigas que nos permitan abarcar grandes luces, sobre los cuales repose una losa de hormigón armado. Sobre estas vigas nacerán los soportes metálicos y cilíndricos que soportarán la cubierta, la cual estará llevada a cabo con una losa. Habrá lugares donde estos soportes sean sustituidos por los núcleos, que tendrán también un importante papel estructural.

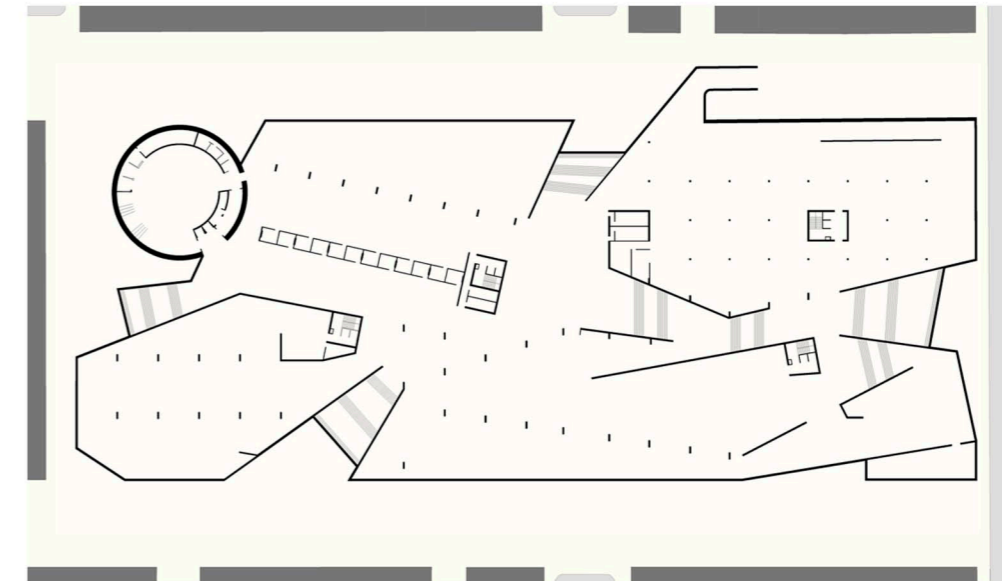
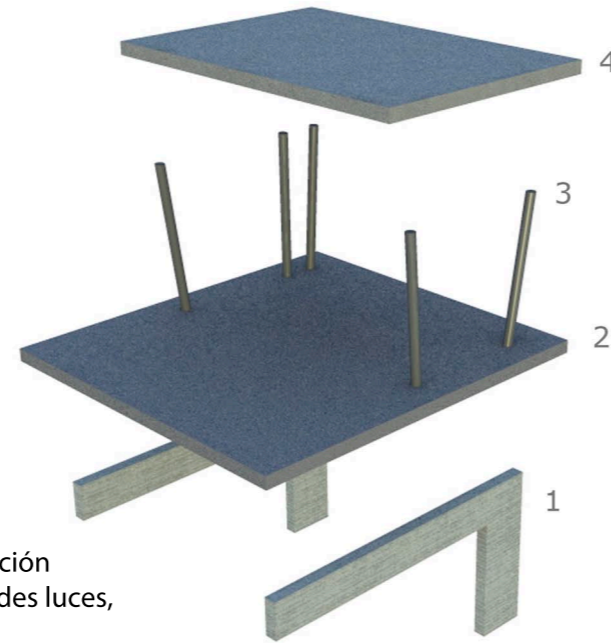
### \_DEFINICION CONSTRUCTIVA DE ESTRUCTURA

El edificio se soluciona casi íntegramente mediante ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.

1. Importante estructura principal compuesta por pilares de 0,6x1,6 m de sección y vigas de canto 1,2 para abarcar las importantes luces existentes.
2. Losa de hormigón armado de 0,4 m.
3. Pilares metálicos de sección circular de radio 0,15 m.
4. Losa de hormigón armado de 0,4 m.

Se diseña cada parte de la estructura, de forma que se solucionen los principales problemas de cada elemento con soluciones sencillas, y que sigan la coherencia del concepto de la estructura propuesta.

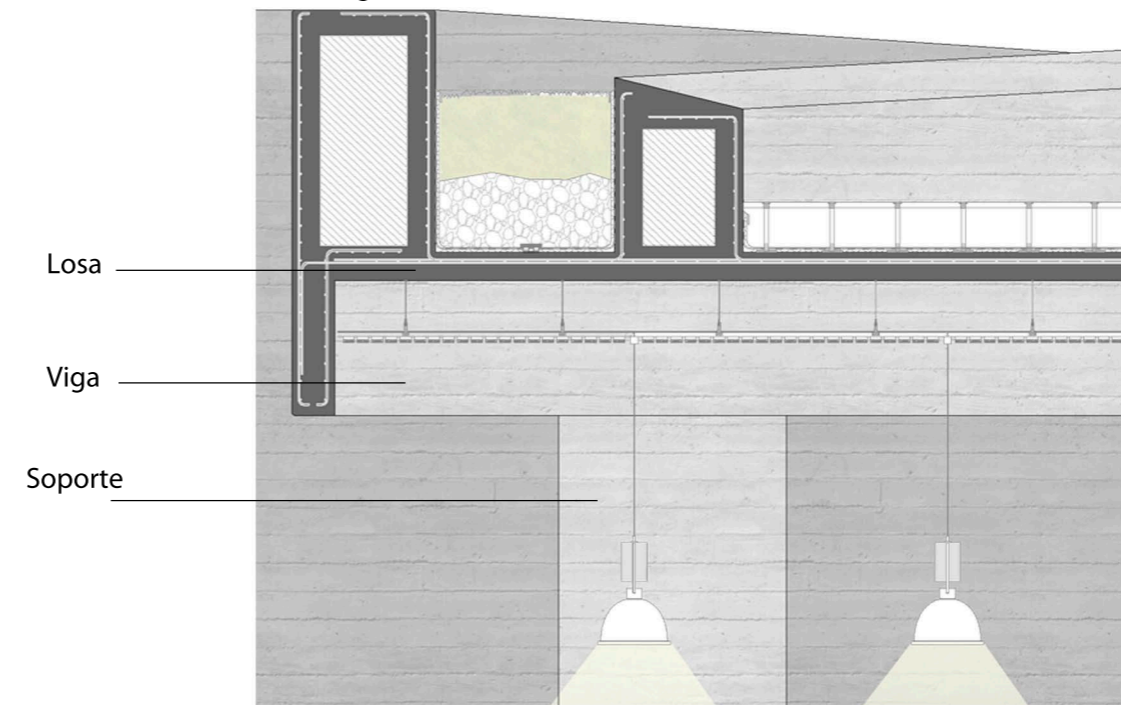
La losa de cimentación deberá estar dimensionada para los fuertes empujes del terreno, por subpresión del nivel freático, que se encuentra por encima de la cota de cimentación. Por ello se ha optado por disponer una losa de 100cm que facilite la impermeabilización. Previamente se dispondrá un hormigón de limpieza de 10cm, los pertinentes sistemas de impermeabilización y un enchado de grava que regularice la superficie sobre la que apoya el edificio.



En los encuentros de muros con forjados, el macizado será longitudinal para que ambos trabajen de forma colaborante. En todos los elementos de la estructura de hormigón se utilizará hormigón HA-35 y barras de acero corrugado B 500S. En las superficies que esté previsto que queden vistas la distancia entre armaduras consecutivas no superará los 20cm, para evitar el posibles cuarteos en superficie.

El hormigón empleado será de central; no se utilizará ningún tipo de aditivo sin la expresa autorización de la dirección facultativa. El hormigón de los elementos estructurales que deben quedar vistos, se dosificará con un árido de pequeño diámetro y se suministrará más fluido. Se tomará una especial atención a su vibrado.

El encofrado de dichos elementos, se realizará mediante encofrados de tablillas de madera con profundidades diferentes para reforzar la textura, impregnadas de sustancias desencofrantes que no alteren la coloración propia del hormigón. Se tomará una especial atención a su desencofrado. En cualquier caso se atenderán las prescripciones del CTE y demás normativa vigente.



## 5.2 Acciones y Cálculos

### ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

Se han tenido en consideración los distintos capítulos del CTE DB-SE AE Acciones en la Edificación y los anexos A de la EHE.

### 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 ya acciones climáticas.

#### ACCIDENTALES

Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia; sismo, incendio, impacto o explosión.

### CARGAS GRAVITATORIAS

De acuerdo con el CTE DB SE-AE, se han tenido en cuenta las siguientes cargas gravitatorias:

Tabla 3.1 Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición en museos, etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup>	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Peso propio losa e=45cm 7,90 kN/m<sup>2</sup>  
 Pavimento continuo hormigón pulido 3,10 kN/m<sup>2</sup>  
 Falso techo 0,30 kN/m<sup>2</sup>  
 instalaciones 0,50 kN/m<sup>2</sup>  
 Total peso propio 11,8 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de Uso 5,00 kN/m<sup>2</sup>

En las zonas de oficina la sobrecarga de uso es de 3,00 kN/m<sup>2</sup>, pero para facilitar el cálculo se optará por la más desfavorable en toda la superficie, estando así del lado de la seguridad.

Forjados de cubierta transitable:

Peso propio losa e=45cm 7,90 kN/m<sup>2</sup>  
 Cubierta (capas y pavimento) 1,50 kN/m<sup>2</sup>  
 Vegetal 0,90 kN/m<sup>2</sup>  
 Falso techo + instalaciones 0,80 kN/m<sup>2</sup>

Total peso propio 10,20 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de Uso 3,00 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de nieve 0,50 kN/m<sup>2</sup>

Planta	S.C.U (t/m <sup>2</sup> )	Cargas p (t/m <sup>2</sup> )
Forjado 1	0.50	0.39
Forjado 2(cubiertas)	0.35	0.20
Cimentación	0.50	0.10

### ACCIÓN DEL VIENTO

1 La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$  (3.1)

Siendo:

q<sub>b</sub> la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m<sup>2</sup>. Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo E, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

c<sub>e</sub> el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0. c<sub>p</sub> el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

Coeficiente eólico de edificios de pisos

En edificios de pisos, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o herméticos, y compartimentados interiormente, para el análisis global de la estructura, bastará considerar coeficientes eólicos globales a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento.

Como coeficientes eólicos globales, podrán adoptarse los de la tabla 3.4

q<sub>b</sub> = 0.5 kN/m<sup>2</sup>

c<sub>e</sub> = 2.0

c<sub>p</sub> = 0.8

q<sub>e</sub> = 0.8                      q<sub>e</sub> x 4,00 m = 3,2 kN/ml

Tabla 3.4 Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≤ 5,00
Coefficiente eólico de presión, $c_p$	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, $c_s$	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	0,6	0,7

$q_b = 0.5 \text{ kN/m}^2$   
 $c_e = 2.0$   
 $c_p = 0.8$   
 $q_e = 0.8$        $q_e \times 4,00 \text{ m} = 3,2 \text{ kN/ml}$

OTRAS

Sismo:  
 • Valencia:  $a_b = 0.06 \text{ g}$  --- No es necesario calcular a sismo

Nieve:

• Nieve (hasta 200 m de altitud, zona climática 5)  $0.3 \text{ kN/m}^2$   
 Para simplificar las combinaciones, en vez de considerar la nieve como una hipótesis independiente, la multiplicamos por su coeficiente de simultaneidad en caso de concomitancia, es decir, 0.5. Por eso en la azotea además de  $1.00 \text{ kN/m}^2$  se ha tenido en cuenta también:

$.3 \text{ kN/m}^2 \times 0.50 = 0.15 \text{ kN/m}^2$

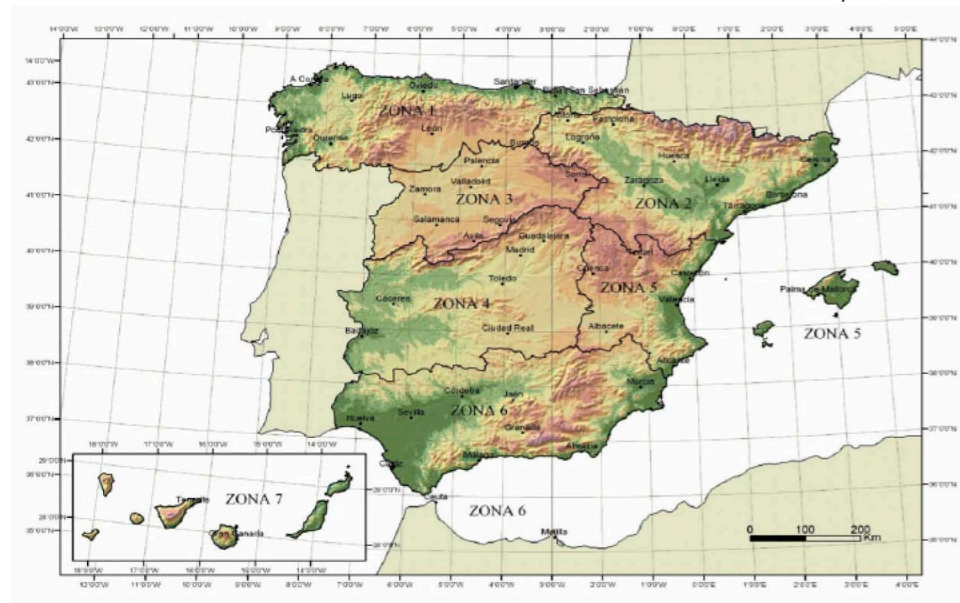


Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal ( $\text{kN/m}^2$ )

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	agua	presión del agua	Sobrecarga de uso

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	agua	Superficial	-5.00	( 17.72, 36.63) ( 27.05, 36.59) ( 27.17, 10.33) ( 10.44, 10.14)
	agua	Superficial	-5.00	( 27.17, 33.76) ( 42.68, 33.60) ( 35.79, 10.37) ( 27.13, 10.33)
	agua	Superficial	-5.00	( 42.64, 33.60) ( 52.21, 33.68) ( 52.09, 13.44) ( 36.81, 13.21)

\_ ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

\_SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

- Gk Acción permanente
- Qk Acción variable
- gG Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- gQ,1 Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- gQ,i Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- yp,1 Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ya,i Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

## MEMORIA DE CÁLCULO

## INDICE

- 1.- Tipología estructural
- 2.- Acciones actuantes
- 3.- Características de los materiales
- 4.- Coeficientes de seguridad
- 5.- Método de Cálculo
- 5.1.- Sistema de cálculo      5.2.- Hipótesis consideradas
- 5.3.- Tipo de análisis efectuado.
- 5.4.- Diagrama de tensión-deformación impuestos por los distintos materiales.
- 5.5.- Combinaciones de hipótesis y métodos de obtención de los esfuerzos.
- 5.6.- Dimensionamiento y verificación de los elementos componentes.

## 1.- Tipología estructural.

La estructura del edificio está formada en general por pórticos rígidos de hormigón armado, unidos entre sí mediante zunchos, también de hormigón armado, y con un forjado compuesto por losa de hormigón armado. Se proyectan los forjados de canto 40 cm salvo una zona del forjado 2º que se proyecta de canto variable, pasando de 40cm a 20 cm en el extremo del voladizo. Estos forjados apoyan sobre vigas planas y descolgadas.

En cuanto a los esfuerzos horizontales de viento, el estudio de deformaciones y movimientos generales de la edificación nos ha llevado a una solución ejecutada a base de pilares (con trabajo predominante por deformación a cortante provocado por el desplazamiento relativo de las plantas entre sí).

Dadas las características de la edificación, de las cargas transmitidas por los soportes y de las características resistentes del terreno, se opta por una cimentación mediante zapatas de hormigón armado.

Las dimensiones geométricas y características de los distintos elementos que componen la estructura aparecen reflejados en los Planos.

## 2.- Acciones actuantes.

Las acciones consideradas en el cálculo son las siguientes:

## a) Gravitatorias

- Plantas Tipo 1	
P. propio forjado losa	10.00 KN/M2
CC. Pavimento	0.80 KN/M2
S.C. Nieve	0.20 KN/M2
S.C. Uso	5.00 KN/M2
Total	16.00 KN/M2

Se ha dispuesto una zona para el paso de los vehículos de emergencia con una carga total de cálculo de 31.00 kN/m2.

## - Planta tipo 2

Peso propio forjado	10.00 KN/M2
CC. Cubrición	0.80 KN/M2
S.C. Nieve	0.20 KN/M2
S.C. Uso	1.00 KN/M2
Total	12.00 KN/M2

## b) Viento

Se ha aplicado para el cálculo el CTE-DB-AE en su artículo 3.3. Se ha considerado una presión dinámica de viento 0,42 kN/m2 con unos coeficientes eólicos de 0,7 y 0,4 para presión y succión respectivamente. El coeficiente de exposición empleado adopta el valor de 2,10.

## c) Acciones sísmicas

No se han tenido en cuenta estudiada la ubicación de la edificación la ubicación de la edificación a partir de lo establecido en la NCSE-02.

## d) Acciones térmicas.

No se han tenido en cuenta dado que las dimensiones de cada bloque de la estructura no superan los 40 m de longitud tal y como se establece en el C.T.E. Documento Básico-SE-AE artículo 3.4.

## 3.- Características de los materiales.

El hormigón a emplear en la estructura será del tipo HA-25 de 25 Newton milímetro cuadrado de resistencia característica. Se aplica para dichos hormigones lo establecido en el artículo 39 de la Instrucción EHE-08. Su caracterización completa será la siguiente:

Hormigón para cimentación: HA-25/B/20/IIa.

Hormigón para estructura: HA-25/B/20/I.

Los criterios de ejecución y diseño derivados de los ambientes señalados en lo que las características, composición, resistencia y recubrimientos del hormigón se refieren, son los definidos por la instrucción del hormigón vigente (EHE-08).

Los recubrimientos en los elementos de la estructura serán de 35 mm, tanto en vigas como en pilares salvo en caso de elementos vistos especificándose en el plano correspondiente al elemento en cuestión. Los recubrimientos en cimentación serán de 7 cm en los laterales y 5 cm en caras superior e inferior. Se aplican para todos los casos las especificaciones del artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

El acero para armaduras será del tipo B-500 S de quinientos Newton milímetro cuadrado de límite elástico característico. Se aplica para el acero lo establecido en los artículos 32 y 38 de la Instrucción EHE-08.

## 4.- Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados (tanto para las acciones como para los materiales) para el cálculo de la estructura de hormigón se han extraído de los artículos 12º y 15º de la Instrucción EHE-08. Considerado a un nivel de control normal en obra los coeficientes resultantes para los Estados Límite Últimos son los siguientes:

$\gamma_G = 1.35$  (Acciones de tipo permanente)

$\gamma_{CQ} = 1.50$  (Acciones de tipo variable)

Para el mismo nivel de control en obra los coeficientes resultantes para los Estados Límites de Servicio serán:

$\gamma_G = 1.0$  (Acciones de tipo permanente efecto favorable)

$\gamma_G = 1.0$  (Acciones de tipo permanente efecto desfavorable)

$\gamma_{CQ} = 0.0$  (Acciones de tipo variable efecto favorable)

$\gamma_{CQ} = 1.0$  (Acciones de tipo variable efecto desfavorable)

Para el caso de los materiales a emplear los coeficientes parciales de seguridad son los siguientes:

Hormigón:  $\gamma_c = 1,5$  (1'3 para cargas accidentales)

Acero:  $\gamma_s = 1,15$  (1'0 para cargas accidentales)

Además de todos los coeficientes generales indicados se consideran también los coeficientes de seguridad parciales indicados en la tabla 2.1 del Documento Básico SE-C del CTE.

## 5.- Método de Cálculo.

### 5.1. SISTEMA DE CÁLCULO.

La estructura real se asimila a un entramado espacial de barras, correspondiendo una barra del modelo a cada pilar, viga o ménsula de la estructura, siempre que su directriz sea recta, y considerando, en el caso de directriz quebrada, una barra por cada tramo de la poligonal que la esquematiza.

Para el cálculo de los efectos producidos por las acciones gravitatorias se considera la estructura subdividida en pórticos planos, con el fin de aplicar a cada uno de ellos las hipótesis de alternancia de carga correspondientes y considerando la superposición de esfuerzos en los elementos que corresponden a varios pórticos.

Para determinar los esfuerzos ocasionados por las cargas horizontales se considera la estructura como un único conjunto dotando a los nudos de seis grados de libertad y generando las hipótesis correspondientes. Alternativamente se pueden prever barras que simulen el forjado o considerar este como infinitamente rígido en su plano.

Se desprecia la capacidad de resistencia a torsión de los distintos elementos.

Se obtienen como esfuerzos para cada barra, axil, flector, torsor y cortante. Se permite la supresión a voluntad de la rigidez a torsión de los elementos, excepto los zunchos de borde.

Los apoyos en los pilares y pantallas se idealizan mediante la supresión de la deformación vertical de la placa en el punto de apoyo y la adición de dos rigideces al giro equivalente a la rigidez del pilar superior e inferior de la placa.

Se considera la cimentación apoyada sobre un suelo elástico (método del coeficiente de balasto), de acuerdo con el modelo de Winkler, basado en una constante de proporcionalidad entre fuerzas y desplazamientos, cuyo valor es el coeficiente de balasto.

A efectos de la modelización de la interacción estructura-cimiento pueden alternativamente considerarse dos hipótesis: bien un empotramiento de los pilares en sus cimentaciones o bien un comportamiento de los mismos como muelles elásticos cuyo coeficiente determinaremos a partir del módulo de balasto.

El programa de ordenador empleado para la modelización de la estructura ha sido desarrollado por CYPE Ingenieros y se denomina CYPE-CAD.

### 5.2. HIPOTESIS CONSIDERADAS.

Se consideran sobre la estructura tanto hipótesis de carga vertical como horizontal (ya sean de viento y/o sismo) para el conjunto del edificio, realizando la envolvente de dichas hipótesis.

#### a) Hipótesis de carga vertical.

Se define una hipótesis general de carga vertical con carga uniformemente repartida, cargas lineales y cargas puntuales. Asimismo, se pueden definir hipótesis adicionales de carga vertical uniformemente repartida por zonas, con lo que se pueden simular hipótesis de alternancias de sobrecargas. Para estas hipótesis se consideran en último extremo, las cargas puntuales resultantes que se aplican a cada nudo.

#### b) Hipótesis de carga horizontal.

Una vez generadas las cargas horizontales según la norma C.T.E. DB-SE-AE, se utiliza el método de Bowman, que permite distribuir entre los pilares de cada planta, el cortante global del edificio aplicado en los puntos teóricos de momento nulo de cada pilar. Con los valores de estos cortantes se obtienen de cada pilar, y por diferencia entre el pilar superior e inferior el momento descompensado que debe soportar la placa. La hipótesis de esfuerzos horizontales supone la aplicación de estos momentos en cada uno de los apoyos, supuestas en este caso articulaciones simples sin rigidez al giro.

#### c) Hipótesis de carga consideradas en los muros de sótano.

Para el caso de los muros de sótano se supone la inexistencia de empujes durante la fase de ejecución, de forma que la hipótesis básica corresponde a una situación de empuje al reposo sobre el trasdós del muro apoyado el mismo el la zapata y el forjado.

### 5.3.- Tipo de análisis efectuado.

El tipo de análisis efectuado ha sido estático y lineal, empleando métodos de análisis matricial basados en la descomposición de la estructura en barras conectadas en nudos y formando la correspondiente matriz de rigidez. A partir de la inversión de la misma y del vector de cargas actuantes obtendremos los desplazamientos de los nudos de la estructura y a partir de ellos los esfuerzos nodales y el resto de las leyes, a lo largo de las barras.

### 5.4.- Diagramas de tensión-deformación supuestos para los distintos materiales.

- Acero para armaduras

Se adopta el diagrama birrectilíneo reflejado en el artículo 38.2 de la Instrucción EHE-08.

La deformación en tracción del acero se limita al 10 por 100 y en compresión a 2,0 por 1000.

- Hormigón

Se adopta un diagrama parábola rectángulo de acuerdo con el artículo 39.5 a) de la Instrucción EHE-08.

El vértice de la parábola se encuentra en la abscisa 2 por 1000 y el extremo del rectángulo en la abscisa 3,5 por 1000.

El módulo de deformación longitudinal del hormigón se obtiene de lo prescrito en el artículo 39.6 de la Instrucción EHE.

### 5.5.- Combinaciones de acciones y métodos de obtención de esfuerzos.

La combinación de acciones de diversos orígenes, para la estructura de hormigón, se ha realizado de acuerdo con lo prescrito en el artículo 13 de la Instrucción EHE.

Para el caso de los Estados Límite Últimos se consideran las combinaciones siguientes:

- Situaciones persistentes o transitorias con dos o más acciones variables:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} 0,9 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

$j \geq 1$        $j \geq 1$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \gamma_{AAE,k} + \sum_{i \geq 1} 0,8 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

$j \geq 1$        $j \geq 1$

Para el caso de los Estados Límite de Servicio se consideran las combinaciones siguientes:

- Situaciones persistentes o transitorias con dos o más acciones variables:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} 0,9 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

$j \geq 1$        $j \geq 1$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \gamma_{AAE,k} + \sum_{i \geq 1} 0,8 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

$j \geq 1$        $j \geq 1$

siendo:

$G_{k,j}$  = Valor representativo de las acciones permanentes, más las acciones indirectas con carácter de permanencia.

$Q_{k,i}$  = Valor representativo de combinación de acciones variables concomitantes.

$Q_{k,1}$  = Valor característico de la acción variable determinante.

$\gamma$  = coeficientes parciales de seguridad para ELU o ELS según el caso.

$A_{ek}$  = Valor característico de la acción sísmica, calculado según la Norma Sismorresistente.

Dentro de cada subhipótesis, la obtención de los esfuerzos se hace de la siguiente forma.

**Pilares:** Se analizan los esfuerzos según los dos ejes principales de inercia de la sección de cada pilar proyectando las acciones de todos los pórticos incidentes de acuerdo con el ángulo de giro del pilar y el ángulo de la dirección del pórtico. Se determinan los esfuerzos en los extremos del pilar y en la sección central más desfavorable. A efectos de determinación de armaduras en los pilares de hormigón se tiene en cuenta que la sección de base del pilar del piso superior debe tener como armadura el anclaje sobresaliente del forjado, archivándose los esfuerzos de dicha sección y sus características para intervenir en el dimensionado del pilar. En el caso de los pilares metálicos se procede a la determinación del perfil más adecuado a partir de las diferentes hipótesis.

**Vigas:** Se analizan los esfuerzos según el eje principal de inercia de la sección de la misma. Se determinan los esfuerzos en los extremos y en la sección central a partir de la envolvente y se procede al armado de la misma en el caso de las vigas de hormigón.

#### 5.6.- Dimensionamiento y verificación de los elementos componentes.

El dimensionamiento de las secciones de hormigón se realiza empleando el método de la parábola-rectángulo tanto en los sometidos a flexión simple como en flexo-compresión compuesta.

Se aplica el método de los Estados Límite en el diseño de todos los elementos estructurales tal y como se describe en el Artículo 3º del C.T.E. Documento Básico-SE.

Para el caso del Hormigón armado se realizan las siguientes comprobaciones de acuerdo con la instrucción EHE:

Comprobación de los Estados Límite Últimos:

E.L.U Equilibrio según Artículo 41 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U Agotamiento frente a solicitaciones normales Artículo 42 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. Agotamiento frente a cortante Artículo 44 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. Agotamiento por Torsión Artículo 45 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Inestabilidad Artículo 43 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Punzonamiento Artículo 46 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Agotamiento por Rasante Artículo 47 de la Instrucción EHE-08.

Comprobación de los Estados Límite de Servicio:

E.L.U. Fisuración Artículo 49 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U Deformación Artículo 50 de la Instrucción EHE-08.

Para el caso del acero se realizan las siguientes comprobaciones de acuerdo con la

Estados Límites de Servicio: Deformaciones.

En la estructura de hormigón armado se tienen también en cuenta las condiciones de adherencia y anclaje de las armaduras según las prescripciones de la Instrucción EHE.

#### 5.7.- Dimensionamiento de la cimentación

De acuerdo con el Estudio Geotécnico se ha adoptado una tensión de trabajo de 0.150 N/mm<sup>2</sup>. No son de esperar asientos de importancia. A partir de los esfuerzos en la base de los pilares se dimensionan y arman las zapatas. El canto mínimo de las zapatas esta fijado por el proyectista y es aumentado por consideraciones de cortante y punzonamiento.

Para obtener la tensión máxima utilizada en el dimensionado de las zapatas de medianería y esquina se considera el equilibrio de fuerzas basadas en los textos de J. Calavera, mientras que para zapatas aisladas se aplica la ecuación de la flexión compuesta, en caso de que la carga este situada en el núcleo central de inercia y en caso contrario se calcula la máxima tensión mediante el cálculo del volumen de presiones.

Se dispone la misma armadura en sentido longitudinal que transversal en las zapatas, cumpliendo todas las condiciones de cuantías mínimas y adherencia.

Se ha realizado la comprobación de los Estados Límite Últimos para la determinación de los armados de acuerdo con los artículos aplicables citados en el apartado 5.6, disponiéndose las armaduras como se detalla en planos. Se han tenido en cuenta las condiciones de adherencia y anclaje de las armaduras según las prescripciones de la Instrucción EHE como en el resto de los elementos.

\_COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD ( $\gamma$ ) Y COEFICIENTES DE COMBINACIÓN ( $\psi$ )Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes $\leq$ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Combinaciones:

Nombres de las hipótesis

- G Carga permanente
- Qa Sobrecarga de uso
- agua presión del agua

E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Qa	agua
1	1.000		
2	1.350		
3	1.000	1.500	
4	1.350	1.500	
5	1.000		1.500
6	1.350		1.500
7	1.000	1.500	1.500
8	1.350	1.500	1.500

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Qa	agua
1	1.000		
2	1.600		
3	1.000	1.600	
4	1.600	1.600	
5	1.000		1.500
6	1.600		1.500
7	1.000	1.600	1.600
8	1.600	1.600	1.600

Desplazamientos

Comb.	G	Qa	agua
1	1.000		
2	1.000	1.000	
3	1.000		1.000
4	1.000	1.000	1.000



\_MATERIALES UTILIZADOS

- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25/B/20/IIa

cemento clase CEM II 32,5 UNE 80301.96

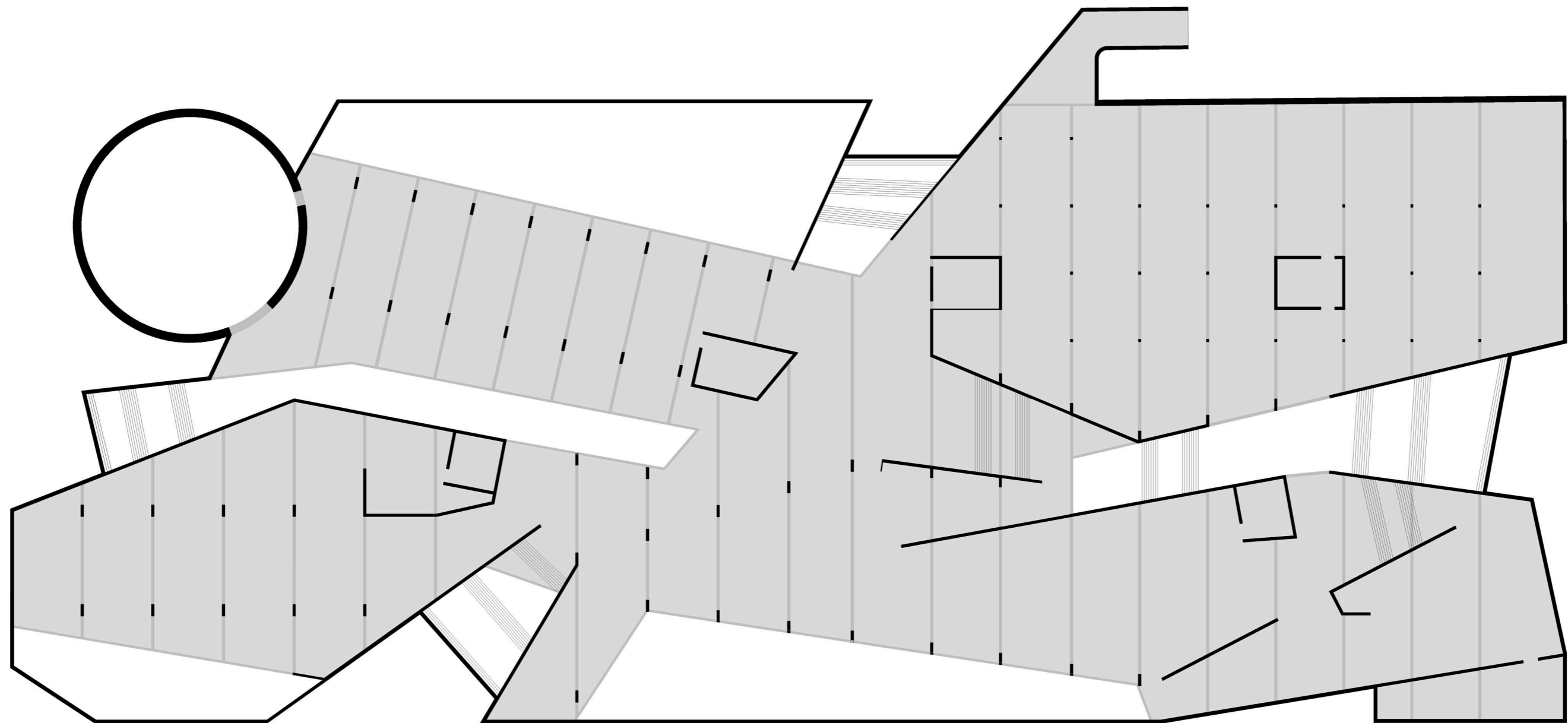
Consistencia: Blanda. Relación a/c < 0,6. Tamaño máximo de árido 20mm

Recubrimiento nominal: 35 mm. 50mm en cimentación

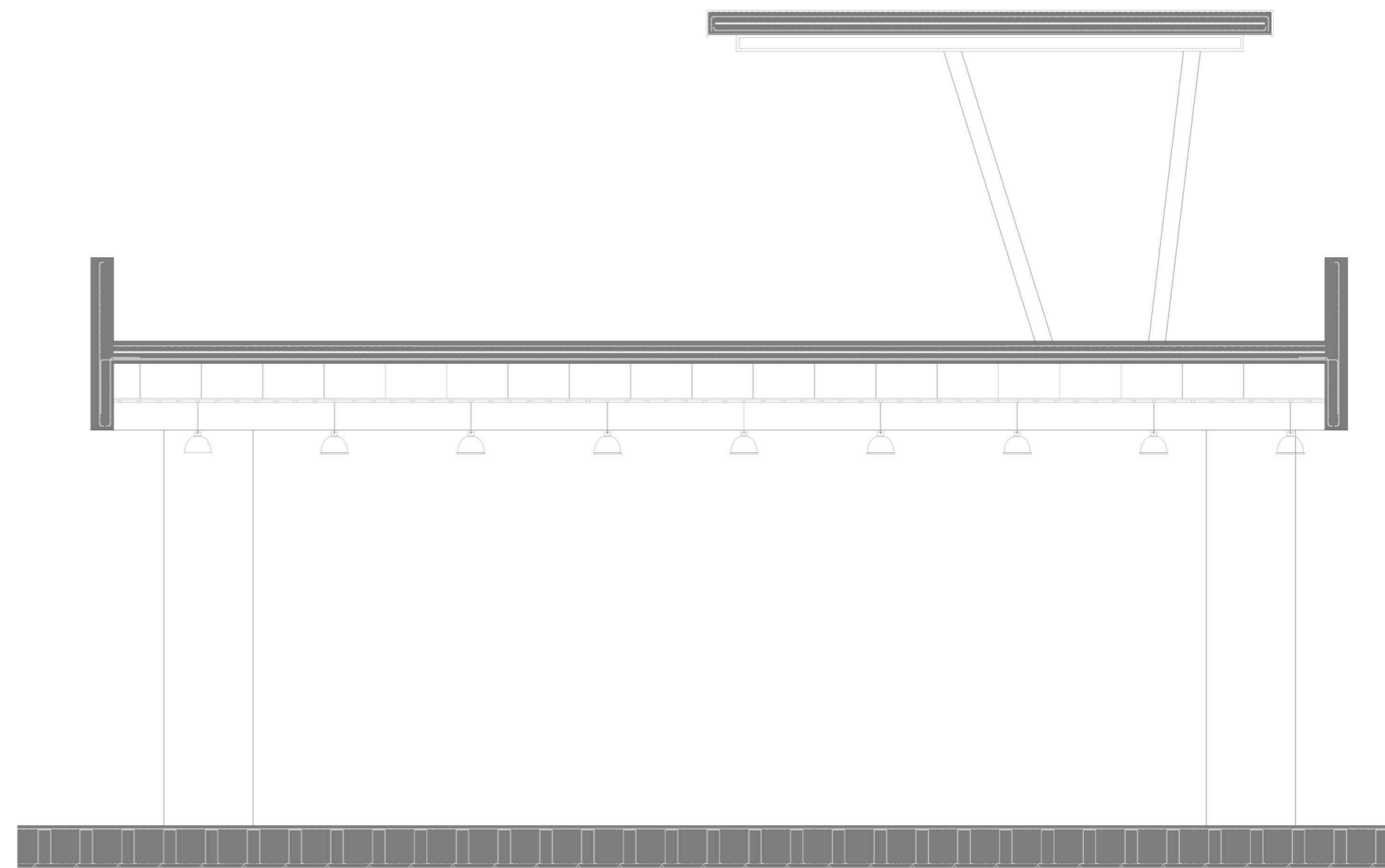
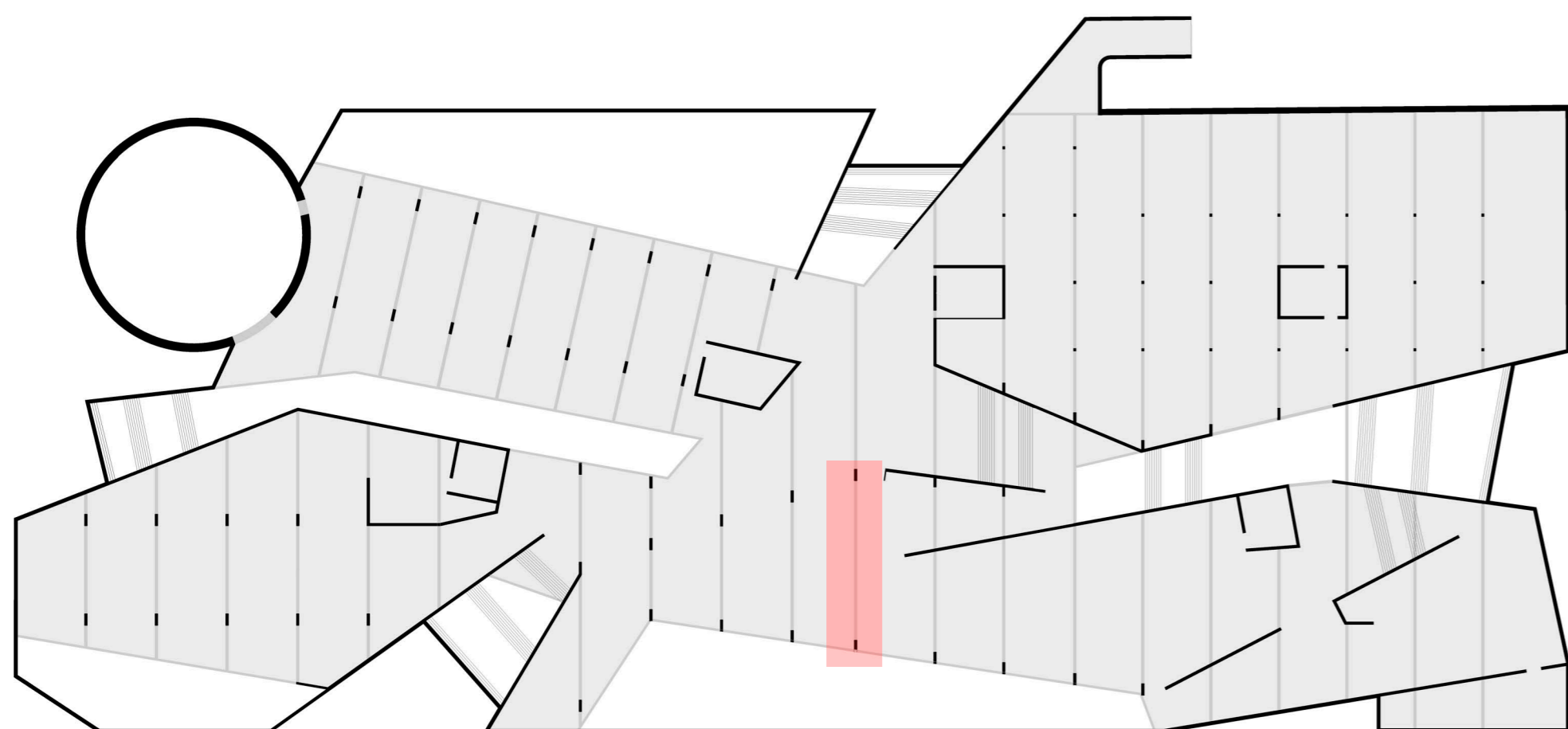
Aceros para armar B500 SD con límite elástico no inferior a 500N/mm<sup>2</sup>

\_ Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Aceros conformados	S235	2396	2140673
Aceros laminados	S275	2803	2140673

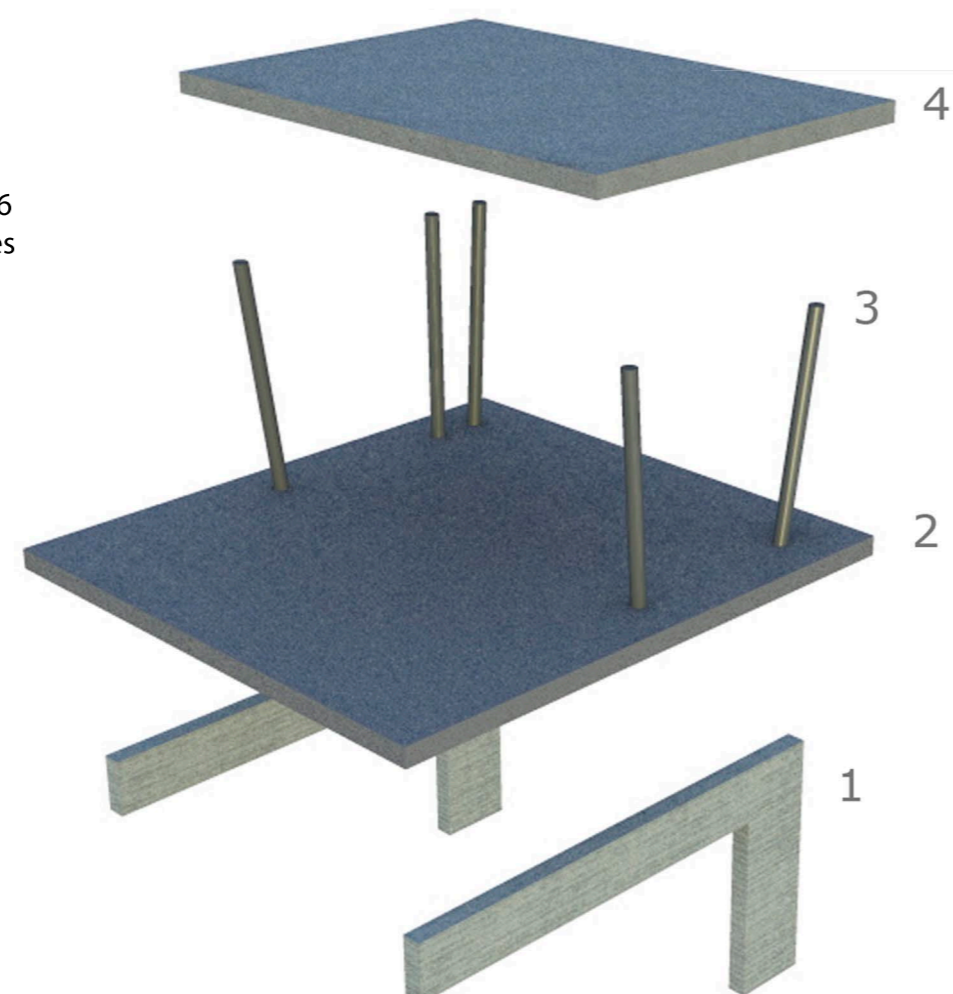


Esquema estructural Escala 1/150



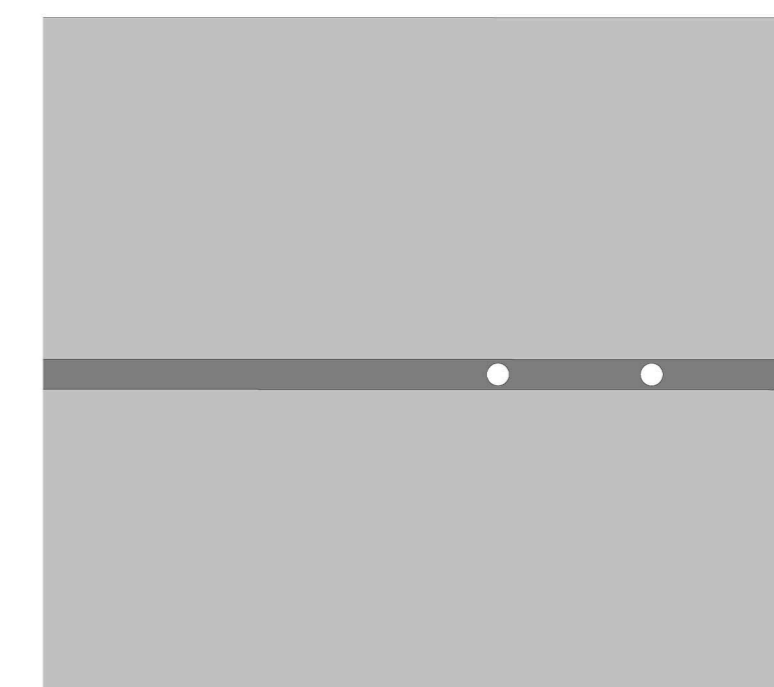
\_DEFINICION CONSTRUCTIVA DE ESTRUCTURA

1. Importante estructura principal compuesta por pilares de 0,6x1,6 m de sección y vigas de canto 1,2 para abarcar las importantes luces existentes.
2. Losa de hormigon armado de 0,4 m.
3. Pilares metálicos de sección circular de radio 0,15 m.
4. Losa de hormigon armado de 0,4 m.



Escala 1/100

Pórtico representativo de 18,7 m de luz



## MEMORIA DE CÁLCULO

## INDICE

- 1.- Tipología estructural
- 2.- Acciones actuantes
- 3.- Características de los materiales
- 4.- Coeficientes de seguridad
- 5.- Método de Cálculo
- 5.1.- Sistema de cálculo      5.2.- Hipótesis consideradas
- 5.3.- Tipo de análisis efectuado.
- 5.4.- Diagrama de tensión-deformación impuestos por los distintos materiales.
- 5.5.- Combinaciones de hipótesis y métodos de obtención de los esfuerzos.
- 5.6.- Dimensionamiento y verificación de los elementos componentes.

## 1.- Tipología estructural.

La estructura del edificio está formada en general por pórticos rígidos de hormigón armado, unidos entre sí mediante zunchos, también de hormigón armado, y con un forjado compuesto por losa de hormigón armado. Se proyectan los forjados de canto 40 cm salvo una zona del forjado 2º que se proyecta de canto variable, pasando de 40cm a 20 cm en el extremo del voladizo. Estos forjados apoyan sobre vigas planas y descolgadas.

En cuanto a los esfuerzos horizontales de viento, el estudio de deformaciones y movimientos generales de la edificación nos ha llevado a una solución ejecutada a base de pilares (con trabajo predominante por deformación a cortante provocado por el desplazamiento relativo de las plantas entre sí).

Dadas las características de la edificación, de las cargas transmitidas por los soportes y de las características resistentes del terreno, se opta por una cimentación mediante zapatas de hormigón armado.

Las dimensiones geométricas y características de los distintos elementos que componen la estructura aparecen reflejados en los Planos.

## 2.- Acciones actuantes.

Las acciones consideradas en el cálculo son las siguientes:

## a) Gravitatorias

- Plantas Tipo 1	
P. propio forjado losa	10.00 KN/M2
CC. Pavimento	0.80 KN/M2
S.C. Nieve	0.20 KN/M2
S.C. Uso	5.00 KN/M2
Total	16.00 KN/M2

Se ha dispuesto una zona para el paso de los vehículos de emergencia con una carga total de cálculo de 31.00 kN/m2.

## - Planta tipo 2

Peso propio forjado	10.00 KN/M2
CC. Cubrición	0.80 KN/M2
S.C. Nieve	0.20 KN/M2
S.C. Uso	1.00 KN/M2
Total	12.00 KN/M2

## b) Viento

Se ha aplicado para el cálculo el CTE-DB-AE en su artículo 3.3. Se ha considerado una presión dinámica de viento 0,42 kN/m2 con unos coeficientes eólicos de 0,7 y 0,4 para presión y succión respectivamente. El coeficiente de exposición empleado adopta el valor de 2,10.

## c) Acciones sísmicas

No se han tenido en cuenta estudiada la ubicación de la edificación la ubicación de la edificación a partir de lo establecido en la NCSE-02.

## d) Acciones térmicas.

No se han tenido en cuenta dado que las dimensiones de cada bloque de la estructura no superan los 40 m de longitud tal y como se establece en el C.T.E. Documento Básico-SE-AE artículo 3.4.

## 3.- Características de los materiales.

El hormigón a emplear en la estructura será del tipo HA-25 de 25 Newton milímetro cuadrado de resistencia característica. Se aplica para dichos hormigones lo establecido en el artículo 39 de la Instrucción EHE-08. Su caracterización completa será la siguiente:

Hormigón para cimentación: HA-25/B/20/IIa.

Hormigón para estructura: HA-25/B/20/I.

Los criterios de ejecución y diseño derivados de los ambientes señalados en lo que las características, composición, resistencia y recubrimientos del hormigón se refieren, son los definidos por la instrucción del hormigón vigente (EHE-08).

Los recubrimientos en los elementos de la estructura serán de 35 mm, tanto en vigas como en pilares salvo en caso de elementos vistos especificándose en el plano correspondiente al elemento en cuestión. Los recubrimientos en cimentación serán de 7 cm en los laterales y 5 cm en caras superior e inferior. Se aplican para todos los casos las especificaciones del artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

El acero para armaduras será del tipo B-500 S de quinientos Newton milímetro cuadrado de límite elástico característico. Se aplica para el acero lo establecido en los artículos 32 y 38 de la Instrucción EHE-08.

## 4.- Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados (tanto para las acciones como para los materiales) para el cálculo de la estructura de hormigón se han extraído de los artículos 12º y 15º de la Instrucción EHE-08. Considerado a un nivel de control normal en obra los coeficientes resultantes para los Estados Límite Últimos son los siguientes:

$\gamma_G = 1.35$  (Acciones de tipo permanente)

$\gamma_{CQ} = 1.50$  (Acciones de tipo variable)

Para el mismo nivel de control en obra los coeficientes resultantes para los Estados Límites de Servicio serán:

$\gamma_G = 1.0$  (Acciones de tipo permanente efecto favorable)

$\gamma_G = 1.0$  (Acciones de tipo permanente efecto desfavorable)

$\gamma_{CQ} = 0.0$  (Acciones de tipo variable efecto favorable)

$\gamma_{CQ} = 1.0$  (Acciones de tipo variable efecto desfavorable)

Para el caso de los materiales a emplear los coeficientes parciales de seguridad son los siguientes:  
 Hormigón:  $\gamma_c = 1,5$  (1'3 para cargas accidentales)  
 Acero:  $\gamma_s = 1,15$  (1'0 para cargas accidentales)

Además de todos los coeficientes generales indicados se consideran también los coeficientes de seguridad parciales indicados en la tabla 2.1 del Documento Básico SE-C del CTE.

## 5.- Método de Cálculo.

### 5.1. SISTEMA DE CÁLCULO.

La estructura real se asimila a un entramado espacial de barras, correspondiendo una barra del modelo a cada pilar, viga o ménsula de la estructura, siempre que su directriz sea recta, y considerando, en el caso de directriz quebrada, una barra por cada tramo de la poligonal que la esquematiza.

Para el cálculo de los efectos producidos por las acciones gravitatorias se considera la estructura subdividida en pórticos planos, con el fin de aplicar a cada uno de ellos las hipótesis de alternancia de carga correspondientes y considerando la superposición de esfuerzos en los elementos que corresponden a varios pórticos.

Para determinar los esfuerzos ocasionados por las cargas horizontales se considera la estructura como un único conjunto dotando a los nudos de seis grados de libertad y generando las hipótesis correspondientes. Alternativamente se pueden prever barras que simulen el forjado o considerar este como infinitamente rígido en su plano.

Se desprecia la capacidad de resistencia a torsión de los distintos elementos.

Se obtienen como esfuerzos para cada barra, axil, flector, torsor y cortante. Se permite la supresión a voluntad de la rigidez a torsión de los elementos, excepto los zunchos de borde.

Los apoyos en los pilares y pantallas se idealizan mediante la supresión de la deformación vertical de la placa en el punto de apoyo y la adición de dos rigideces al giro equivalente a la rigidez del pilar superior e inferior de la placa.

Se considera la cimentación apoyada sobre un suelo elástico (método del coeficiente de balasto), de acuerdo con el modelo de Winkler, basado en una constante de proporcionalidad entre fuerzas y desplazamientos, cuyo valor es el coeficiente de balasto.

A efectos de la modelización de la interacción estructura-cimiento pueden alternativamente considerarse dos hipótesis: bien un empotramiento de los pilares en sus cimentaciones o bien un comportamiento de los mismos como muelles elásticos cuyo coeficiente determinaremos a partir del modulo de balasto.

El programa de ordenador empleado para la modelización de la estructura ha sido desarrollado por CYPE Ingenieros y se denomina CYPE-CAD.

### 5.2. HIPOTESIS CONSIDERADAS.

Se consideran sobre la estructura tanto hipótesis de carga vertical como horizontal (ya sean de viento y/o sismo) para el conjunto del edificio, realizando la envolvente de dichas hipótesis.

#### a) Hipótesis de carga vertical.

Se define una hipótesis general de carga vertical con carga uniformemente repartida, cargas lineales y cargas puntuales. Asimismo, se pueden definir hipótesis adicionales de carga vertical uniformemente repartida por zonas, con lo que se pueden simular hipótesis de alternancias de sobrecargas. Para estas hipótesis se consideran en ultimo extremo, las cargas puntuales resultantes que se aplican a cada nudo.

#### b) Hipótesis de carga horizontal.

Una vez generadas las cargas horizontales según la norma C.T.E. DB-SE-AE, se utiliza el método de Bowman, que permite distribuir entre los pilares de cada planta, el cortante global del edificio aplicado en los puntos teóricos de momento nulo de cada pilar. Con los valores de estos cortantes se obtienen de cada pilar, y por diferencia entre el pilar superior e inferior el momento descompensado que debe soportar la placa. La hipótesis de esfuerzos horizontales supone la aplicación de estos momentos en cada uno de los apoyos, supuestas en este caso articulaciones simples sin rigidez al giro.

#### c) Hipótesis de carga consideradas en los muros de sótano.

Para el caso de los muros de sótano se supone la inexistencia de empujes durante la fase de ejecución, de forma que la hipótesis básica corresponde a una situación de empuje al reposo sobre el trasdós del muro apoyado el mismo el la zapata y el forjado.

### 5.3.- Tipo de análisis efectuado.

El tipo de análisis efectuado ha sido estático y lineal, empleando métodos de análisis matricial basados en la descomposición de la estructura en barras conectadas en nudos y formando la correspondiente matriz de rigidez. A partir de la inversión de la misma y del vector de cargas actuantes obtendremos los desplazamientos de los nudos de la estructura y a partir de ellos los esfuerzos nodales y el resto de las leyes, a lo largo de las barras.

### 5.4.- Diagramas de tensión-deformación supuestos para los distintos materiales.

- Acero para armaduras

Se adopta el diagrama birrectilíneo reflejado en el artículo 38.2 de la Instrucción EHE-08.

La deformación en tracción del acero se limita al 10 por 100 y en compresión a 2,0 por 1000.

- Hormigón

Se adopta un diagrama parábola rectángulo de acuerdo con el artículo 39.5 a) de la Instrucción EHE-08.

El vértice de la parábola se encuentra en la abscisa 2 por 1000 y el extremo del rectángulo en la abscisa 3,5 por 1000.

El módulo de deformación longitudinal del hormigón se obtiene de lo prescrito en el artículo 39.6 de la Instrucción EHE.

### 5.5.- Combinaciones de acciones y métodos de obtención de esfuerzos.

La combinación de acciones de diversos orígenes, para la estructura de hormigón, se ha realizado de acuerdo con lo prescrito en el artículo 13 de la Instrucción EHE.

Para el caso de los Estados Límite Últimos se consideran las combinaciones siguientes:

- Situaciones persistentes o transitorias con dos o más acciones variables:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} 0,9 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \gamma_{AAE,k} + \sum_{i \geq 1} 0,8 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

Para el caso de los Estados Límite de Servicio se consideran las combinaciones siguientes:

- Situaciones persistentes o transitorias con dos o más acciones variables:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} 0,9 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \gamma_{AAE,k} + \sum_{i \geq 1} 0,8 \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

siendo:

$G_{kj}$  = Valor representativo de las acciones permanentes, más las acciones indirectas con carácter de permanencia.

$Q_{ki}$  = Valor representativo de combinación de acciones variables concomitantes.

$Q_{k1}$  = Valor característico de la acción variable determinante.

$\gamma$  = coeficientes parciales de seguridad para ELU o ELS según el caso.

$A_{ek}$  = Valor característico de la acción sísmica, calculado según la Norma Sismorresistente.

Dentro de cada subhipótesis, la obtención de los esfuerzos se hace de la siguiente forma.

**Pilares:** Se analizan los esfuerzos según los dos ejes principales de inercia de la sección de cada pilar proyectando las acciones de todos los pórticos incidentes de acuerdo con el ángulo de giro del pilar y el ángulo de la dirección del pórtico. Se determinan los esfuerzos en los extremos del pilar y en la sección central más desfavorable. A efectos de determinación de armaduras en los pilares de hormigón se tiene en cuenta que la sección de base del pilar del piso superior debe tener como armadura el anclaje sobresaliente del forjado, archivándose los esfuerzos de dicha sección y sus características para intervenir en el dimensionado del pilar. En el caso de los pilares metálicos se procede a la determinación del perfil más adecuado a partir de las diferentes hipótesis.

**Vigas:** Se analizan los esfuerzos según el eje principal de inercia de la sección de la misma. Se determinan los esfuerzos en los extremos y en la sección central a partir de la envolvente y se procede al armado de la misma en el caso de las vigas de hormigón.

#### 5.6.- Dimensionamiento y verificación de los elementos componentes.

El dimensionamiento de las secciones de hormigón se realiza empleando el método de la parábola-rectángulo tanto en los sometidos a flexión simple como en flexo-compresión compuesta.

Se aplica el método de los Estados Límite en el diseño de todos los elementos estructurales tal y como se describe en el Artículo 3º del C.T.E. Documento Básico-SE.

Para el caso del Hormigón armado se realizan las siguientes comprobaciones de acuerdo con la instrucción EHE:

Comprobación de los Estados Límite Últimos:

E.L.U Equilibrio según Artículo 41 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U Agotamiento frente a solicitaciones normales Artículo 42 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. Agotamiento frente a cortante Artículo 44 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. Agotamiento por Torsión Artículo 45 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Inestabilidad Artículo 43 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Punzonamiento Artículo 46 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U. de Agotamiento por Rasante Artículo 47 de la Instrucción EHE-08.

Comprobación de los Estados Límite de Servicio:

E.L.U. Fisuración Artículo 49 de la Instrucción EHE-08.

E.L.U Deformación Artículo 50 de la Instrucción EHE-08.

Para el caso del acero se realizan las siguientes comprobaciones de acuerdo con la

Estados Límites de Servicio: Deformaciones.

En la estructura de hormigón armado se tienen también en cuenta las condiciones de adherencia y anclaje de las armaduras según las prescripciones de la Instrucción EHE.

#### 5.7.- Dimensionamiento de la cimentación

De acuerdo con el Estudio Geotécnico se ha adoptado una tensión de trabajo de 0.150 N/mm<sup>2</sup>. No son de esperar asientos de importancia. A partir de los esfuerzos en la base de los pilares se dimensionan y arman las zapatas. El canto mínimo de las zapatas esta fijado por el proyectista y es aumentado por consideraciones de cortante y punzonamiento.

Para obtener la tensión máxima utilizada en el dimensionado de las zapatas de medianería y esquina se considera el equilibrio de fuerzas basadas en los textos de J. Calavera, mientras que para zapatas aisladas se aplica la ecuación de la flexión compuesta, en caso de que la carga este situada en el núcleo central de inercia y en caso contrario se calcula la máxima tensión mediante el cálculo del volumen de presiones.

Se dispone la misma armadura en sentido longitudinal que transversal en las zapatas, cumpliendo todas las condiciones de cuantías mínimas y adherencia.

Se ha realizado la comprobación de los Estados Límite Últimos para la determinación de los armados de acuerdo con los artículos aplicables citados en el apartado 5.6, disponiéndose las armaduras como se detalla en planos. Se han tenido en cuenta las condiciones de adherencia y anclaje de las armaduras según las prescripciones de la Instrucción EHE como en el resto de los elementos.