

ANEJO Nº 1

INFORMACIÓN BÁSICA

**Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia):
Solución con estructura de hormigón**

ANEJO 1
INFORMACIÓN BÁSICA

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. CARTOGRAFÍA	3
3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	3
4. CLIMATOLOGÍA	4
4.1 Régimen de precipitación	4
4.2 Régimen de temperaturas	4
4.3 Viento	5
4.4 Clasificación climática	5
5. HIDROGRAFÍA	6

1. OBJETO

El objeto de este anejo es describir la cartografía, climatología e hidrología de la zona de donde se localizará el “Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera de Albalat Alzira (Valencia)”.

La descripción de las actuaciones, obras y procedimiento de ejecución se describen en la memoria del presente proyecto.

2. CARTOGRAFÍA

La cartografía consultada para la realización del proyecto ha sido:

- La Cartografía Oficial de la Comunidad Valenciana, a escala 1:10.000, editada por el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV).
- Hoja 770/29-30 (Alzira) del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, publicado por el IGME.

3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La nave industrial objeto del proyecto se encuentra situado al Noreste del término municipal de Alzira. Este municipio pertenece a la comarca de La Ribera Alta y se sitúa en el este de la provincia de Valencia ocupando la cuenca baja del río Júcar.

El solar a estudiar se encuentra a la derecha de la CV-505 en dirección a la población de Albalat, sus coordenadas son: 39°09'57.10"N 0°25'08.77" O. La nave está ubicada en el denominado Polígono Industrial Carretera de Albalat, con una altitud de 25 metros sobre el nivel del mar.

4. CLIMATOLOGÍA

Para la definición y estudio del clima de la zona se van a emplear los datos de precipitaciones y temperaturas de la estación meteorológica de Alzira.

- Estación: Alzira
- Altitud: 22 m.
- Tipo: Estación termo pluviométrica.

A continuación se reflejan los datos de precipitaciones y temperaturas:

4.1 Régimen de precipitación

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Pm	63,4	65,4	51,6	57,5	32,8	27,0	13,0	32,0	85,7	197,5	71,6	85,7	802,3

Siendo Pm: Precipitación media (mm).

La evapotranspiración potencial anual, calculada según el método de Thornthwaite alcanza un valor de 913 mm/año. Refiriéndonos al riesgo de tormentas de granizo (1 episodio/año), de acuerdo con los datos de la propia Consellería de Agricultura.

4.2 Régimen de temperaturas

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t_i	8,7	9,2	11,3	13,4	16,7	20,2	23,1	23,6	21,3	17,0	12,5	9,4
T_M	13,8	15,3	17,3	19,8	23,5	26,5	30,0	30,0	27,3	22,0	17,2	14,1
T_m	4,6	5,8	6,3	8,0	11,3	14,9	17,9	18,5	15,9	11,3	6,8	4,6
T_A	19,7	21,6	24,4	27,2	30,7	33,0	36,6	36,6	33,0	28,3	23,0	19,8
T_a	-1,3	-1,3	0	2,4	6,3	10,1	14,5	14,5	10,7	4,8	1,1	-1,6

La Temperatura Media Anual es de: 15,5 °C.

Siendo:

- t_i: Temperatura media mensual (°C).
- T_M: Temperatura media de máximas (°C).
- T_m: Temperatura media mínima (°C).
- T_A: Temperatura máxima absoluta (°C).

- T_a : Temperatura mínima absoluta (°C).

Según los valores medios de las variables climáticas, la zona está caracterizada por un clima Mediterráneo subhúmedo templado, con influencia marítima, caracterizado por inviernos suaves y veranos cálidos. Por lo que respecta al régimen de humedad, la distribución estacional de la pluviometría lo define como Mediterráneo subhúmedo, con máximos otoñales.

4.3 Viento

En cuanto al régimen de vientos, hay que señalar que los datos más cercanos corresponden a la estación meteorológica de Valencia, sita en Los Viveros. De acuerdo con ellos, los vientos dominantes son los de componente Sudeste, Noreste y Oeste. Las principales frecuencias de dirección son las siguientes, referidas con carácter anual y en %:

ORIENTACIÓN	%
SE	18,3%
NE	8,5%
W	8%
SW	7,7%

Las calmas representan un 32% del total. Así mismo, las velocidades medias anuales más elevadas se dan en los vientos de componente NW, con una velocidad de 14,5 Km/h. La velocidad máxima correspondió a vientos de poniente, componente W, con 104 Km/h en el mes de Enero.

4.4 Clasificación climática

Dada la situación geográfica y la orientación mayoritaria de los relieves montañosos, el término de Alzira presenta un clima típicamente mediterráneo, que de acuerdo con los datos proporcionados en el “Atlas Climático de la Comunidad Valenciana” y según la clasificación de Thornthwaite, correspondería a un clima subhúmedo seco, mesotérmico, con superávit moderado de humedad en invierno.

EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD			EN FUNCIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA		
Tipo de clima		Índice de humedad	de	Tipo de clima	
				ETP en <u>cm</u>	
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B ₄	Húmedo	80 ↔ 100	B' ₄	Mesotérmico	99,7 ↔ 114
B ₃	Húmedo	60 ↔ 80	B' ₃	Mesotérmico	88,5 ↔ 99,7
B ₂	Húmedo	40 ↔ 60	B' ₂	Mesotérmico	71,2 ↔ 88,5
B ₁	Húmedo	20 ↔ 40	B' ₁	Mesotérmico	57 ↔ 71,2
C ₂	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C' ₂	Microtérmico	42,7 ↔ 57
C ₁	Subhúmedo seco	-33 ↔ 0	C' ₁	Microtérmico	28,5 ↔ 42,7
D	Semiárido	-67 ↔ -33	D	Tundra	14,2 ↔ 28,5
E	Árido	-100 ↔ -67	E	Hielo	< 14,2

5. HIDROGRAFÍA

Todos los cauces situados en el término municipal de Alzira, pertenecen al ámbito administrativo de la Confederación Hidrográfica del Júcar. El relieve existente determina la existencia de numerosos barrancos (la mayoría de ellos de muy corto trazado) y dos cauces principales, con caudal continuo a lo largo del año: el río Xúquer i el río Verd.

Respecto a los posibles riesgos de inundación, el ámbito de actuación no está afectado por ninguna zona de riesgo definida en el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA).



Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón

La imagen anterior, obtenida del visor web de la cartografía de PATRICOVA, nos indica que el solar objeto de estudio (delimitado en negro) tiene un Índice de Peligrosidad 5: Frecuencia baja (500 años) y calado alto (>0.8 m).

Por otro lado, la actuación se sitúa en una zona de alta accesibilidad potencial a los recursos hídricos. Según el estudio de Consellería, estas zonas se caracterizan por su elevada disponibilidad de recursos hídricos en cantidad y calidad, no representando traba alguna significativa para la ejecución de obra proyectada.

En resumen, las características hidrológicas de la zona no representan ningún condicionante importante en la construcción de la obras objeto del presente proyecto.

ANEJO Nº 2

ESTUDIOS URBANÍSTICOS

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón

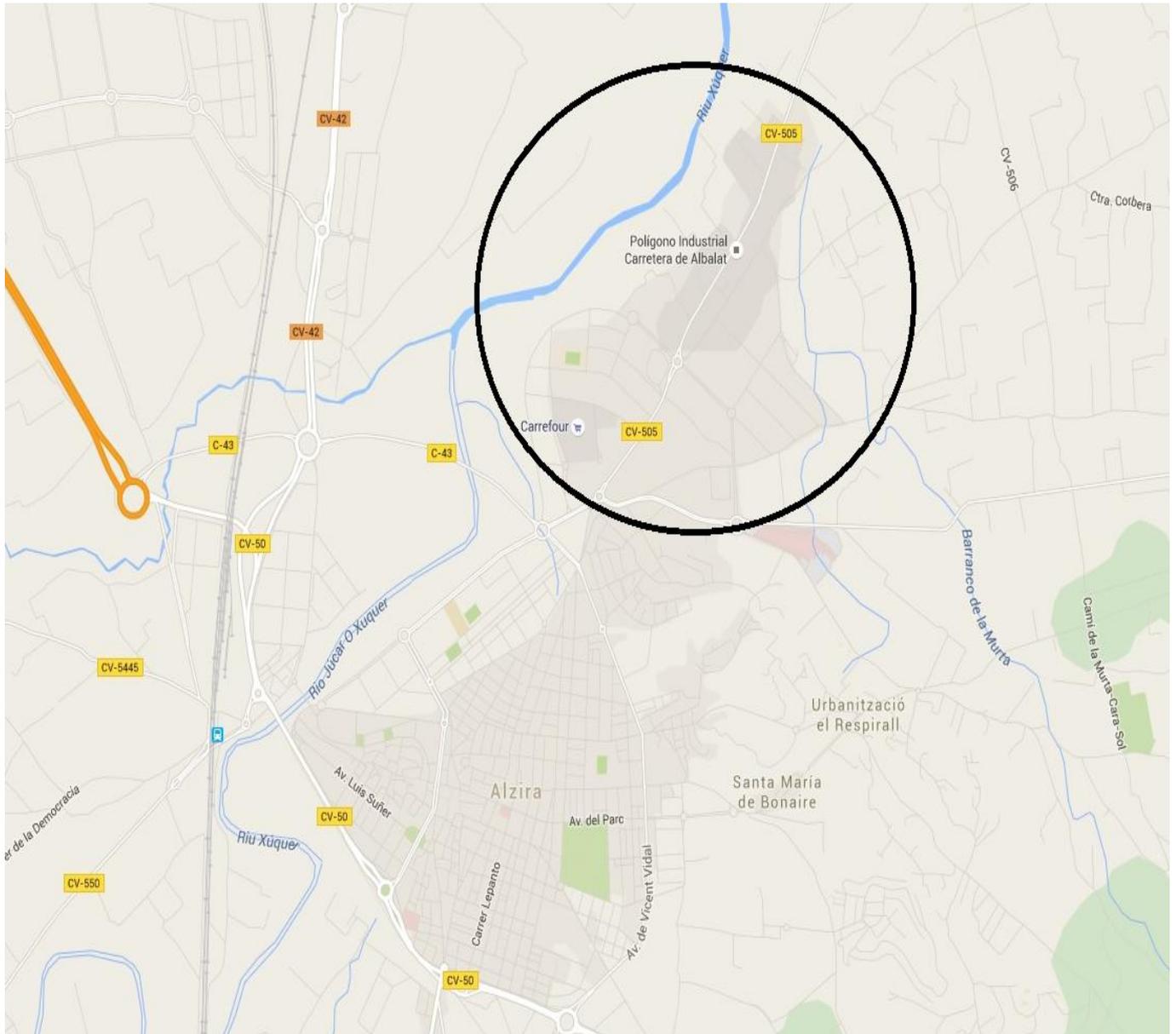
ANEJO 2
ESTUDIOS URBANÍSTICOS

ÍNDICE

1. UBICACIÓN DE LA PARCELA.....	3
2. SUPERFICIE DE LA PARCELA.....	5
3. DOTACIÓN DE APARCAMIENTOS.....	5
4. USO DE LA PARCELA.....	6
4.1 División interior.....	6
4.2 Ubicación dentro del solar.....	6
5. FORMA DE LA NAVE.....	8

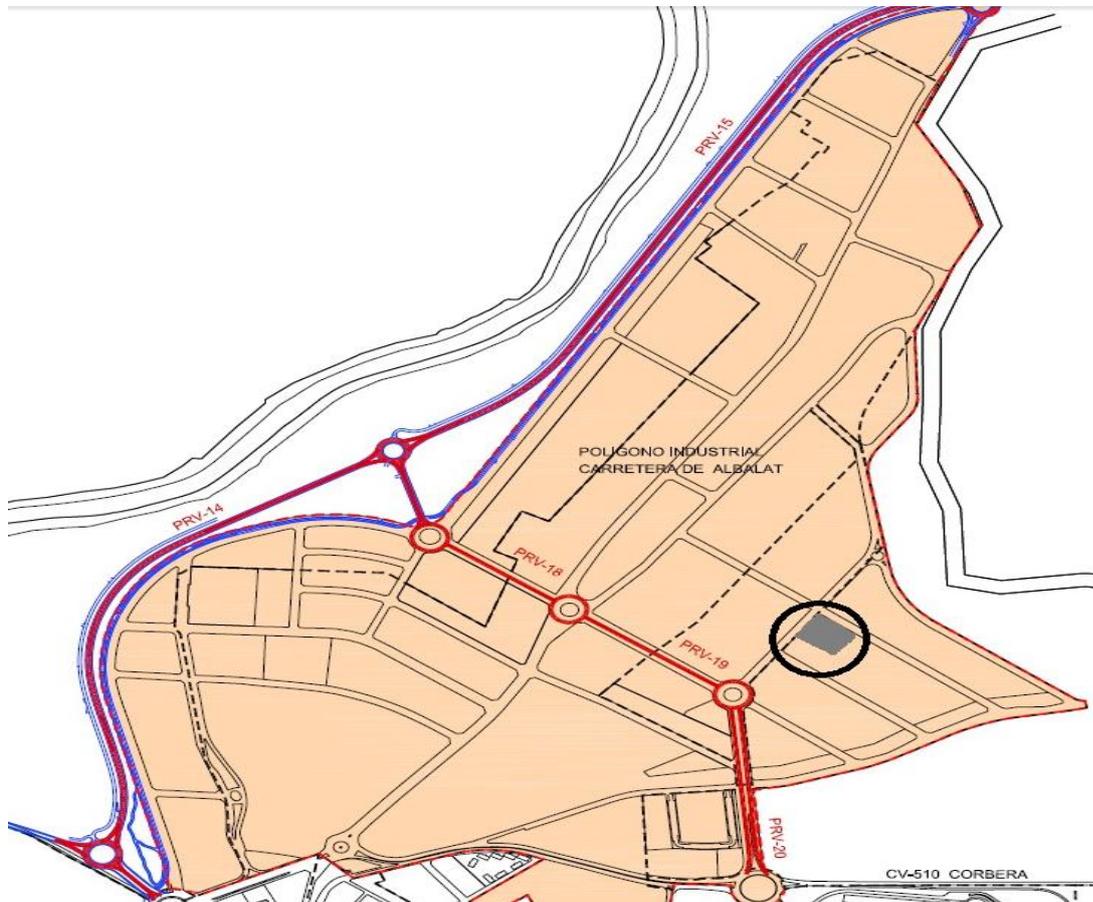
1. UBICACIÓN DE LA PARCELA

La parcela donde se va a ubicar la nave industrial se sitúa en el Polígono Industrial Carretera d'Albalat, en el término municipal de Alzira (Valencia).



Está considerada como suelo urbanizable (SU) por el Plan especial de reforma interior.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón



La parcela se encuentra en la intersección entre la Avenida del Dret de reunió y Av del Dret de manifestació.

2. SUPERFICIE DE LA PARCELA

El área de la parcela a estudiar es de $4278,8 \text{ m}^2$. En el Plan especial de Reforma Interior (PERI) de la localidad de Alzira, se establece en el Art. 4.3 “Condiciones de volumen y forma de los edificios”, que la edificabilidad máxima será de $0,73 \text{ m}^2 \text{ techo/m}^2$ suelo de parcela neta. Para esta nave utilizaremos un coeficiente de edificabilidad de $0,61 \text{ m}^2 \text{ techo/m}^2$, teniendo así una superficie útil de 2610 m^2 . Por los diferentes condicionantes y para cumplir con las plazas mínimas de aparcamiento, la nave industrial tendrá 60 m de largo (pórtico hastial) y 43,50 m de ancho.

3. DOTACIÓN DE APARCAMIENTOS

Según el Art. 7.6.” Dotación de Aparcamientos en uso industrial o almacén”, en los locales de superficie superior a 200 m^2 , se dispondrá, como mínimo, una plaza de aparcamiento de automóvil por cada 100 m^2 o fracción superior a 50 m^2 . Se dispondrá un número de plazas de $2613/100=26,13$. Por tanto, habrá 28 plazas de aparcamiento. Se dispondrán 28 plazas de aparcamiento para que ambas naves, en caso de venderse por separado, tengan las mismas plazas de aparcamiento.

El Art. 4.24. “Aparcamiento en los espacios libres”, indica que no se puede utilizar como aparcamiento libre sobre el suelo de los espacios libres privados de parcela, más superficie que la correspondiente al 50% de la porción de parcela destinada a aquellos. Las plazas de aparcamiento tendrán un área de $12,5 \text{ m}^2$, 5 metros de longitud y 2,5 metros de anchura, como hay 28 plazas de aparcamiento, el área total ocupada será igual a 350 m^2 . Como superficie libre se tendrá $4278,8 - 2613 =$

1665,8m²/libres. Se comprueba que el 50% de 1665,8 m²/libres es superior a 350 m² de aparcamiento.

4. USO DE LA PARCELA

4.1 División interior

Observando el tipo de empresas que se encuentran en la zona, se aprecia que son negocios con naves industriales pequeñas o medianas, es por esto que se da la posibilidad de dividir la nave en dos partes iguales, obteniendo de este modo dos naves independientes más pequeñas, que se adaptarán mejor a la demanda de la zona. Esto no implica que la nave industrial no pueda venderse como una gran nave única.

4.2 Ubicación dentro del solar

Una vez cumplidos los requerimientos urbanísticos, el primer problema que se nos plantea es como ubicar la nave dentro del solar, de tal modo que exista una buena comunicación con los viales, que cada una de las naves tenga sus plazas de aparcamiento mínimas y que tengan una buena iluminación natural. Es por esto que se decide proyectar la nave a 9,4 m del vial norte (Av. del Dret de Manifestació), 6,4 m del vial este (Av. del Dret de Reunió), 2 m del solar colindante en el oeste y a 9 del solar colindante al sur.

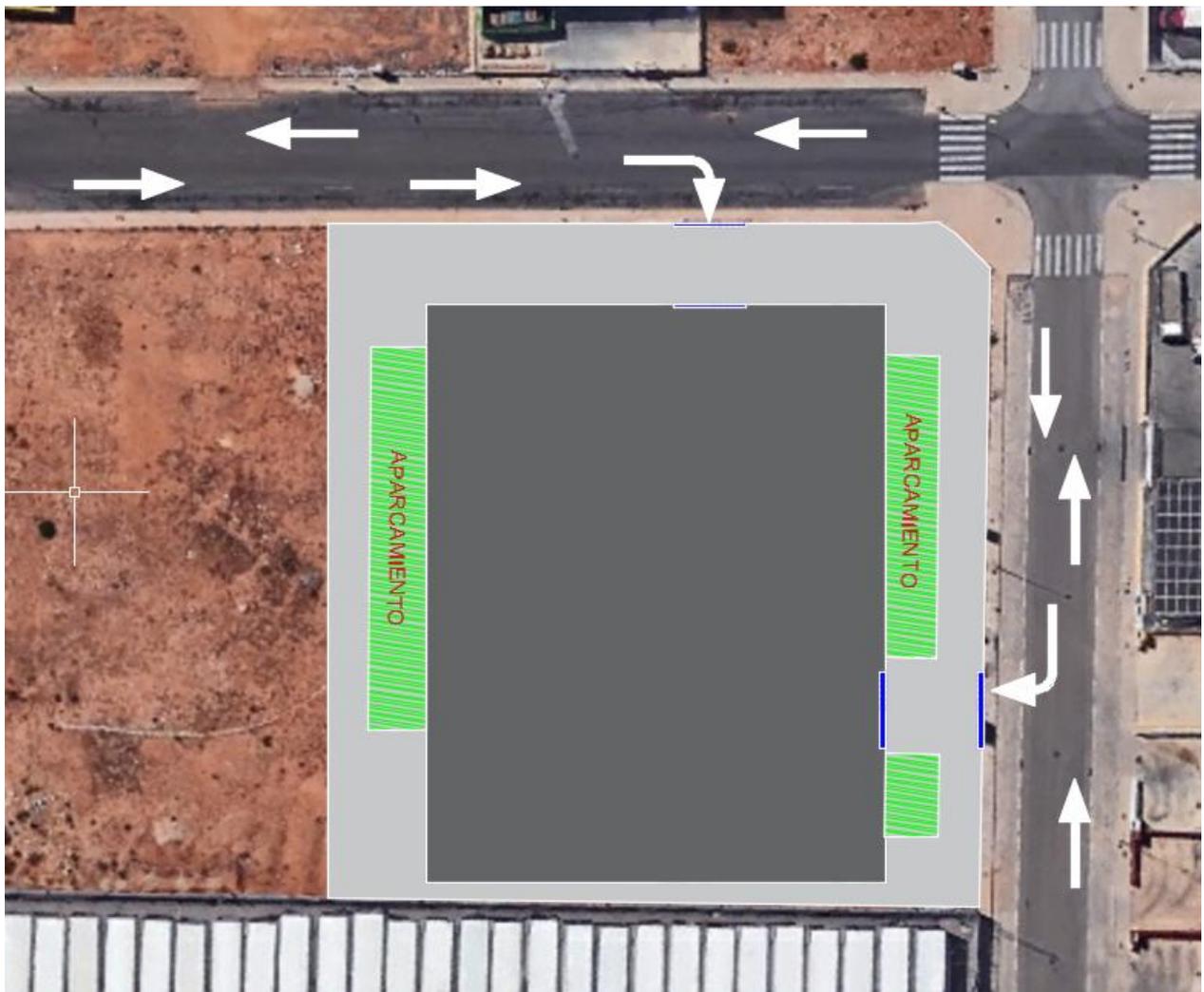
Con esta disposición de la nave, se consigue el máximo aprovechamiento tanto del solar como de la luz natural.

Dada la orientación de la nave, lo más lógico sería ubicar las ventanas en la parte sur (zona que linda con la propiedad colindante), de este modo se

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón

podría aprovechar mejor la luz natural. En este caso el Plan General de Ordenación Urbana obliga en el art. 5.43 “ Condiciones de volumen y forma de edificios” a retranquear tres metros medidos en la perpendicular del linde. Se cumple lo establecido en este artículo ya que hay 10 metros hasta la perpendicular del linde.

Es por todo esto por lo que se decide colocar ventanas en la parte norte, oeste y sur de la nave, disponiendo en cubierta de lucernarios para favorecer la entrada de luz natural.



5. FORMA DE LA NAVE

Siguiendo lo dispuesto en el Plan Especial de Reforma Interior (PERI) en el art. 4.2 “Condiciones de parcela” y el art. 4.3 “ Condiciones de volumen y forma de los edificios”, la altura mínima de fachada será de 10 metros y siendo la altura máxima de 12 metros. La nave a construir tendrá una altura de 11 metros.

En el artículo 4.4 “ Condiciones estéticas de la edificación” nos indican que los espacios libres de edificación deberán tratarse en su conjunto de tal manera que las áreas que no queden pavimentadas se completen con elementos de jardinería y de mobiliario urbano. Siguiendo lo descrito anteriormente, se decide que los espacios libres estarán pavimentados.

ANEJO Nº 3

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

ANEJO 3
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Objeto del estudio	3
1.2	Información previa.....	3
1.2.1	Solar.....	3
1.2.2	Construcción proyectada	4
1.2.3	Geología local	4
1.2.4	Sismicidad zonal.....	4
2.	TRABAJOS REALIZADOS	6

1. INTRODUCCIÓN

Se dispone de un avance del estudio geotécnico.

1.1 Objeto del estudio

La finalidad del presente estudio es la caracterización geológica y geotécnica de la zona objeto del proyecto, analizando aquellos aspectos que inciden en la realización de las obras.

En principio, las incógnitas del problema geotécnico a resolver son las siguientes:

- Definición de la estratigrafía superficial
- Caracterización geomecánica de los niveles afectados
- Características hidrogeológicas
- Respuesta del terreno frente a las nuevas acciones propuestas en el Proyecto

1.2 Información previa

1.2.1 Solar

El solar es de forma rectangular con una superficie aproximada de 4300 m^2 . El solar se encuentra en una zona de uso terciario según el PGOU en el municipio valenciano de Alzira, denominada Polígono Industrial Carretera d'Albalat. El solar se encuentra a la misma altura que los viales que lo delimitan, siendo la altura de este en algunos puntos superior a la de los mismos, signo que indica que se ha realizado algún tipo de relleno.

1.2.2 Construcción proyectada

Se ha proyectado la construcción de una nave industrial en una planta, formada por una estructura porticada para soportar una cubierta.

El tipo de estructura proyectada se supone es porticada de hormigón armado o de acero, o prefabricada, con modulación entre apoyos variable, pudiendo sobrepasar los 7 metros de altura. Por el tipo de edificación resultante, según NTE-CEG, es el denominado por "N" a efectos de determinar el número y profundidad de los puntos a reconocer.

1.2.3 Geología local

Geográficamente la zona de estudio se localiza al sur de la provincia de Valencia, situada en la Hoja 770/29-30 (Alzira) del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, editado por el IGME.

La Hoja de Alzira se sitúa en el encuentro de las últimas directrices de la Rama Sur de la Cordillera Ibérica con el sistema Prebético. El Domo de Jaraco en la parte sudeste de la Hoja constituye el nudo de la articulación de ambas directrices. El borde sur de la Hoja corresponde a terrenos que pertenecen a unidades organizadas según directrices prebéticas.

Desde el punto de vista estratigráfico las series del Secundario de ambos sistemas tectónicos son idénticas en el entorno de la Hoja y corresponden globalmente a una sedimentación de tipo plataforma.

1.2.4 Sismicidad zonal

Según lo expuesto en la NCSE-02 se trata de una construcción de normal importancia, es decir, se incluye en aquellas cuya construcción por un terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la

colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

El valor de la aceleración sísmica básica que aparece publicado en el Anejo 1 de la norma mencionada anteriormente, Alzira (Valencia) tiene asignado un valor menor o igual a 0,07g, siendo g el valor de aceleración de la gravedad.

$$\frac{ab}{g} \geq 0,04$$

En el mismo, se añade que el valor del coeficiente de contribución que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremoto esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto, es k=1.

Para el cálculo del Coeficiente de amplificación del terreno y del Espectro Elástico de respuesta, se recomienda adoptar un terreno Tipo IV, según los suelos reconocidos bajo la cimentación.

La aplicación de la norma es aplicable en todas las construcciones excepto:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo a_c es igual o superior a 0,08g.

2. TRABAJOS REALIZADOS

En la investigación realizada para el proyecto construcción de una nave industrial en Alzira, se puede concluir:

1. Las prospecciones realizadas han puesto de manifiesto la presencia de un nivel superficial de rellenos de más de 1,0 m, seguido de un nivel de suelo edáfico hasta los 1,40-1,60 m de profundidad, materiales no aptos para el apoyo. Como sustrato, apto para el apoyo de la cimentación de la edificación proyectada, aparecen arcillas marrón oscuro de consistencia firme a muy firme, que pasan en profundidad a arcillas marrón claro con cantos y una consistencia similar.
2. Se detectó agua libre en el sondeo quedando el nivel freático estabilizado a una profundidad de 4,60 m, por lo que no es esperable que llegue a alcanzar a la cimentación proyectada. La permeabilidad de los materiales superficiales será media, con un valor estimado de la permeabilidad de $k=0,05$ cm/s, y la de los materiales arcillosos de apoyo es pequeña y se estima en $k= 5 \times 10^{-5}$ cm/s.
3. De acuerdo con los resultados obtenidos es posible utilizar una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas apoyando sobre el suelo natural no alterado de arcillas, que aparece directamente bajo los niveles de rellenos y suelo edafizado, cuya eliminación es obligada, debiendo ser superados por las excavaciones para el apoyo de la cimentación.
4. La tensión de trabajo o de servicio recomendada para una cimentación superficial mediante zapatas aisladas o corridas es de $1,50$ kp/cm², apoyando sobre las arcillas marrón oscuro de consistencia firme a muy firme. Para alcanzar este nivel será necesaria la excavación de pozos de cimentación, que convenientemente rellenos de hormigón ciclópeo o

de limpieza, transmitan las cargas al nivel de suelo natural recomendado para el apoyo encontrado a una profundidad de 1,40 m en la penetración PD-2 y a 1,60 m en el sondeo y en la penetración PD-1.

5. Los asentos totales serán admisibles e inferiores a los 1,50 cm recomendados para la cimentación mediante zapatas sobre terrenos cohesivos.

6. En los análisis químicos del contenido en sulfatos solubles efectuados anteriormente sobre muestra de los materiales aluviales del sustrato de Alzira, han ofrecido siempre valores de suelos no agresivos para el hormigón, por lo que, a falta de disponer del análisis encargado, no será necesario adoptar medidas específicas en la fabricación del hormigón en contacto con el suelo.

7. Los materiales objeto de la excavación serán fácilmente ripables en su totalidad con los medios convencionales.

8. En cuanto a las acciones sísmicas, en función de los tipos de terreno se puede adoptar un coeficiente C de terreno con un valor 1,6.

ANEJO Nº 4

ESTUDIO DE SOLUCIONES

**Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia):
Solución con estructura de hormigón**

ANEJO 4
ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNCIDE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. GEOMETRÍA	4
3. ESTRUCTURA.....	5
3.1. Materiales.....	5
3.2. Tipología	9
4. CERRAMIENTOS	14
4.1. Cubierta.....	14
4.2. Laterales	18
5. PAVIMENTOS	20

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se analizarán las diferentes alternativas planteadas para el diseño de la nave industrial, se mostrará el razonamiento seguido para decidir entre ellas, se evaluarán las distintas soluciones mediante un análisis multicriterio que servirá para obtener la solución óptima.

Para los distintos aspectos constructivos de la obra es importante contemplar los siguientes factores de decisión:

Seguridad: Es el factor de decisión más importante. El CTE define que el requisito básico de “Seguridad estructural” consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Economía: Se intentará reducir costes cuando sea posible, especialmente en elementos no vistos o secundarios. Sin que ello suponga merma de calidad en los materiales, que se adecuarán a la normativa vigente.

Funcionalidad: Este factor hace referencia a favorecer el uso de las instalaciones mediante una adecuada disposición de elementos, en función de la actividad que se prevé desarrollar en ellas.

Respeto al medio ambiente: Se intentará que los materiales utilizados y la ejecución de la obra no afecten negativamente sobre el entorno. El edificio se sitúa integrado en un entorno industrial, por lo que no supondrá en si mismo un impacto negativo respecto al conjunto del polígono industrial “Carretera Albalat”.

Proceso constructivo: El proceso elegido puede hacer variar de forma importante los tiempos de ejecución de la obra; la utilización de materiales prefabricados, cuando sea posible, disminuye los tiempos de ejecución al disminuir la cantidad de mano de obra empleada.

2. GEOMETRÍA

Para la ubicación de la nave se han tenido en cuenta las normas del PGOU de Alzira, así como las del Plan Especial de Reforma Interior (PERI) del polígono industrial “Carretera Albalat”, cumpliendo las limitaciones respecto a separaciones a lindes, ocupación y edificabilidad que estas normas imponen.

La parcela donde se ubicara la nave industrial tiene una superficie de $4278,8 \text{ m}^2$, con todo el perímetro que delimita la parcela pavimentado (aceras). Sobre la parcela no existe ninguna edificación, ni existen obstáculos naturales o artificiales, por lo que la ubicación y dimensiones de la futura nave no se ve condicionada. Al sur-oeste de la parcela se encuentra otra de dimensiones similares, Parcela 03, sobre la que no se prevé actuación.

Según las normas del PERI del polígono industrial “Carretera Albalat” se permite un índice de ocupación de parcela de $0,73 \text{ m}^2 \text{ techo/m}^2$. Puesto que la parcela de actuación tiene un total de $4278,8 \text{ m}^2$, se podrán edificar un total de $3123,5 \text{ m}^2$, aunque se utilizará un coeficiente más bajo del permitido por la normativa, $0,62 \text{ m}^2 \text{ techo/m}^2$, pudiendo así cumplir con las exigencias de aparcamiento y las delimitaciones establecidas en la normativa respectivas al linde con otras parcelas. .

La nave industrial proyectada tendrá unas dimensiones de 60 m de longitud y 43,5 m de ancho, lo que representa una superficie de 2610 m^2 .

La ubicación de la nave se encuentra condicionada por la existencia de una construcción al sur-este, Parcela 05, por lo que se dejan 2,30 m con respecto al linde de la parcela. Con respecto a la Parcela 03 se dejan 9 metros respecto del linde.

Para la ubicación de la nave se ha tenido en cuenta la necesidad de establecer una zona de aparcamiento: se ejecutarán 28 plazas de aparcamiento. Lo que cumple con el mínimo de 1 plaza por cada 100 m^2 de superficie en planta edificada. Se dispondrán 14 plazas en la parte frontal de la nave (pórtico hastial), repartidas en dos superficies de 11 y 3

plazas cada una y 14 plazas en la parte trasera de la nave, pórtico hastial trasero.

Por ubicación y configuración la nave queda caracterizada como un establecimiento tipo B: “TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.”, según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. La nave está situada a una distancia menor de 3 metros del edificio más próximo de otro establecimiento. En la Parcela 5 se observa un aparcamiento de vehículos pesados, remolques de camiones de mercancías.

3. ESTRUCTURA

3.1. Materiales

En los edificios con grandes separaciones entre pilares es siempre un aspecto decisivo el peso propio de la estructura, especialmente cuando la sobrecarga es reducida, que es lo que suele ocurrir en las cubiertas. Las naves industriales están en ese caso. A partir de unos 20 metros de luz entran en competencia los sistemas de construcción prefabricada de hormigón y de acero; para valores de 30 metros en adelante la balanza se suele inclinar a favor de la construcción en acero. Aunque en el caso objeto de estudio tenemos unas luces máximas de 30 metros se ha tomado la decisión de emplear hormigón prefabricado.

Teniendo presente las propiedades de los materiales estructurales y sus sistemas constructivos descritos, se estudiara el que se adapta mejor a las necesidades de la obra proyectada mediante la técnica del valor medio ponderado.

Para utilizar este método es necesario:

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón

- Definir los factores a tener en cuenta: que vendrán determinados según las características propias de los dos materiales estructurales descritos y de las ventajas e inconvenientes de sus sistemas constructivos.
- Hay que tener en cuenta que en el factor “coste” se engloba todo lo referente al coste económico de la obra y no solo al precio propio del material, por lo que se considera necesario realizar también para este factor el método del valor medio ponderado y así definirlo correctamente.
- Establecer una escala de medida: se utilizaran valores entre 1 y 10.
- Evaluar cada uno de los factores para cada sistema constructivo
- Asignar a cada uno de los valores un peso relativo teniendo en cuenta las necesidades estructurales.

Como ya se ha mencionado, primero se definirá el factor “coste” de cada uno de los sistemas estructurales estudiados mediante la técnica del valor medio ponderado. En este caso, un mayor valor en los factores indica un coste más reducido y viceversa.

FACTORES	PESO RELATIVO (%)	HORMIGÓN “IN SITU”	HORMIGÓN PREFABRICADO	ACERO
Material	20	9	6	8
Mantenimiento	10	8	9	7
Mano de obra especializada	15	7	9	7
Transporte/Montaje	15	9	6	8
Cimentaciones	10	7	7	9
Reutilización del material	20	4	9	7
Rapidez de ejecución	10	6	9	9
TOTAL		7,1	7,75	7,75

Se procederá la de misma forma para la elección del sistema constructivo.

FACTORES	PESO RELATIVO (%)	HORMIGÓN "IN SITU"	HORMIGÓN PREFABRICADO	ACERO
Coste	15	7,1	7,75	7,75
Flexibilidad del proyecto	5	9	6	8
Calidad/Control	10	6	8	8
Rapidez de ejecución	5	6	7	8
Aislamiento	10	7	8	7
Versatilidad acabados	5	9	6	7
Resistencia al fuego	10	8	8	6
Durabilidad	10	8	8	7
Seguridad estructural	20	6	9	8
Resistencia estructural	10	6	7	9
TOTAL		6,96	7,81	7,76

El hormigón prefabricado como sistema constructivo resulta ser la mejor elección. Se describen a continuación las ventajas que proporciona el hormigón prefabricado en las fases de proyecto, fabricación y montaje.

Las ventajas del uso de hormigón prefabricado resultan más o menos decisivas y relevantes dependiendo del caso particular de cada nave y deben ser analizadas y ponderadas de una forma conjunta.

No pueden darse reglas fijas o recomendaciones de validez general ya que tanto la facilidad de suministro, los precios e incluso la posición de las normas son variables a lo largo del tiempo.

La principal ventaja del hormigón prefabricado es su fácil puesta en obra, colocando las piezas como en un puzle. En naves con prefabricados de hormigón se utilizan los hormigones de HA-25 normalmente aunque podremos aumentar las resistencias en función de las solicitudes.

El hormigón tiene una relación resistencia/peso, inferior al acero, con lo cual se necesitarán pilares más grandes de hormigón que los que necesitaríamos de acero.

Pero el hormigón en otros aspectos es mucho más conveniente para la nave objeto de estudio.

La ventaja que tiene el acero, basada en su alta relación resistencia/peso, es que hace que las naves de acero sean adecuadas para grandes luces, terrenos con débil capacidad portante, emplazamientos con acciones climáticas o sísmicas elevadas y cuando hay puentes grúa, como en este caso tenemos unas luces de 30 de metros, vamos a optar por el prefabricado de hormigón, además de por la baja sismicidad en dicha zona $<0,04g$.

La ductilidad que nos podría ofrecer el acero respecto al hormigón no nos va a suponer un problema por lo expuesto anteriormente, es decir, no estamos en una zona con gran sismicidad y las acciones a las que pueda ser expuesta la nave podrán ser perfectamente resistidas por el hormigón prefabricado.

No menos importante es la rigidez. Si bien el módulo de elasticidad del acero es de 6 a 10 veces el del hormigón, las dimensiones de sus secciones habituales hacen que muchas veces la flecha admisible sea la determinante del diseño en aceros, sobretodo en forjados de luces medias.

En naves de hormigón prefabricado las flechas no suelen suponer un problema, el cual si lo encontramos en naves de acero.

En cuanto al comportamiento estructural, el hormigón actúa de forma muy distinta a tracción que a compresión, es decir, el diagrama tensión deformación, es diferente para la tracción y la compresión. Éste trabaja mucho peor a tracción, por ello vamos a intentar que todas las piezas estén bien armadas en las zonas de tracción, evitando que el hormigón fisure, así como tratando que la máxima sección de las vigas esté a compresión.

Las naves de estructura de acero comparten con las de hormigón la ventaja de la prefabricación.

Otra ventaja de las naves de acero y hormigón reside en el hecho de que su material de cobertura y su entramado estructural se comportan muy bien frente a asientos diferenciales.

La fabricación de la estructura, al igual que la de las naves prefabricadas de hormigón, se lleva a cabo en taller.

En cuanto al grado de control de producción e inspección el nivel es idéntico, se puede y se debe asegurar la calidad de todo componente antes de su traslado a obra.

El montaje y acopio de elementos más ligeros suele resultar más fácil y además tenemos la posibilidad de introducir cambios sobre la marcha, ya sea para adoptar modificaciones o bien para corregir eventuales errores.

Además de todo esto la seguridad frente a incendio de una nave de hormigón es muy superior respecto a una de acero, de hecho la normativa de una nave de acero para protegerla contra un incendio es mucho más extensa, ya que los pilares se vuelven muy dúctiles con el calor produciéndose el colapso, más fácilmente que con el hormigón.

3.2. Tipología

En este apartado se pretende determinar el tipo de pórtico más adecuado una vez elegida la ejecución de una estructura de hormigón prefabricado.

Dadas las dimensiones de la parcela y teniendo en cuenta que se intentara aprovechar el máximo de metros disponibles que nos permite la normativa urbanística expuesta anteriormente, se proyectara una nave con unas dimensiones de 60 x 43,50 m.

El criterio fundamental a la hora de elegir la tipología estructural adecuada del pórtico principal es la luz entre pilares de la nave. Cada tipología presenta su óptimo para un rango de luces determinado.

Otro criterio a tener en cuenta es el nivel de esfuerzos transmitidos desde la estructura a la cimentación que condicionará el tipo de enlace entre pilares y cimentación.

Se tienen diferentes soluciones constructivas:

1) Nave a dos aguas con vigas delta (Estructura de hormigón prefabricado)

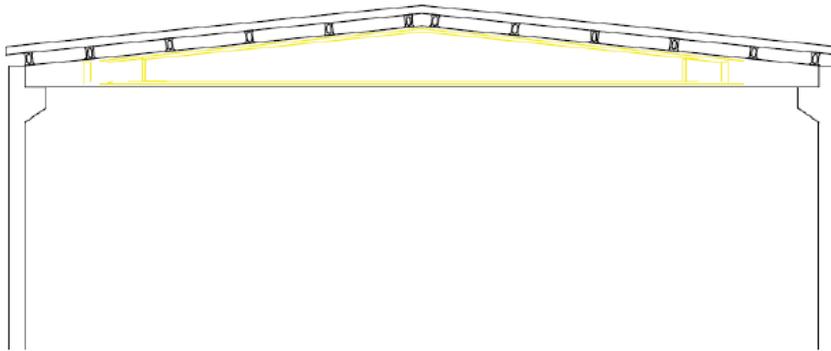
Esta opción nos da una estructura bastante típica de la nave, la cual teniendo una cubierta a dos aguas nos da la opción de situar placas solares cómodamente, lo cual está bastante bien para cumplir propósitos en cuanto a generación de energía “verde”.

La estructura está formada por pilares y vigas delta, las cuales nos dan grandes luces y permite obtener una nave sin obstáculos en el interior y con el máximo espacio aprovechable así como, en un futuro nos permitirá poder subdividir la nave si lo precisamos. Podremos situar placas alveolares o cualquier otro tipo de placas, que vayan de pilar a pilar.

Entre pilar y pilar, como es observable en la vista frontal de la nave, tendremos situada unas vigas, que en concreto serán unas vigas canal que recojan las aguas pluviales.

Éstas estarán ubicadas en los laterales y en el centro de la nave.

Por otra parte, las vigas delta son fáciles de encontrar y nos las podría suministrar cualquier prefabricador sin problema alguno. La cubierta estará formada por correas que vayan perpendicularmente de viga delta a viga delta, sujetas a las mismas. La cubierta a emplear estaría formada por paneles sándwich probablemente, (posteriormente veremos si éstos serían los seleccionados) lo cual nos permitiría dejar unas claraboyas para permitir el paso de la luz a través de las mismas.



Vista frontal

Respecto a la caracterización de la estructura, será una nave bastante común sin grandes ostentaciones, simple y limpia, con cerramientos que llegarán a la altura de 11 m (por encima de la cota superior de la cubierta) lo cual nos dará una sensación exterior de la nave, de geometría simple. Objetivo el cual pretendemos conseguir en el presente proyecto.

Los puntos positivos que podremos extraer de esta tipología por lo tanto serán los siguientes:

- Construcción simple.
- Cabe la posibilidad de situar una cubierta con ajardinamiento.
- Se dispondrá de 5 pilares con una separación de 7,30 m, menos en el último, donde la separación será de 7 m. Se podrá estudiar si las correas permiten mayor separación entre pilares.

Los puntos negativos de dicha edificación serán los que se exponen a continuación:

- Sería conveniente buscar vigas piñón en lugar de vigas delta.
- Necesidad de estudiar la inclinación de las cubiertas para conocer si es posible la instalación de paneles solares.
- Pérdida de altura de la nave debido a tener una cubierta con pendiente a dos aguas en lugar de una nave con cubierta plana.
- Nave muy trivial.

2) Nave con cubierta curva, y jácenas Tecsyton (Estructura hormigón prefabricado).

Este tipo de nave se caracteriza por tener paneles curvos en la cubierta, los cuales estarán ubicados cada máximo 6-8 metros por limitación de resistencia de los mismos.

Dispondremos de pilares arriostrados a media altura por vigas ancladas en los mismos. La cubierta estará sustentada por medio de vigas Tecsyton (también ancladas) en toda la cubierta excepto en los extremos en los cuales situaremos vigas Canal. Éstas actuarán como canalón de pluviales, evacuando el agua.

Esta tipología nos dará ciertas ventajas respecto a la anterior en cuanto a posibilidades, ya que al tener más pilares podremos subdividir la nave prácticamente como queramos.

La cubierta curva nos dará una estética interior que la anterior nave no nos proporcionaba. Además también será fácil la colocación de paneles solares, pues los prefabricadores de este tipo de cubiertas nos dan buenas soluciones en este tema.

La estética exterior será semejante a la nave de cubierta a dos aguas, puesto que situaremos cerramientos hasta la altura de cumbre.

Los puntos positivos que se pueden extraer serán los siguientes:

- Gran cantidad de luz que entra directamente por el techo gracias a situar paneles transparentes ó translucidos que nos ofrece el prefabricador.
- Obtención de grandes luces entre pilares gracias a las vigas Tecsyton.
- No tenemos necesidad de colocar canalones, ya que las mismas vigas recogen el agua y la lleva hasta las bajantes.
- Posibilidad de dividir fácilmente la nave tras su construcción.

- Podemos obtener una nave más alta que con otras soluciones, ya que este tipo de cubierta nos permite no perder mucho espacio hasta la altura tope marcada por la reglamentación del polígono.

Los puntos negativos son los expuestos a continuación:

- 8 metros es el máximo de ancho entre cubiertas
- Más complicada la situación de placas solares.

3) Nave de estructura metálica

La tercera tipología de nave que vamos a plantearnos es la de una nave con estructura metálica, esta nave al igual que la primera está realizada con pórticos formados por perfiles IPE.

Este tipo de estructura tendrá cinco pórticos centrales, uno posterior y otro frontal. La versatilidad de las estructuras es una característica a favor, pudiendo realizar cambios en la estructura.

La cubierta estará formada por unas vigas IPE soldadas en la cumbrera y los apoyos que servirá para sostener la cubierta.

En este caso será necesario disponer de canalones para desaguar las pluviales.

Los puntos positivos de esta tipología serán:

- Fácil transporte y montaje.
- Versatilidad respecto a la modificación de la estructura.
- Podremos dividirla en tres naves sin ningún problema.

Los puntos negativos serán los siguientes:

- Problemas en lo referente a la seguridad frente a incendios.
- Las naves metálicas como norma general son más caras que las de hormigón, incluso hormigón prefabricado.
- Necesidad de material de soldado y personal especializado.
- Problemas con la conducción eléctrica por ser estructura metálica.

Para esta nave se ha elegido la opción 1 “Nave a dos aguas con vigas Delta”. Se decide por esta opción por su facilidad constructiva y por las grandes luces que hay que salvar, permitiendo así crear amplios espacios en el interior de la nave.

4. CERRAMIENTOS

4.1. Cubierta

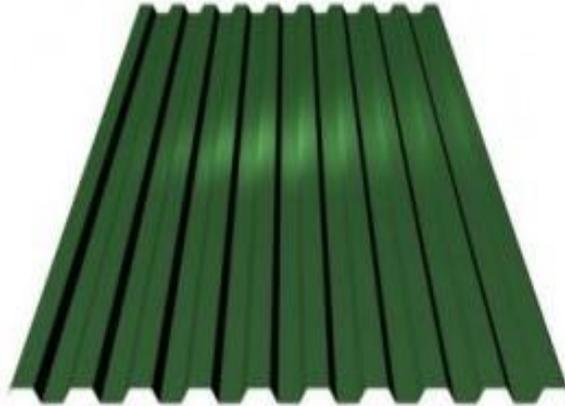
Hoy en día existen en el mercado numerosos materiales que poseen en mayor o menor medida las características exigibles al material de cubierta, siendo necesario, a veces, disponer de más de uno para lograr las prestaciones deseadas.

Así pueden encontrarse opciones para cada requisito:

- Impermeabilidad.
- Aislamiento térmico: será necesario añadir un material con adecuadas características de aislamiento térmico, cubierta con aislamiento visto, o bien recurrir a una solución de panel sandwich o cubierta Deck.
- Iluminación natural: Existen piezas especiales translucidas que permiten aprovechar la luz natural. Tienen el mismo perfil que las chapas metálicas, pero están fabricadas con resinas sintéticas reforzadas.
- Acondicionamiento acústico: existen paneles metálicos perforados con propiedades fonoabsorbentes, para mejorar las condiciones acústicas en el interior de la nave.
- Durabilidad: Los acabados de las chapas son los que garantizan los requisitos de durabilidad. Las chapas se suelen comercializar en dos acabados: galvanizado y prelacado.

Se tienen en cuenta tres posibles tipos de cubierta:

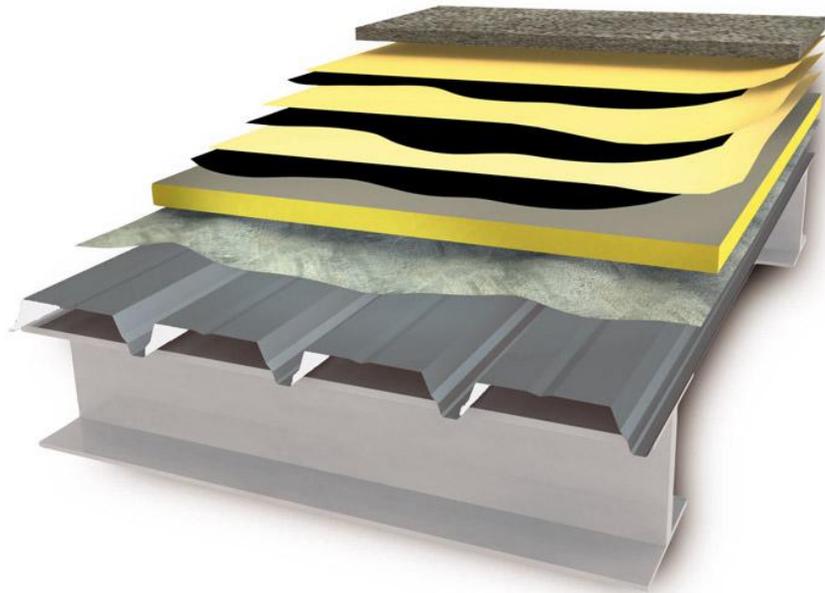
1) Chapa simple perfilada:



2) Panel tipo Sandwich



3) Tipo Deck



La cubierta de chapa simple es la forma más sencilla de cubierta. Los paneles se apoyan directamente sobre las correas de la cubierta y se fijan con tornillos y arandelas de estanqueidad. Esta solución suele utilizarse en edificaciones en las que no existan exigencias de aislamiento acústico o térmico.

La cubierta con aislamiento visto consiste en añadir en la cara inferior de una cubierta simple un aislamiento térmico tipo, rígido o semirrígido, en función del sistema de sujeción empleado, acabado en su cara vista con una protección decorativa.

La cubierta tipo sándwich supone una solución más compleja que las anteriores y presenta prestaciones más elevadas. Está constituida por un perfil interior, un aislamiento y un perfil exterior. Existen dos versiones: las ejecutadas “in situ” y las que emplean paneles sándwich prefabricados.

La cubierta sándwich ejecutada “in situ” consiste en disponer el perfil interior apoyado sobre las correas con las juntas longitudinales en el

sentido de las aguas. Sobre el perfil se coloca un aislamiento semirrígido de fibra de vidrio o lana de roca.

Finalmente se añade la chapa exterior sobre una perfilería adicional fijada a la chapa inferior.

La cubierta de paneles sándwich prefabricados son paneles prefabricados constituidos por dos chapas perfiladas de acero galvanizado o prelacado (a veces de aluminio, cobre o acero inoxidable) con un espesor de 0,5 a 1 mm, y un aislamiento térmico entre ambas chapas, normalmente de espuma de poliuretano expandido o poliestireno también expandido, cuyo espesor es función de la capacidad aislante requerida y oscila entre 30 a 100 mm.

Forman un conjunto solidario con las consiguientes ventajas de una mayor eficacia a flexión y un rápido montaje. Su peso varía entre 0,10 y 0,15 kN/m² y salvan vanos de 2 a 5 metros.

Con el fin de mejorar las condiciones acústicas del interior se han desarrollado las cubiertas sándwich fonoabsorbentes, consistentes en una solución de sándwich ejecutado "in situ" con la particularidad de que la chapa interior esta perforada. Las sondas acústicas pierden energía al entrar en los agujeros e incidir sobre un aislante de fibra de vidrio que en algunos casos deja también una cámara de aire. De esta forma se consiguen reducciones del nivel sonoro del orden de 8 dB y disminuciones muy importantes del tiempo de reverberación.

Las cubiertas Deck están formadas por un soporte base (perfil metálico), un aislamiento rígido y un sistema de impermeabilización. Estas cubiertas permiten la impermeabilización total sin existencia de juntas y eliminan los puentes térmicos. La cubierta Deck puede disponerse hasta con una pendiente del 16%.

Teniendo presente las propiedades de los materiales de cubierta descritos, se buscara la solución que se adapte mejor a las necesidades de la obra proyectada mediante la técnica del valor medio ponderado.

Para utilizar este método es necesario:

- Definir los factores a tener en cuenta: Estos vendrán determinados según las características propias de los materiales de cubierta.
- Establecer una escala de medida: Se asignaran valores entre 1 y 10, un mayor valor indica una mejor respuesta al factor estudiado en cada caso (o menor coste) y viceversa.
- Evaluar cada uno de los factores por cada material de cubierta.
- Asignar un cada uno de los factores un peso relativo teniendo en cuenta las necesidades.

Factores	Peso relativo (%)	Chapa simple	Sándwich	Deck
Peso propio	25	10	9	9
Durabilidad	15	7	8	8
Resistencia al fuego	10	5	5	5
Aislamiento	15	4	9	9
Rapidez de ejecución	10	9	9	8
Calidad/Control	10	7	8	8
Coste	15	9	8	7
TOTAL		7,59	8,22	7,76

Como ya se ha visto la cubierta con chapa perfilada no proporciona un aislamiento térmico y acústico suficiente, mientras que la cubierta tipo Deck no admite pendientes superiores al 16%, por lo que se seleccionó un panel sándwich *in situ*.

4.2. Laterales

En cuanto a los acabados exteriores el principal criterio de diseño es el económico y el práctico. Para ello, podríamos tener diferentes opciones de cerramientos laterales:

- Cerramiento de panel sándwich.

- Cerramiento de fabrica de ladrillo o de de bloque de hormigón.
- Cerramiento de panel prefabricado de hormigón.

Existe una gran variedad de paneles de prefabricados de hormigón para la construcción de fachadas. Los paneles alveolados constituyen el tipo más básico y se caracterizan por contener agujeros en la sección transversal con el fin de aligerar el peso propio. El acabado de la fachada suele realizarse con la aplicación de un mortero especial sobre la cara vista. Aportan un buen aislamiento acústico y algunos fabricantes incorporan una capa de aislante térmico en una cara.

Los paneles sándwich consisten en dos capas de hormigón que encierran un alma de un material aislante. Ambas capas quedan conectadas entre si en los bordes y en algunos nervios intermedios que hacen de rigidizadores.

Los paneles de hormigón nervado se caracterizan por incorporar en sus extremos nervaduras longitudinales de refuerzo, lo que permite reducir el espesor a 7 o 12 cm.

En algunos casos se incorpora un alma de aislante térmico, formando un sándwich.

Los bloques de hormigón son piezas prefabricadas a base de cemento, agua y áridos, de forma octaédrica. No tienen armadura y su densidad depende del tipo de hormigón.

La colocación se realiza manualmente y se asegura su estabilidad colocando grapas metálicas en las hiladas que se fijan a los pilares. Las ventajas de la utilización de los bloques de hormigón pueden resumirse en una fácil adaptación a formas irregulares en planta, con transporte y colocación sencillos, fácil combinación con otros materiales de cerramiento (paneles, carpintería), diversidad de colores y diseños.

La solución de panel prefabricado destaca por su facilidad de montaje, su rapidez de ejecución y su fácil mantenimiento. Además de dotar al edificio de un adecuado aislamiento con un bajo coste. La ejecución de puertas y

ventanas no implicará acciones complementarias tipo refuerzos, subestructuras etc. para su montaje. Únicamente se debe tener un correcto planteamiento inicial para poder aplicar esta solución, teniendo en cuenta todos los huecos necesarios para que ya vengan ejecutados de fábrica. En el montaje se deberán controlar aspectos como el sellado de paneles, su correcta planeidad, su aspecto y la posible presencia de fisuras.

Factores	Peso relativo (%)	Prefabricado de hormigón	Panel Sándwich	De fábrica
Peso propio	25	9	9	7
Durabilidad	15	8	7	8
Resistencia al fuego	10	7	5	8
Aislamiento	15	8	9	9
Rapidez de ejecución	10	9	9	6
Calidad/Control	10	8	8	7
Coste	15	9	9	8
TOTAL		8,4	8,2	7,6

Se elige la solución de panel prefabricado de hormigón, aligerados con una capa interior de Porexpan. Se considera una buena solución, por ser una solución de fácil montaje y por tener un buen aislamiento tanto acústico como térmico.

5. PAVIMENTOS

En el interior de la nave se realizara un pavimento rígido formado por una capa de 20 cm de hormigón HA-25 con un mallazo 150 x 150 x 10 sobre una capa de 25 cm de zahorra artificial, obteniéndose de este modo una buena resistencia para soportar el paso de vehículos.

Las ventajas que se obtienen por realizar este tipo de soleras son las derivadas de que el pavimento pueda colocarse con muy pocas juntas, disminuyendo por tanto el efecto provocado por el aumento de las tensiones originadas por cargas de borde y de esquina, lo que simplifica el

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón

diseño estructural y permite la disminución del espesor de la losa. El mantenimiento a largo plazo es generalmente menos costoso que en el caso de un pavimento con juntas.

ANEJO Nº 5

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

ANEJO 5
CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. BASES DE PROYECTO.....	5
2.1. Normativa.....	5
2.2. Bases de cálculo.....	6
2.2.1. Verificaciones en estructuras de hormigón y estructuras metálicas	7
2.2.2. Verificaciones en estructuras de cimentación.....	10
2.3. Acciones	11
2.3.1. Acciones permanentes	12
2.3.2. Acciones variables	22
2.3.3. Acciones accidentales.....	34
2.4. Materiales	35
3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	35
3.1. Idealización de la estructura	36
3.2. Análisis global	37
3.2.1. Métodos de análisis.....	37
3.2.2. Análisis global elástico	37
	2

3.3. Método de análisis de la estabilidad global estructural	38
3.3.1. Principios básicos.....	38
3.3.2. Análisis elástico de estructuras traslacionales	38
3.4. Estructura modelizada.....	39
4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	39
4.1 Soportes y vigas	39
5. CIMENTACIONES	43
5.1. Listado de elementos de cimentación	44
5.1.1. Descripción	44
5.1.2. Medición.....	45
5.1.3. Comprobación	46
5.2. Listado de vigas de atado.....	51
5.2.1. Descripción	51
5.2.2. Medición.....	52
5.2.3. Comprobación	53

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del siguiente anejo es la definición, justificación y cálculo de las estructuras diseñadas en el “Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón. Solución con estructura metálica.”, concretando:

- La justificación de la evaluación y comprobación de:
- La resistencia mecánica.
- La deformabilidad.
- La durabilidad de la obra en el período previsto.
- La estabilidad de todos los elementos estructurales y del conjunto.
- La utilización de la obra en condiciones de seguridad por los usuarios.
- La optimización de los costes, incluso los de explotación y conservación.

La estructura, de hormigón prefabricado, consiste en una nave de 60 x 44 m conformando un espacio único de 2640 m², cuya parcela es de 4278,8 m².

El Código Técnico de Edificación (CTE), es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón y metálicas para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del

medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

Las exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón prefabricado y las estructuras metálicas, así como en su posterior mantenimiento.

Esta Instrucción supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su ámbito de aplicación son llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, se da por hecho que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido concebidas y serán adecuadamente mantenidas durante su vida de servicio.

2. BASES DE PROYECTO

2.1. Normativa

Para el cálculo de las estructuras han sido de aplicación las siguientes normas:

- CTE Código Técnico de la Edificación, Ministerio de la Vivienda. 2006:
- Documento Básico Seguridad Estructural: Bases de Cálculo
- Documento Básico Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación
- Documento Básico Seguridad estructural: Cimientos
- Documento Básico Seguridad en caso de Incendio

- EAE. Instrucción de Acero Estructural.
- Eurocódigo 3
- NCSE Norma de construcción sismorresistente
- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

2.2. Bases de cálculo

La seguridad de una estructura frente a un riesgo puede ser expresada en términos de la probabilidad de fallo, caracterizada por un valor del índice de fiabilidad.

Para asegurar la fiabilidad requerida se adopta el método de los estados límite. Este método permite tener en cuenta de manera sencilla el carácter aleatorio de las variables de sollicitación y de respuesta estructural que intervienen en el cálculo.

El valor de cálculo de una variable se obtiene a partir de su principal valor representativo, ponderándolo mediante su correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

Los coeficientes parciales para las acciones y para la resistencia no tienen en cuenta la influencia de posibles errores humanos. Estos fallos deben ser evitados mediante mecanismos adecuados de control de calidad que deberán abarcar todas las actividades relacionadas con el proyecto, la ejecución, el uso y el mantenimiento de una estructura.

Se definen como estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

2.2.1. Verificaciones en estructuras de hormigón y estructuras metálicas

En el caso de estructuras de hormigón, los estados límite considerados serían los siguientes:

Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;

fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.

Pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las

consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido.

Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

Las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;

Las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;

los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

2.2.1.1. Estados límite últimos

Para la verificación de la capacidad portante se consideran los Estados Límite Últimos de estabilidad y resistencia, de acuerdo al apartado 4.2 del DB-SE.

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en dicho apartado 4.2.

Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:

Para el hormigón y acero corrugado según la normativa (EHE-08)

Situación de proyecto	Hormigón Ys	Acero pasivo y activo
Persistente o Transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

2.2.1.2. Estados Límite de Servicio

Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo al DB-SE apartado 4.3.

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la cubierta es suficientemente rígida, si, para cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que $1/300$.

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de una cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que $1/300$.

Las combinaciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

2.2.2. Verificaciones en estructuras de cimentación

El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, entre estados límite últimos y estados límite de servicio.

2.2.2.1 Estados límite últimos

Se considerarán estados límite últimos todos aquellos clasificados como tales en el apartado 3.2.1 del DB-SE.

Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

Pérdida de la capacidad portante del terreno de apoyo de la cimentación por hundimiento, deslizamiento o vuelco, u otros indicados en los capítulos correspondientes;

Pérdida de la estabilidad global del terreno en el entorno próximo a la cimentación;

Pérdida de la capacidad resistente de la cimentación por fallo estructural(EHE-08);

2.2.2.2 Estados límite de servicio

Se considerarán estados límite de servicio todos aquellos clasificados como tales en el apartado 3.2.2 del DB-SE.

Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

Los movimientos excesivos de la cimentación que puedan inducir esfuerzos y deformaciones anormales en el resto de la estructura que se

apoya en ellos, y que aunque no lleguen a romperla afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;

Las vibraciones que al transmitirse a la estructura pueden producir falta de confort en las personas o reducir su eficacia funcional;

Los daños o el deterioro que pueden afectar negativamente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Otras comprobaciones a efectuar en relación con la aptitud al servicio de la cimentación dependen de su tipología y se tratan en los capítulos correspondientes.

2.3. Acciones

En el cálculo de las solicitaciones a que están sometidos los elementos estructurales se han considerado las acciones con sus correspondientes valores característicos, mayoradas con sus correspondientes coeficientes de ponderación.

El valor característico de una acción es el que tiene la probabilidad de 0,05 de ser sobrepasado durante la ejecución y la vida útil de la estructura. Las acciones características que se tendrán en cuenta en los cálculos son las siguientes:

Las acciones se pueden clasificar por su variación en el tiempo en los siguientes grupos:

Acciones permanentes (G). Son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Dentro de este grupo se engloban

el peso propio de la estructura, de solados y pavimentos, de accesorios e instalaciones fijas, etc.

Acciones permanentes de valor no constante (G^*). Son aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante y varía de forma monótona, como por ejemplo, movimientos diferidos de la cimentación, en el caso de la obra que nos ocupa no consideraremos ninguna acción de este tipo.

Acciones variables (Q). Son aquellas cuyo valor varía frecuentemente a lo largo del tiempo, de forma no monótona. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.

Acciones accidentales (A). Son aquellas cuya probabilidad de actuación a lo largo de la vida útil de la estructura es pequeña pero tienen una magnitud importante. En este grupo se incluyen las acciones debidas a impactos, explosiones, etc. Los efectos sísmicos pueden considerarse de este tipo.

2.3.1. Acciones permanentes

La carga muerta debida al peso propio de los elementos estructurales y al peso de los elementos no estructurales incluyendo las instalaciones, el peso del equipo que ocupe una posición fija y permanente en la construcción y el peso estimado de futuros muros divisorios y de otros elementos estructurales que puedan colocarse posteriormente.

-Peso propio

Son las cargas debidas al peso de los elementos resistentes. Para la evaluación del peso propio de los materiales y elementos resistentes se considerará el peso específico del Hormigón de 25 kN/m^3 .

-Cargas muertas

Son las cargas debidas a los pesos de todos o elementos constructivos, instalaciones fijas, etc. que soportan los elementos resistentes.

CUBIERTA

Peso propio INCO 44.4 (0,75 mm de espesor): $7,46 \text{ kg/m}^2$ ó $10,44 \text{ kg/m}$

Lana de roca RoulRock Kraft (100 mm de espesor): $5,04 \text{ kg/ml}$ ó $3,6 \text{ kg/m}^2$

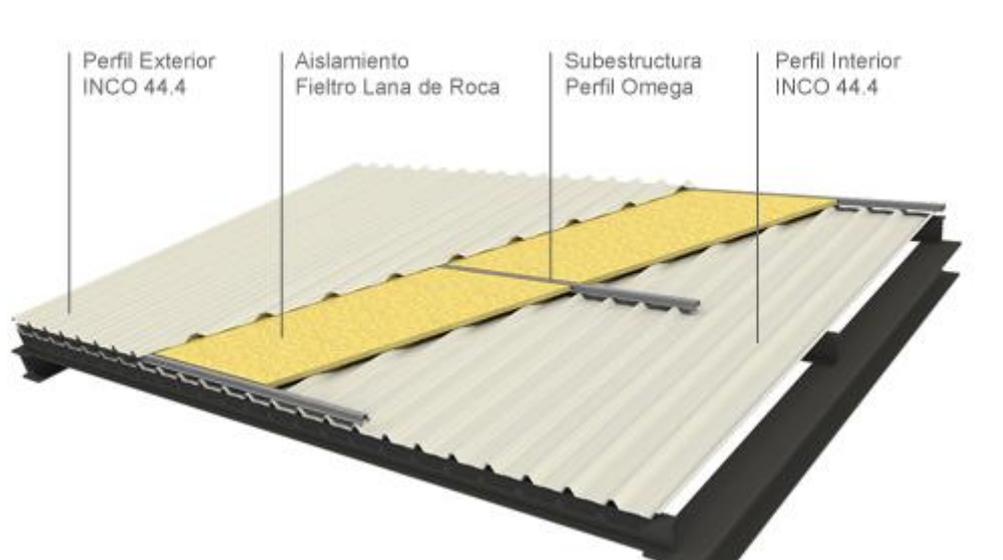
Peso propio de las omegas (0,7 mm de espesor): $0,858 \text{ kg/m}$ ó $0,613 \text{ kg/m}^2$

Peso total por ml de cubierta: $0,006 * 2 + 5,04 + 0.858 = 5,91 \text{ kg/m}$

Peso total por m^2 de cubierta: $7,46 * 2 + 3,6 + 0,613 = 19,13 \text{ kg/m}^2 = 0,19 \text{ KN/m}^2$

La cubierta tipo Sandwich se define como la constituida por dos chapas nervadas separadas entre si por una perfilera auxiliar, entre las que se coloca un material aislante. Cada parte constituyente se instalará *in situ*.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.



Tanto la chapa nervada inferior como la exterior, estarán formadas por un perfil INCO 44.4 de 0,75 mm de espesor. Sobre el perfil inferior de dispondrá un aislante de lana de roca tipo Rockwool Roulrock 121, revestido por una de sus caras con papel de estraza que hace la función de barrera de vapor.

Los omegas son una estructura secundaria colocada entre los perfiles que conforman la cubierta sándwich. Sirven de elemento distanciador entre perfiles para alojar el material aislante. El espesor de estos elementos es de 0,7 mm.

La pendiente de la cubierta será del 7%. Esta pendiente viene impuesta por la pendiente de las vigas Delta. El agua fluirá hacia las vigas situadas en los exteriores y el centro de la nave.

Los valores eficaces se pueden obtener de la siguiente tabla:

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Espesor	Peso	M. Inercia	M. Resistente (positivos)	M. Resistente (negativos)
mm	Kg/m ²	mm ⁴ /m	mm ³ /m	mm ³ /m
0,5	4,97	137.173	4.071	3.937
0,6	5,97	172.265	5.186	4.842
0,7	6,96	208.516	6.338	5.764
0,75	7,46	226.991	6.922	6.232
0,8	7,96	245.402	7.512	6.701
1	9,95	308.598	9.359	8.594

La luz máxima de la cubierta será igual a la separación entre correas, 1,4 m. Con la carga de cálculo en ELU y ELS empleada para la cubierta, nos iremos a la tabla del fabricante obteniendo así el espesor, el radio y la flecha. Para ello promediaremos los valores de la tabla siguiente:

		CARGAS MÁXIMAS (kp/m ²)									
		Luces (m)									
		1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Espesor (mm)	0,50	190	138	104	80	63	50	41	34	28	24
	0,60	238	174	130	100	79	63	51	42	35	30
	0,70	288	210	158	122	96	77	62	51	43	36
	0,75	314	229	172	132	104	83	68	56	47	39
	0,80	339	247	186	143	113	90	73	60	50	42
	1,00	426	311	233	180	141	113	92	76	63	53

Combinación de acciones:

ELU: Carga máxima = 1,35* Peso propio+ 1,5* Sobrecarga de uso

ELS: Carga Máxima=1,00* Peso propio+ 1,00* Sobrecarga de uso

PUENTE GRÚA

Se diseña la nave para que sea capaz de soportar el peso de un puente grúa. Aunque este elemento no forma parte del proyecto, sí se deben tener en cuenta sus futuras cargas.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Se dimensionarán los elementos resistentes de la nave para un puente grúa de 30 metros de luz, con un peso de 16 toneladas, una carga máxima de 127 kN y una carga mínima de 45,2 kN.

Las cargas de frenado se obtendrán de la siguiente forma:

Transversal= 1/10 carga vertical → 12,7 kN

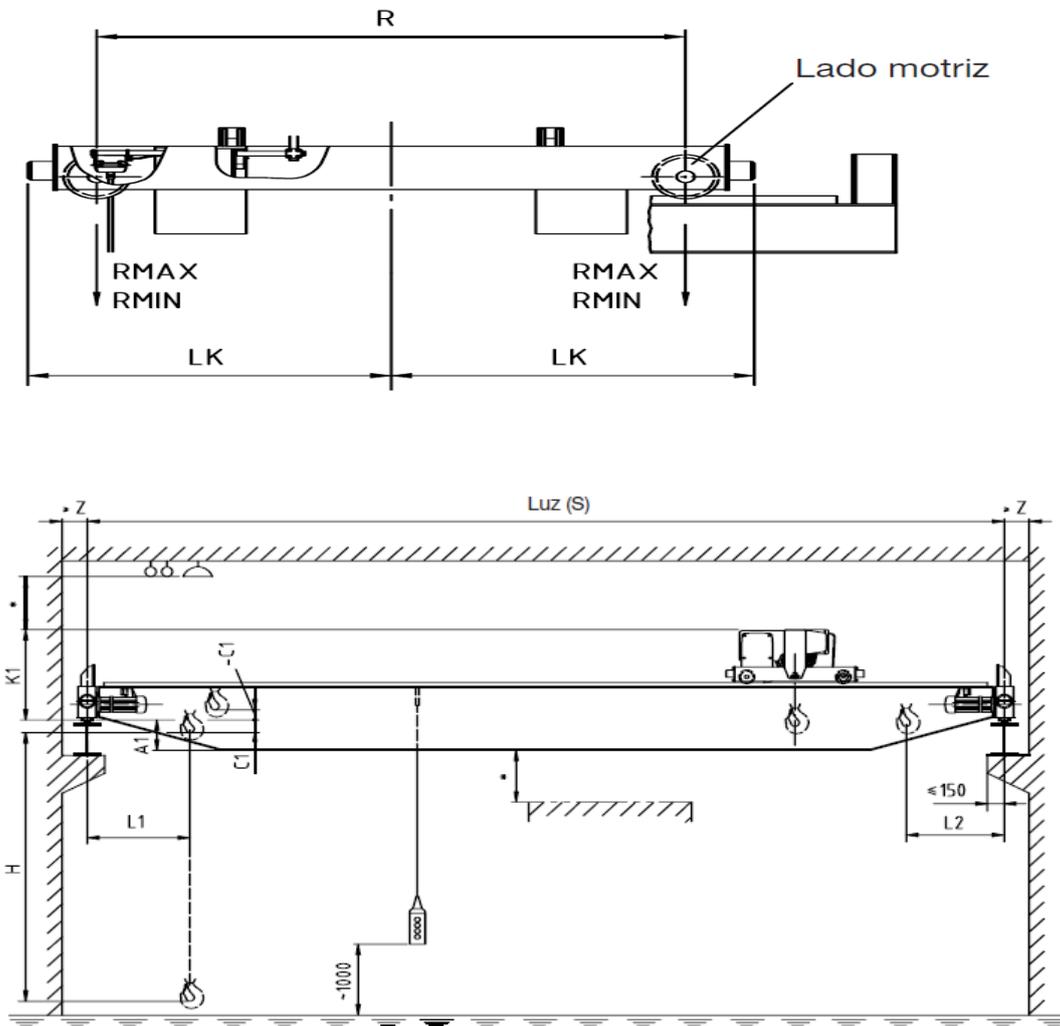
Longitudinal= 1/7 carga vertical → 18,14 kN

Se utilizará un perfil metálico del tipo HEB 260 como viga carril a la hora de dimensionar tanto los pilares, como las ménsulas que soportarán las acciones del puente grúa.

La siguiente tabla refleja los datos del puente grúa:

Carga, Polipasto ¹⁾	S ¹⁾ m	A1 mm	K1 mm	C1 mm	L1 mm	L2 mm	Z min mm	Hmax ¹⁾ mm	R mm	LK mm	Carga rueda kN R max R min	
16 000 kg Polipasto de cable GM 5160 H6 FEM 1Am	10	300	1090	40	790	790	180	10000	2700	1665	87.1	15.4
	14	350	1140	-10	790	790	180	10000	2900	1830	94.7	19.1
	16	450	1140	-10	790	790	180	10000	2900	1830	97.9	21.1
	18	460	1140	-10	790	790	180	10000	2900	1865	102.0	23.4
	20	650	1140	-10	790	790	180	10000	3200	2015	105.0	26.6
	22	650	1140	-10	790	790	180	10000	3200	2015	108.0	28.3
Polipasto V = 0.8/5 m/min	24	650	1140	-10	790	790	180	10000	3800	2315	113.0	32.3
	26	900	1140	-10	790	790	180	10000	3800	2315	116.0	35.5
	28	900	1140	-10	790	790	180	10000	4200	2515	119.0	37.9
	30	900	1140	-10	790	790	180	10000	4600	2755	127.0	45.2
	32	910	1140	-10	790	790	180	10000	5100	3005	133.0	51.0
	34	1100	1190	-60	790	790	190	10000	5100	3055	141.0	58.2

En las siguientes imágenes se puede ver el significado de cada una de las letras:



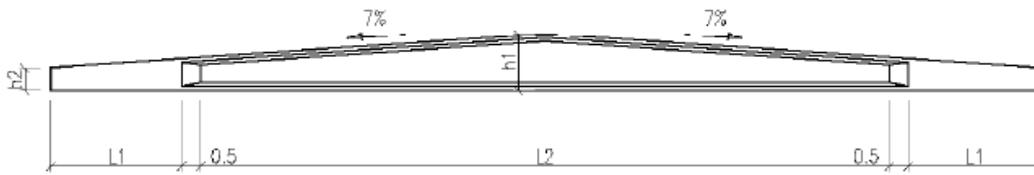
VIGAS

La estructura de la nave estará formada por cuatro tipos de vigas diferentes: viga Delta, viga canal o viga H, viga T de fachada y vigas correa.

-Viga Delta

Se situarán apoyadas sobre los pilares del lado corto de la nave y en los pilares centrales. Tendrán una longitud de 30 m. Estas vigas permiten

grandes espacios diáfanos. Las características de la viga necesaria se pueden obtener de la siguiente tabla:



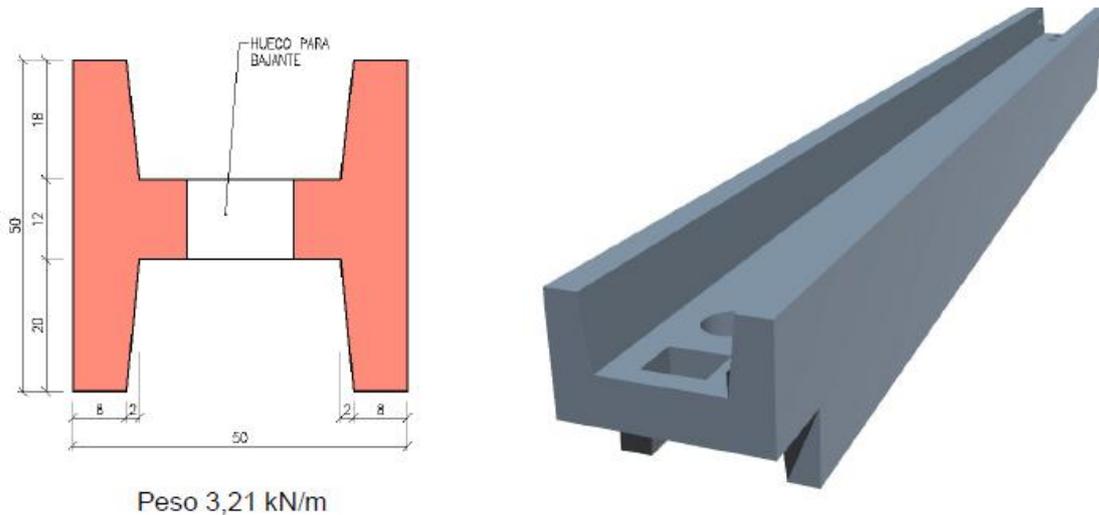
Luz (m)	h1 (m)	h2 (m)	B (cm)	e (cm)	Pesos (kN)
11 a 17	1,185	0,8 a 0,59	45	8	63 a 110
17 a 23	1,395	0,8 a 0,59	45	8	97 a 144
20 a 26	1,5	0,8 a 0,59	45	8	116 a 163
25 a 27	1,64	0,765 a 0,695	45	8	150 a 166
27 a 32	1,71	0,765 a 0,59	45	8	162 a 199
32 a 34	1,92	0,8 a 0,73	50	13	246 a 265

-Viga canal o viga H

Se trata de una viga secundaria en cubierta, con la singularidad de su aprovechamiento para la evacuación de aguas. En sus extremos se disponen de apoyos a media madera con la finalidad de recoger correctamente las aguas. Ayudan notablemente en la rigidización de pórticos y además permiten el apoyo de los paneles verticales de cerramiento. Se situarán en los lados cortos de la nave sobre las vigas delta y en la parte central de la nave. Tendrán una longitud de 7,30 metros y 7,00 m.

Se utilizará para la fabricación de estos elementos un hormigón del tipo HP-50, un acero del tipo Y 1860 S7 y B 500 S.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.



-Viga T de fachada

En las fachadas de mayor longitud se dispondrá vigas T, formando un pórtico hastial. En estos pórticos no se requiere salvar grandes luces, por lo que no es necesario el uso de vigas Delta. Estarán apoyadas a mitad del pilar. La longitud de estas vigas será de 6 metros.

Las características son las correspondientes a una viga T de fachada del tipo TL 50N y se pueden ver en la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

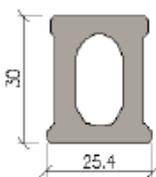
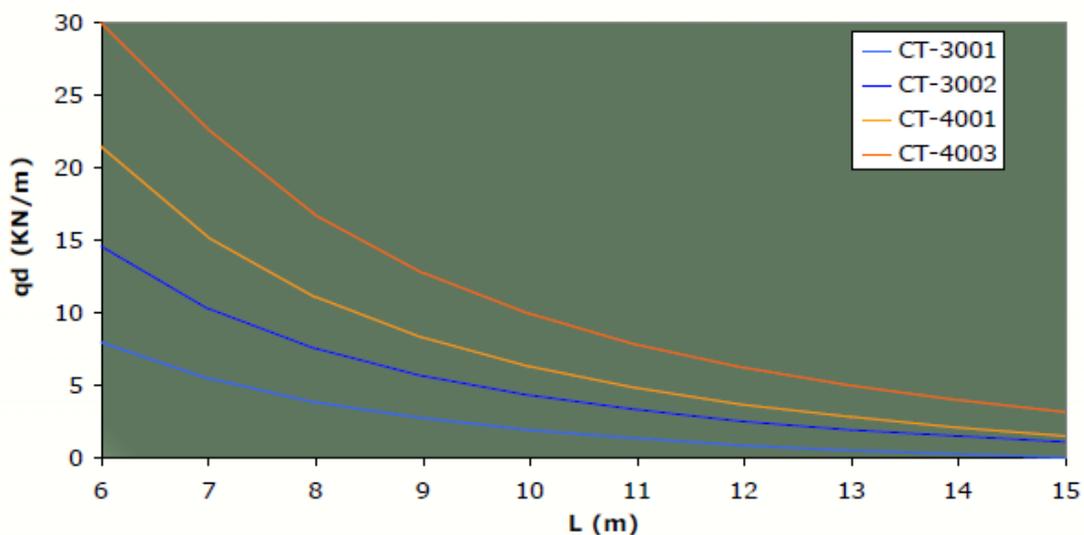
Tipo		TL 50	TL 50N
Peso	kN/m	2.3	2.6
	(Kp/m)	(230)	(260)
Mmáx.	mkN	111.8	
Luz máx.	m	10	
EF	min	60	

-Viga correa

Se utilizarán correas de fabricación en continuo o correa tubular. Se trata de un elemento pretensado que permite la realización de cubiertas con aislamiento tipo sándwich, así como de elementos rigidizadores de la estructura, consiguiendo una solución de bajo peso y amplias luces. Estarán apoyadas sobre las vigas Delta y tendrán una longitud igual a la separación entre pórticos, siendo esta de 7,30 m y 7 m en el último pórtico.

Se utilizará para la fabricación de estos elementos un hormigón del tipo HP-50 y un acero del tipo Y 1860 S7 e Y 1860 C.

En la siguiente tabla se pueden observar los límites de carga en Estado Límite Último (ELU), estando ya descontado el peso propio de la correa:



El peso de este elemento será 1,10 KN/m

CERRAMIENTO

El cerramiento será del tipo panel arquitectónico de 20 centímetros de espesor, 11 metros de alto y 2,40 metros de ancho, habiendo paneles de menor espesor según se especifica en los planos correspondientes.

Estarán aligerados por una capa interna de porexpan, y su armado lo compone un zuncho perimetral y tantos zunchos transversales como sean necesarios para su estabilidad.

Los elementos de las esquinas, llamados cantoneras, tendrán las mismas características que los demás elementos, con ancho de 40 centímetros.

El acabado final de los paneles de cerramiento será de hormigón visto.

Para la fabricación de estos elementos se utilizará HA-25 y un acero del tipo B 500 S.

A continuación se incluye el cuadro de características según los espesores:

Espesor cm	EI-mín RF	dBA Aislamiento Acústico	Kcal/h°Cm ² Aislamiento Térmico	KN/m ² Peso
10	90	46	0,23	2,50
16	60	Sin aligerar 53 / alig 45	Sin aligerar 0,268 / alig 1,070	3,00
20	120	Sin aligerar 57 / alig 50	Sin aligerar 0,293 / alig 1,365	3,50
24	180	Sin aligerar 60 / alig 55	Sin aligerar 0,317 / alig 1,925	4,00

Los paneles estarán apoyados sobre la viga de atado de la cimentación y se sujetarán con placas de retención Halfen del tipo HKZ situadas en las vigas canal y en las vigas T de fachada.

2.3.2. Acciones variables

La sobrecarga de uso en un elemento resistente es el peso de todos los objetos que pueden gravitar sobre él por razón de su uso:

-Sobrecargas de nieve:

Se han aplicado los criterios que hay en el capítulo 3.5 del DB SE-AE. La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Para la determinación del valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse la expresión:

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

siendo:

μ = coeficiente de forma de la cubierta según el apartado 3.5.3 del DB SE-AE. Se adopta un valor igual a 1, ya que los faldones se encuentran limitados inferiormente por la viga que supone un impedimento al deslizamiento de la nieve, además la cubierta es inferior a 30°.

s_k = El valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. El valor puede deducirse de la tabla 3.8 del apartado 3.5.2 del DB SE-AE (ó en el ANEJO, tabla E.2) en función de la zona y de la altitud topográfica del emplazamiento de la obra. La nave se localiza en la provincia de Valencia a una altura de 14 m.s.n.m., lo que supone un valor de 0,4 kN/m².

Siguiendo lo establecido en el CTE-DB-SE-AE, la sobrecarga de nieve no se tendrá en cuenta en el cálculo, ya que tiene el mismo valor que la sobrecarga de uso para cubiertas accesibles únicamente para conservación, categoría de uso G y se trata de una cubierta ligera sobre correas (G1). Como se ha especificado anteriormente, el peso de la cubierta es de $0,19\text{KN/m}^2 < 1\text{KN/m}^2$, por lo que se considera cubierta ligera. Además en la normativa se especifica que este tipo de sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables. No se estima, por tanto, que ocurra al mismo tiempo que un operario esté llevando a cabo el mantenimiento de la cubierta y que en ese momento nieve. Por esto, al estar dimensionada la estructura para soportar la sobrecarga de uso, podrá resistir la sobrecarga de nieve, en caso de que se produzca este fenómeno meteorológico.

-Acciones del viento:

Por sencillez se ha considerado como contorno de la edificación los planos formados por los cerramientos, ya que la estructura final será un “cubo” y las acciones del viento actuarán sobre el cerramiento directamente.

No se consideran presiones o succiones interiores debido a que no existen grandes huecos.

La acción del viento se calcula como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

siendo:

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

q_b = presión dinámica del viento, de forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse $0,5 \text{ KN/m}^2$, pero aplicaremos el valor que podemos obtener de la figura del Anejo D.1, de $0,42 \text{ KN/m}^2$ por estar situados en la zona A.



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

ce = 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 la Tabla 3.4. En este caso el grado de aspereza considerado es el IV correspondiente a zona urbana en general, industrial o forestal, lo que nos proporciona para una altura de 11 m. con un valor de $C_e = 1,9$

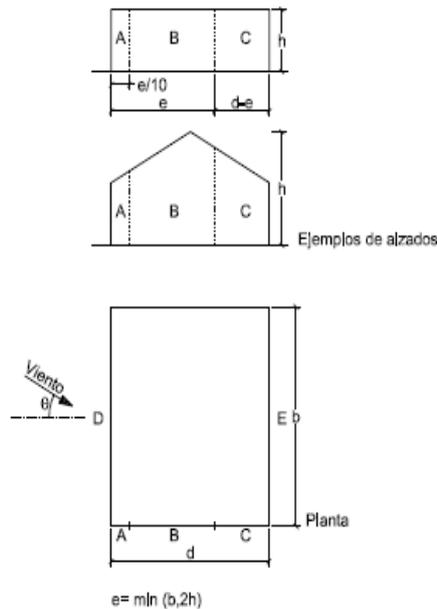
Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Tabla 3.4. 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
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II 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
III 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
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V 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

C_p = 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. A efectos de cálculo se toman los valores del Anejo, tabla D.3 y D.4.

Tabla D.3 Paramentos verticales



Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

$$e = \min (60, 2 * 11) = 22 \text{ m} \quad e/10 = 2,2 \text{ m}$$

$$d - e = 44 - 22 = 22 \text{ m}$$

Áreas:

$$A = 2,2 * 11 = 24,2 \text{ m}^2 \quad B = (22 * 11) - A = 217,18 \text{ m}^2$$

$$C = 22 * 11 = 242 \text{ m}^2 \quad D = E = 60 * 11 = 660 \text{ m}^2$$

$$h/d = 11/44 = 0,25$$

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

ZONA	C_p	q_e (KN/m ²)
A	-1,2	-0,9576
B	-0,8	-0,6384
C	-0,5	-0,399
D	0,7	0,5985
E	-0,3	-0.2565

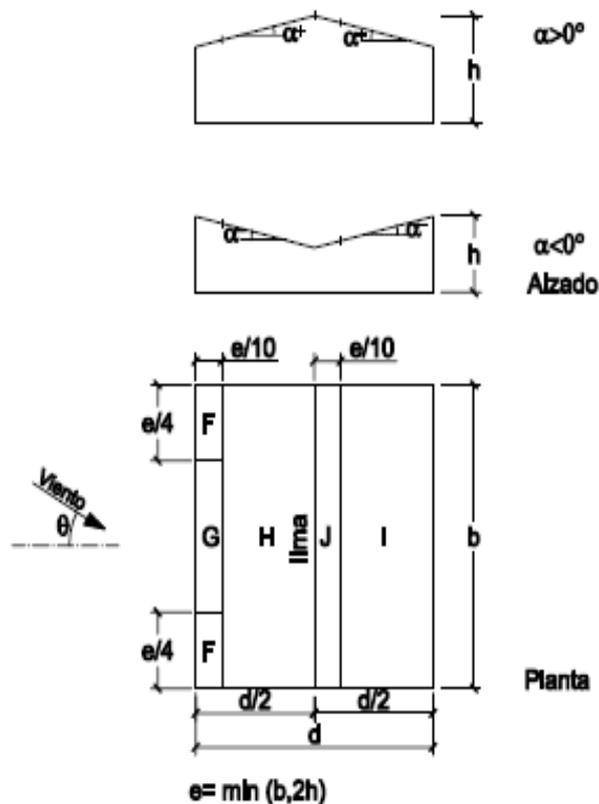
Ahora calcularemos los coeficientes de carga de viento mediante una cubierta a dos aguas para posteriormente aplicar la simplificación de cubierta a dos aguas múltiple.

Para ello utilizaremos las siguientes tablas del ANEJO del CTE.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
30°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
45°	≥ 10	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
75°	≥ 10	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
90°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,8	+0,0	+0,0
135°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,8	+0,0	+0,0
180°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
225°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

$$e = 22 \text{ m} \quad e/4 = 22/4 = 5,5 \text{ m} \quad h = 11 \text{ m} \quad d = 44 \text{ m} \quad \alpha = 5$$

Áreas:

$$F = \frac{e}{10} * \frac{e}{4} = \frac{22}{10} * \frac{22}{4} = 12,1 \text{ m}^2$$

$$G = \left(b - \left(2 * \frac{e}{4} \right) \right) * \frac{e}{10} = \left(60 - \left(2 * \frac{22}{4} \right) \right) * \frac{22}{10} = 107,8 \text{ m}^2$$

$$H = I = \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10} \right) * b = \left(\frac{44}{2} - \frac{22}{10} \right) * 60 = 1188 \text{ m}^2$$

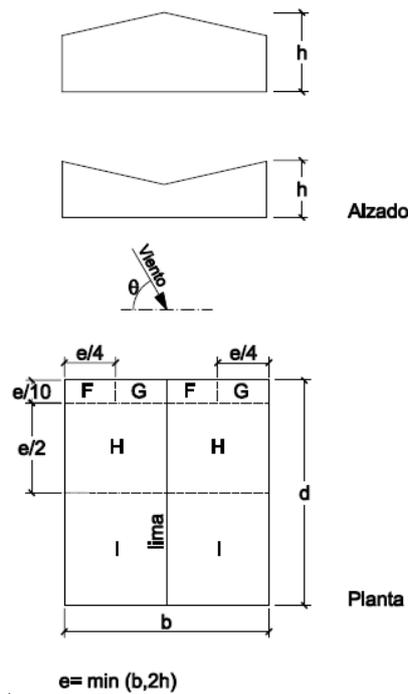
$$H = I = \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10} \right) * b = \left(\frac{44}{2} - \frac{22}{10} \right) * 60 = 1188 \text{ m}^2$$

$$H = I = \frac{e}{10} * b = \frac{22}{10} * 60 = 132 \text{ m}^2$$

ZONA	c_p	$q_e \text{ (KN/m}^2\text{)}$
F	0	0
G	0	0
H	0	0
I	-0,6	-0,456
J	-0,6	-0,456

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

b) Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

$e = 22 \text{ m}$ $e/4 = 22/4 = 5,5 \text{ m}$ $e/10 = 22/10 = 2,2 \text{ m}$ $e/2 = 22/2 = 11 \text{ m}$

$b = 44 \text{ m}$ $d = 60 \text{ m}$

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

$$F = G = \frac{e}{4} * \frac{e}{10} = \frac{22}{4} * 10 = 12,1 m^2$$

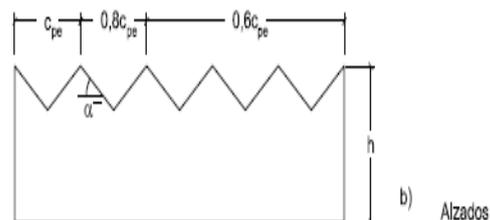
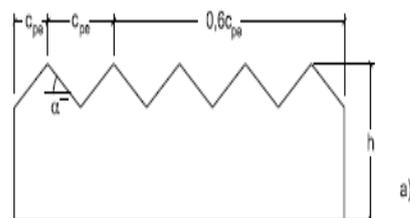
$$H = \frac{e}{2} * 2 * \frac{e}{4} = \frac{22}{2} * 2 * \frac{22}{4} = 121 m^2$$

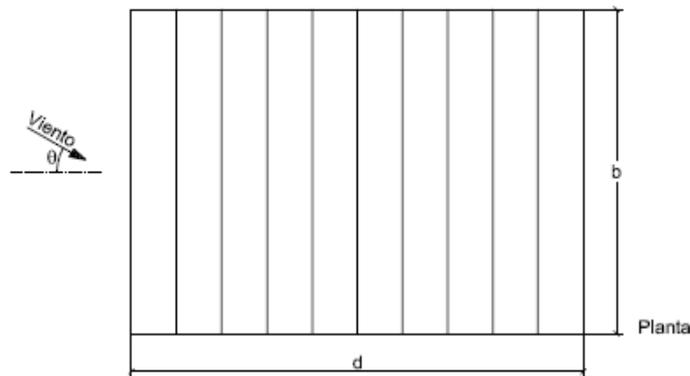
$$I = \frac{b}{2} * \frac{d}{2} = \frac{44}{2} * \frac{60}{2} = 660 m^2$$

ZONA	c_p	q_e (KN/m ²)
F	-1,6	-1,216
G	-1,3	-0,988
H	-0,7	-0,532
I	-0,6	-0,456

Tabla D.9 Cubiertas múltiples

Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$





Para las zonas F-G emplearemos la siguiente fórmula:

$$C_{p, \text{ ext FG}} = \frac{2 * C_{p, \text{ ext F}} * \left(\frac{e}{4}\right) + C_{p, \text{ ext G}} * (e/2)}{b}$$

$$C_{p, \text{ ext FG}} = \frac{2 * (-1,6) * \left(\frac{22}{4}\right) + (-1,3) * (22/2)}{44} = -0,725$$

Para la zona FG-H-I-J emplearemos la siguiente fórmula obteniendo el promedio de todas las zonas:

$$C_{p, \text{ ext FGHIJ}} =$$

$$= \frac{C_{p, \text{ ext F, G}} * \left(\frac{e}{10}\right) + C_{p, \text{ ext H}} * \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) + C_{p, \text{ ext I}} * \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) + C_{p, \text{ ext J}} * \left(\frac{e}{10}\right)}{b}$$

$$C_{p, \text{ ext FGHIJ}} =$$

$$= \frac{(-0,275) * \left(\frac{22}{10}\right) + (-0,7) * \left(\frac{60}{2} - \frac{22}{10}\right) + (-0,6) * \left(\frac{60}{2} - \frac{22}{10}\right) + (-0,6) * \left(\frac{22}{10}\right)}{b}$$

$$= -0,651$$

Finalmente para cubiertas múltiples tenemos 3 tramos, situándonos en el caso a) el cual es más restrictivo y poniéndonos del lado de la seguridad tenemos que los dos primeros tramos el C_p será el mismo mientras que en el tercero será de $0,6 * C_{pe}$.

En el primer y en el segundo tramo el valor de C_{pe} será de $-0,651$ y en el tercer tramo tendrá un valor de $-0,391$.

Para la zona A-B-C, es decir el paramento vertical, emplearemos la siguiente fórmula, obteniendo así un promedio:

$$C_{p, \text{ ext ABC}} = \frac{C_{p, \text{ ext A}} * \left(\frac{e}{10}\right) + C_{p, \text{ ext B}} * \left(\frac{9e}{10}\right) + C_{p, \text{ ext C}} * (d - e)}{d}$$
$$C_{p, \text{ ext ABC}} = \frac{(-1,2) * \left(\frac{22}{10}\right) + (-0,8) * \left(\frac{9 * 22}{10}\right) + (-0,5) * (60 - 22)}{60} = -0,624$$

Como datos adicionales tenemos la velocidad básica del viento de 26 m/s y el grado de aspereza para una zona IV (zona urbana, industrial o forestal).

-Acciones térmicas:

Son solicitaciones que actúan en la estructura provocadas por las deformaciones a causa de los cambios de temperatura. La disposición de La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

2.3.3. Acciones accidentales

-Sismo:

Las acciones sísmicas están reguladas en la NCSE-02, norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

Se clasifica la nave proyectada como de importancia normal, que según la definición de la NCSE-02: “Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.”

La nave se encuentra ubicada en el término municipal de Alzira, donde, según el mapa sísmico de la NCSE-02, se tiene una aceleración sísmica básica $0,04g \leq a_b < 0,08g$. De acuerdo con la norma en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a $0,08g$ no es necesario considerar la acción sísmica.

-Incendio:

Cuando no exista un uso definido para las naves proyectadas no se podrá definir la aplicación del CTE DB-SI o del Reglamento, con lo cual deberá realizarse la justificación de la normativa en el proyecto de habilitación de la nave.

2.4. Materiales

Para la ejecución del presente proyecto se utilizará hormigón HA-25 de resistencia característica 25 MPa.

En la norma EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural, se definen los siguientes valores para el hormigón:

Resistencia de proyecto f_{ck} , es el valor que se adopta en el proyecto para la resistencia a compresión, asociado a un nivel de confianza del 95%. La resistencia de hormigón empleado en obra es de 25 MPa.

Resistencia característica $f_{ct,k}$ a tracción en función de la resistencia de proyecto a compresión f_{ck} se determina mediante la expresión: $f_{ct,k}=0,21*(f_{ck})^{2/3}= 1,80 \text{ N/mm}^2$ (HA-25), de donde $f_{ct,k}$ y f_{ck} están expresadas en N/mm^2 .

Resistencia de cálculo del hormigón, (en compresión f_{cd} o en tracción $f_{ct,d}$) el valor de la resistencia característica especificada correspondiente, dividido por el coeficiente de minoración γ_c que toma valores distintos según se trate de un Estado Límite Último o de un Estado Límite de Servicio.

En caso de ELU $\rightarrow \gamma_c=1$

En caso de ELS $\rightarrow \gamma_c=1,5$

3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural consiste en la obtención del efecto de las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar las comprobaciones de los estados límite últimos y de servicio.

Dicho análisis debe realizarse, para las diferentes situaciones de proyecto contempladas, mediante modelos estructurales adecuados que consideren la influencia de todas las variables que sean relevantes.

3.1. Idealización de la estructura

-Modelos estructurales

Se idealizan tanto la geometría de la estructura como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado que debe reflejar aproximadamente las condiciones de rigidez de las secciones transversales, de los elementos, de sus uniones y de las vinculaciones con el terreno.

-Modelos de los elementos

Para el análisis, los elementos estructurales se clasifican en unidimensionales (soportes y vigas), cuando una de sus dimensiones es mucho mayor que las restantes, bidimensionales, cuando una de sus dimensiones es pequeña comparada con las otras dos (pórticos), y tridimensionales cuando ninguna de sus dimensiones resulta sensiblemente mayor que las otras (estructura completa).

-Luzes de cálculo

Se considerará como luz de cálculo de un elemento unidimensional la distancia entre ejes de apoyo o entre puntos de intersección de su directriz con las de los elementos adyacentes.

-Constantes estáticas de las secciones transversales

El análisis global de la estructura se realizará utilizando las secciones brutas de los elementos, a partir de las dimensiones nominales de los mismos.

En elementos unidimensionales, las constantes estáticas a considerar son el área, los momentos de inercia respecto de ejes principales y el módulo de torsión uniforme.

3.2. Análisis global

3.2.1. Métodos de análisis

Todo análisis estructural debe satisfacer las condiciones de equilibrio y compatibilidad, teniendo en cuenta las leyes de comportamiento de los materiales. Los métodos para el análisis global de una estructura se clasifican en:

Análisis lineales, basados en la hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales y en la consideración del equilibrio sobre la estructura sin deformar (análisis en primer orden).

Análisis no lineales, que tienen en cuenta la no linealidad mecánica, esto es, el comportamiento no lineal de los materiales, y la no linealidad geométrica, es decir, la consideración de las condiciones de equilibrio sobre la estructura deformada (análisis en segundo orden).

Los análisis no lineales pueden considerarse, a su vez, una sola o ambas de las causas de no linealidad citadas.

3.2.2. Análisis global elástico

Para el análisis de la estructura se considerará un análisis global elástico, basado en la hipótesis de un comportamiento indefinidamente lineal de la

ley tensión-deformación del acero. Se trata de un método lineal que admite el principio de superposición.

3.3. Método de análisis de la estabilidad global estructural

3.3.1. Principios básicos

En todas aquellas estructuras cuya rigidez lateral no sea suficiente para poderlas considerar como intraslacionales, debe comprobarse su estabilidad lateral global, que consideran los efectos de segundo orden así como las imperfecciones geométricas equivalentes.

3.3.2. Análisis elástico de estructuras traslacionales

Los análisis elásticos en segundo orden, bajo la acción de las cargas exteriores y las imperfecciones geométricas equivalentes, son aplicables a cualquier tipo de estructura traslacional.

Alternativamente, puede resultar suficientemente aproximado, por tratarse de pórticos de una planta, realizar un análisis elástico en primer orden, bajo las acciones exteriores y los efectos de las imperfecciones geométricas iniciales equivalentes, y amplificar los momentos flectores, esfuerzos cortantes y demás efectos debidos estrictamente a la deformación lateral, por el coeficiente:

$$(1/(1-(1/\alpha_{cr})))$$

siendo $\alpha_{cr} \geq 3$, el coeficiente de amplificación por el que debe multiplicarse la configuración de cargas de cálculo para alcanzar la inestabilidad elástica, según el modo de pandeo global considerado.

3.4. Estructura modelizada

Para la resolución de la estructura metálica se han utilizado los programas comerciales de la compañía CYPE Ingenieros, en su versión 2014a.

Se ha modelizado la viga Delta y las correas como una vigas metálicas. Las vigas canal y las vigas T de fachada han sido modelizadas como vigas rectangulares de hormigón. Se ha utilizado la inercia real de los elementos para la modelización de la estructura.

La cubierta ha sido modelizada como una chapa colaborante con misma inercia que la que nos ha dado el fabricante, poniendo así una resistencia pareja a la misma.

Para el análisis de la estructura se ha utilizado el programa CYPECAD.

4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1 Soportes y vigas

Como se ha visto anteriormente, el programa:

- Genera la geometría de pórticos rígidos y la nave.
- Dimensiona las vigas de arriostramiento y las de la cubierta.
- Dimensiona los pilares.
- Dimensiona las zapatas.

La altura de los pilares o altura al alero será de 8,5 metros y la altura en cumbrera de las naves de 9 metros.

Las dimensiones en planta son de 43,5 x 60 m.

La separación de los pórticos es de 7,30 metros, con lo que habrá un total de 5 pórticos y 2 hastiales, siendo la separación del último pórtico de 7,00 m.

Se ha tenido en cuenta las longitudes comerciales típicas de vigas existentes en el mercado, para todas las vigas utilizadas en este proyecto.

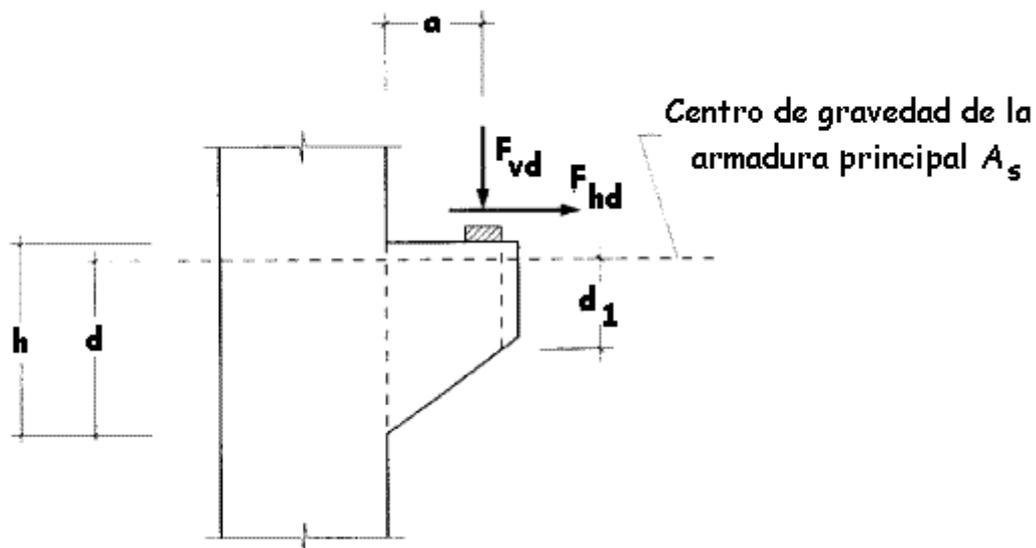
La cubierta arrancará con una pendiente transversal de un 7 %.

Los pilares serán todos de 45x45 cm.

Las vigas Canal serán como las que hemos expuesto anteriormente en este mismo anejo, de 50 cm de ancho y de alto.

Las ménsulas cortas se calcularán siguiendo lo establecido en el artículo 64 de la EHE-08. Se dispondrá de ménsulas en los pilares que soportarán la carga del puente grúa y en los pilares entre los que se situará la puerta, obteniendo los armados siguientes:

-Ménsula viga:



$$F_{vd} = (\text{peso de la viga} + \text{peso del panel})/2$$

$$T_{1d} = F_{vd} \cdot \text{tg } \theta + F_{hd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$\text{peso de la viga} = 0,3\text{m} * 0,3\text{m} * 5,40\text{m} * \frac{25\text{KN}}{\text{m}^3} = 12,15\text{KN}$$

$$\text{peso del panel} = 5\text{m} * 7,3\text{m} * \frac{3,5\text{KN}}{\text{m}^2} = 127,75\text{KN}$$

$$F_{vd} = \frac{(12,15 + 127,75)}{2} = 69,95\text{KN}$$

$$f_{yd} = 40\text{KN/cm}^2$$

$$F_{hd} = 0$$

$$\text{cotg } \theta = 1,4 \quad \text{tang } \theta = 0,714$$

$$69,95 * 0,714 = A_s * 40$$

$$A_s = 1,248\text{ cm}^2 \rightarrow \text{Armadura principal } 5\phi 6$$

$$T_{2d} = 0,20 * F_{vd} = A_{se} * f_{yd}$$

$$0,20 * 12,21 = A_{se} * 40$$

$$A_{se} = 0,06\text{ cm}^2 \rightarrow \text{Armadura secundaria (cercos) } 4\phi 6$$

-Ménsula puente grúa:

$$F_{vd} = (\text{peso del perfil})/2 + \text{peso puente grúa} + \text{peso carga máxima}$$

$$\text{Peso del perfil} = 0,93\text{ KN/m}$$

Peso puente grúa= 60 KN

Peso carga máxima= 127 KN

$$F_{vd} = (0,93 \times 7,33) + 60 + 127 = 193,82 \text{ KN}$$

F_{hd}= carga transversal= (1/10)x127

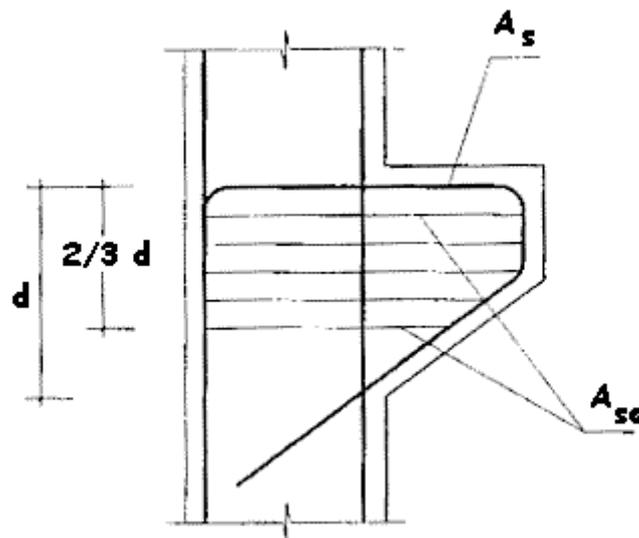
$$193,82 \times 0,714 + 12,7 = A_s \times 40$$

$A_s = 3,78 \text{ cm}^2 \rightarrow$ Armadura principal 5 ϕ 10

$$T_{2d} = 0,20 \times F_{vd} = A_{se} \times f_{yd}$$

$$0,20 \times 190,41 = A_{se} \times 40$$

$A_{se} = 0,95 \text{ cm}^2 \rightarrow$ Armadura secundaria (cercos) 4 ϕ 6



Cumpliendo las condiciones geométricas de 64.1.2.1 basta con comprobar la compresión localizada en el apoyo.

$$F_{vd}/(b \cdot c) \leq f_{1cd}$$

donde:

b, c Dimensiones en planta del apoyo.

f_{1cd} Resistencia a compresión del hormigón. $f_{1cd}=0,70f_{cd}$

$$f_{1cd}=0,70*(25/1,5)= 11.667 \text{ KN/m}^2$$

$$193,82/(0,45*0,3)= 1435,70 \text{ KN/m}^2$$

Se cumple por tanto la comprobación del artículo 64.1.2.1.2. de la EHE-08.

5. CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los pilares están formadas por zapatas cuadradas de hormigón HA-25, armadas con acero B500S, obteniendo 4 tipos de zapatas diferentes. Estas están bien identificadas y explicadas en los planos. Para calcularlas hemos empleado el CYPECAD, para hacernos una idea del armado de las mismas, pero posteriormente hemos empleado la instrucción EHE-08 para calcular mediante el método del cáliz las zapatas puesto que el CYPECAD nos las calcula como si estuviesen empotradas (todo uno).

Se decide utilizar cimentación por cáliz debido a que permite un alto rendimiento de montaje, así como cierta tolerancia de ejecución en las zapatas.

Las paredes grecadas, tanto del pilar como del cáliz, forman una llave a cortante, que permite la transmisión de carga tanto por punta, como por

fuste, lo que permite reducir los cantos de las zapatas, minimizando el punzonamiento.

Tendremos zapatas de las siguientes dimensiones: 195x195x100 centímetros, 225x225x110 centímetros y 185x185x100 centímetros.

A continuación, se muestran los listados de descripción, medición y comprobación:

5.1. Listado de elementos de cimentación

5.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 97.5 cm Ancho inicial Y: 97.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 97.5 cm Ancho zapata X: 195.0 cm Ancho zapata Y: 195.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 6Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 7Ø12c/29
P12, P13, P14, P15, P16, P28, P29, P30, P31, P32	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 92.5 cm Ancho inicial Y: 92.5 cm Ancho final X: 92.5 cm Ancho final Y: 92.5 cm Ancho zapata X: 185.0 cm Ancho zapata Y: 185.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 6Ø12c/30 Inf X: 10Ø12c/17 Inf Y: 10Ø12c/17
P33, P34, P35, P36, P37	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 112.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 112.5 cm Ancho final Y: 112.5 cm Ancho zapata X: 225.0 cm Ancho zapata Y: 225.0 cm Canto: 50.0 cm	X: 9Ø16c/23 Y: 9Ø16c/23

5.1.2. Medición

Referencias: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 y P27		B 500 SD, Ys=1.15		Total	
Nombre de armado		Ø6	Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		6x1.79	10.74	
	Peso (kg)		6x1.59	9.54	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		7x1.79	12.53	
	Peso (kg)		7x1.59	11.12	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		6x1.79	10.74	
	Peso (kg)		6x1.59	9.54	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		6x1.79	10.74	
	Peso (kg)		6x1.59	9.54	
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x1.04	8.32	
	Peso (kg)		8x0.92	7.39	
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.66		4.98	
	Peso (kg)	3x0.37		1.11	
Totales	Longitud (m)	4.98	53.07		
	Peso (kg)	1.11	47.13	48.24	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	5.48	58.38		
	Peso (kg)	1.22	51.84	53.06	
Referencias: P12, P13, P14, P15, P16, P28, P29, P30, P31 y P32		B 500 SD, Ys=1.15		Total	
Nombre de armado		Ø6	Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		10x1.69	16.90	
	Peso (kg)		10x1.50	15.00	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		10x1.69	16.90	
	Peso (kg)		10x1.50	15.00	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		6x1.69	10.14	
	Peso (kg)		6x1.50	9.00	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		6x1.69	10.14	
	Peso (kg)		6x1.50	9.00	
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x1.04	8.32	
	Peso (kg)		8x0.92	7.39	
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.66		4.98	
	Peso (kg)	3x0.37		1.11	
Totales	Longitud (m)	4.98	62.40		
	Peso (kg)	1.11	55.39	56.50	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	5.48	68.64		
	Peso (kg)	1.22	60.93	62.15	
Referencias: P33, P34, P35, P36 y P37		B 500 SD, Ys=1.15		Total	
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			9x2.09	18.81
	Peso (kg)			9x3.30	29.69
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			9x2.09	18.81
	Peso (kg)			9x3.30	29.69
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x1.13		9.04
	Peso (kg)		8x1.00		8.03
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.66			4.98
	Peso (kg)	3x0.37			1.11
Totales	Longitud (m)	4.98	9.04	37.62	
	Peso (kg)	1.11	8.03	59.38	68.52
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	5.48	9.94	41.38	
	Peso (kg)	1.22	8.83	65.32	75.37

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Elemento	B 500 SD, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 y P27	22x1.22	22x51.84		1167.32	22x1.52	22x0.38	22x2.80
Referencias: P12, P13, P14, P15, P16, P28, P29, P30, P31 y P32	10x1.22	10x60.93		621.50	10x1.37	10x0.34	10x2.64
Referencias: P33, P34, P35, P36 y P37	5x1.22	5x8.83	5x65.32	376.85	5x2.53	5x0.51	5x4.50
Totales	45.14	1793.93	326.60	2165.67	59.81	14.32	110.50

5.1.3. Comprobación

Referencia: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 y P27		
Dimensiones: 195 x 195 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/29 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0314901 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0301167 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0685719 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 63.4 %	Cumple

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

- En dirección Y:	Reserva seguridad: 54.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 42.61 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 44.28 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 55.43 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 59.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
- Situaciones persistentes:	Calculado: 209.2 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	Cumple
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 40 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- P1:	Calculado: 33 cm	
Cuantía geométrica mínima:	Mínimo: 0.0009	
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:	Calculado: 0.001	
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:	Máximo: 30 cm	
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:	Mínimo: 10 cm	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 41 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencias: P12, P13, P14, P15, P16, P28, P29, P30, P31 y P32		
Dimensiones: 185 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.10948 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.137242 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.195023 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 118.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 141.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 103.90 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 87.48 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 130.08 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 107.62 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 1032.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P12:		
	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 0.0009	

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 18 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P33, P34, P35, P36 y P37		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23		
Comprobación	Valores	Estado

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.161375 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.163042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.19208 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 686.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 513.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 253.21 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 251.52 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 252.41 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 250.45 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 1779 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P33:	Mínimo: 20 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0018	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje:	Calculado: 48 cm	
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2. Listado de vigas de atado

5.2.1. Descripción

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P18 - P17], [P10 - P11]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
[P19 - P18], [P20 - P19], [P21 - P20], [P24 - P23], [P25 - P24], [P26 - P25], [P22 - P21], [P23 - P22], [P27 - P26], [P2 - P3], [P3 - P4], [P4 - P5], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P1 - P2], [P5 - P6], [P6 - P7]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
[P32 - P31], [P31 - P30], [P30 - P29], [P28 - P27], [P29 - P28], [P16 - P17], [P15 - P16], [P14 - P15], [P13 - P14], [P12 - P13]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
[P1 - P32],	C.1	Ancho: 40.0 cm	Superior: 2Ø12

[P11 - P12]	Canto: 40.0 cm	Inferior: 2Ø12	
		Estribos: 1xØ8c/30	

5.2.2. Medición

Referencias: [P18 - P17] y [P10 - P11]		B 500 SD, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.15	12.30
	Peso (kg)		2x5.46	10.92
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.15	12.30
	Peso (kg)		2x5.46	10.92
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	14x1.41		19.74
	Peso (kg)	14x0.56		7.79
Totales	Longitud (m)	19.74	24.60	
	Peso (kg)	7.79	21.84	29.63
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	21.71	27.06	
	Peso (kg)	8.57	24.02	32.59
Referencias: [P19 - P18], [P20 - P19], [P21 - P20], [P24 - P23], [P25 - P24], [P26 - P25], [P22 - P21], [P23 - P22], [P27 - P26], [P2 - P3], [P3 - P4], [P4 - P5], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P1 - P2], [P5 - P6] y [P6 - P7]		B 500 SD, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	15x1.41		21.15
	Peso (kg)	15x0.56		8.35
Totales	Longitud (m)	21.15	25.20	
	Peso (kg)	8.35	22.38	30.73
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.27	27.72	
	Peso (kg)	9.19	24.61	33.80
Referencias: [P32 - P31], [P31 - P30], [P30 - P29], [P28 - P27], [P29 - P28], [P16 - P17], [P15 - P16], [P14 - P15], [P13 - P14] y [P12 - P13]		B 500 SD, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.63	15.26
	Peso (kg)		2x6.77	13.55
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.63	15.26
	Peso (kg)		2x6.77	13.55
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	20x1.41		28.20
	Peso (kg)	20x0.56		11.13
Totales	Longitud (m)	28.20	30.52	
	Peso (kg)	11.13	27.10	38.23
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	31.02	33.57	
	Peso (kg)	12.24	29.81	42.05
Referencias: [P1 - P32] y [P11 - P12]		B 500 SD, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)	2x7.20	14.40
	Peso (kg)	2x6.39	12.78
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)	2x7.20	14.40
	Peso (kg)	2x6.39	12.78
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.41	25.38
	Peso (kg)	18x0.56	10.02
Totales	Longitud (m)	25.38	28.80
	Peso (kg)	10.02	25.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.92	31.68
	Peso (kg)	11.02	28.12

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 SD, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m ³)		Encofrado (m ²)
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: [P18 - P17] y [P10 - P11]	2x8.57	2x24.02	65.18	2x0.62	2x0.16	2x3.12
Referencias: [P19 - P18], [P20 - P19], [P21 - P20], [P24 - P23], [P25 - P24], [P26 - P25], [P22 - P21], [P23 - P22], [P27 - P26], [P2 - P3], [P3 - P4], [P4 - P5], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P1 - P2], [P5 - P6] y [P6 - P7]	18x9.18	18x24.62	608.40	18x0.65	18x0.16	18x3.24
Referencias: [P32 - P31], [P31 - P30], [P30 - P29], [P28 - P27], [P29 - P28], [P16 - P17], [P15 - P16], [P14 - P15], [P13 - P14] y [P12 - P13]	10x12.24	10x29.81	420.50	10x0.88	10x0.22	10x4.38
Referencias: [P1 - P32] y [P11 - P12]	2x11.02	2x28.12	78.28	2x0.80	2x0.20	2x4.00
Totales	326.82	845.54	1172.36	23.28	5.82	116.40

5.2.3. Comprobación

Referencia: C.1 [P18 - P17] y [P10 - P11]

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm

-Armadura superior: 2Ø12

-Armadura inferior: 2Ø12

-Estribos: 1xØ8c/30

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm	Cumple

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

	Calculado: 8 mm	
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P19 - P18], [P20 - P19], [P21 - P20], [P24 - P23], [P25 - P24], [P26 - P25], [P22 - P21], [P23 - P22], [P27 - P26], [P2 - P3], [P3 - P4], [P4 - P5], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P1 - P2], [P5 - P6] y [P6 - P7] -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P32 - P31], [P31 - P30], [P30 - P29], [P28 - P27], [P29 - P28], [P16 - P17], [P15 - P16], [P14 - P15], [P13 - P14] y [P12 - P13] -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P1 - P32] y [P11 - P12]		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ANEJO Nº 6

GESTIÓN DE RESIDUOS

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

ANEJO 6

GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
2. ANTECEDENTES.....	6
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN	7
4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	16
4.1 Clasificación y descripción de los residuos	16
4.2 Estimación de la cantidad de recursos	20
5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	22
5.1 En fase de proyecto	22
5.2 En fase de programación de la obra.....	23
6. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN.....	25
7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.....	25
8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	27
9. COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RCD.....	29

1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas:

- Artículo 45 de la Constitución Española artículo 45 de la Constitución Española.
- La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- LEY 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana de PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT.

Al presente Proyecto le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, según el art. 3.1., por producirse residuos de construcción y demolición como: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genera en la obra de construcción o demolición, y que en generalmente, no es peligroso, no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta

negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

En la misma obra no se generan los siguientes residuos:

a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.

c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les han sido de aplicación el R. D. 105/2008 en aquellos aspectos no contemplados en

aquella legislación. También le es de aplicación en virtud del art. 3.1., de la Ley 10/2000, quien establece que de conformidad con lo dispuesto con carácter básico por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, la citada ley será de aplicación a todo tipo de residuos que se originen o gestionen en el ámbito territorial de la Comunidad Valenciana.

Es por ello que se generan según el art. 4.1., de la Ley 10/2000, cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse, perteneciente a alguna de las categorías que se incluyen en el anexo 1 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), así como en el Catálogo Valenciano de Residuos.

En la Comunidad Valenciana se estará a lo dispuesto por la Entidad de Residuos de la Comunidad Valenciana, adscrita a la Conselleria competente en Medio Ambiente. Las funciones de la Entidad de Residuos regulada en el capítulo II del título I de la ley 10/2000, hasta el momento en que el Gobierno Valenciano apruebe su Estatuto, se desarrollarán por la Dirección General de Educación y Calidad Ambiental, de la Conselleria de Medio Ambiente.

Tal y como determina el art. 22., de la Ley 10/2000, en la Comunidad Valenciana las actividades tanto públicas como privadas de gestión de residuos se ejecutarán conforme a los planes de residuos aprobados por las administraciones públicas competentes.

Los planes de residuos aplicables son: Plan Integral de Residuos, Planes Zonales de Residuos, Planes Locales de Residuos. En la localidad citada donde se ubica la obra no se ha redactado ninguno de los citados planes.

El presente ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, se redacta por la imposición dada en el art. 4.1. a)., del R. D. 105/2008, sobre las *“Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición”*, que deberá incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Además en su art. 4. 2., del R. D. 105/2008, determina que en el caso de obras de edificación, cuando se presente un proyecto básico para la obtención de la licencia urbanística, dicho proyecto contendrá, al menos, los documentos referidos en los números 1.º, 2.º, 3.º, 4.º y 7.º de la letra a) y en la letra b) del apartado 1.

2. ANTECEDENTES

El Presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de edificación terciaria si uso específico de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

El presente estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El Proyecto define la construcción de un edificio terciario industrial. Sus especificaciones concretas y las mediciones en particular constan en el documento general del Proyecto al que el presente Estudio complementa.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN

Los Agentes Intervinientes en la Gestión de los Residuos de la Construcción del presente edificio son:

A) El productor de residuos de construcción y demolición (Promotor):

El Promotor es el PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demolición. También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En aplicación del art. 46., de la Ley 10/2000, y sin perjuicio de los registros ya existentes en materia de producción de residuos peligrosos, se crea el Registro de Productores de Residuos de la Comunidad Valenciana. El registro se compone de dos secciones: la sección primera, en la que se inscribirán todas aquellas personas físicas o jurídicas autorizadas para la producción de los residuos peligrosos, y la sección segunda, en la que se inscribirán todas aquellas personas o entidades autorizadas para la producción de los residuos no peligrosos que planteen excepcionales dificultades para su gestión.

B) El poseedor de residuos de construcción y demolición (constructor):

El contratista principal es el POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un GESTOR DE RESIDUOS o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

MATERIAL	CANTIDADES MÍNIMAS SEGÚN RD 105/2008
Hormigón	80t
Ladrillos, tejas, cerámicos	20t
Metal	2t
Madera	1t
Vidrio	1t
Plástico	0,5t
Papel y cartón	0,5t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma, la ENTIDAD DE RESIDUOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA, en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, del R. D. 105/2008, la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Los planes sobre residuos de construcción y demolición o las revisiones de los existentes que, de acuerdo con los apartados 4 y 5 del artículo 5 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, aprueben las comunidades autónomas o las entidades locales, contendrán como mínimo:

a) La previsión de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se producirán durante el período de vigencia del plan, desglosando las cantidades de residuos peligrosos y de residuos no peligrosos, y codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya.

b) Los objetivos específicos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como los plazos para alcanzarlos.

c) Las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, incluidas las medidas de carácter económico.

d) Los lugares e instalaciones apropiados para la eliminación de los residuos.

e) La estimación de los costes de las operaciones de prevención, valorización y eliminación.

f) Los medios de financiación.

g) El procedimiento de revisión.

Los productores y poseedores de residuos urbanos o municipales estarán obligados a entregarlos a las entidades locales o, previa autorización de la entidad local, a un gestor autorizado o registrado conforme a las condiciones y requisitos establecidos en las normas reglamentarias de la Generalitat y en las correspondientes ordenanzas municipales, y, en su caso, a proceder a su clasificación antes de la entrega para cumplir las exigencias previstas por estas disposiciones.

Las entidades locales adquirirán la propiedad de los residuos urbanos desde su entrega y los poseedores quedarán exentos de responsabilidad por los daños que puedan causar tales residuos, siempre que en su entrega se hayan observado las correspondientes ordenanzas y demás normativa aplicable.

Las entidades locales, en el ámbito de sus competencias, estarán obligadas a cumplir los objetivos de valorización fijados en los correspondientes planes locales y autonómicos de residuos, fomentando el reciclaje y la reutilización de los residuos municipales originados en su ámbito territorial.

Las entidades locales competentes podrán obligar a los productores y poseedores de residuos urbanos distintos a los generados en los domicilios particulares, y en especial a los productores de residuos de origen industrial no peligroso, a gestionarlos por sí mismos o a entregarlos a gestores autorizados.

C) GESTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El GESTOR será la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, después de su cierre, así como su restauración ambiental (GESTIÓN) de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento,

se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

En aplicación del art. 52 de la Ley 10/2000, se crea el Registro General de Gestores Autorizados de Residuos de la Comunidad Valenciana, adscrito a la conselleria competente en medio ambiente. En el registro constarán, como mínimo, los siguientes datos: Datos acreditativos de la identidad del gestor y de su domicilio social. Actividad de gestión y tipo de residuo gestionado. Fecha y plazo de duración de la autorización, así como en su caso de las correspondientes prórrogas.

Las actividades de gestión de residuos peligrosos quedarán sujetas a la correspondiente autorización de la Conselleria competente en Medio Ambiente y se registrarán por la normativa básica estatal y por lo establecido en esta ley y normas de desarrollo.

Además de las actividades de valorización y eliminación de residuos sometidas al régimen de autorización regulado en el artículo 50 de la Ley 10/2000, quedarán sometidas al régimen de autorización de la Conselleria competente en Medio Ambiente las actividades de gestión de residuos peligrosos consistentes en la recogida y el almacenamiento de este tipo de residuos, así como su transporte cuando se realice asumiendo el transportista la titularidad del residuo. En todo caso, estas autorizaciones

quedarán sujetas al régimen de garantías establecido en el artículo 49 de la citada Ley.

Cuando el transportista de residuos peligrosos sea un mero intermediario que realice esta actividad por cuenta de terceros, deberá notificarlo a la Conselleria competente en Medio Ambiente, quedando debidamente registrada en la forma que reglamentariamente se determine.

Los gestores que realicen actividades de recogida, almacenamiento y transporte quedarán sujetos a las obligaciones que, para la valorización y eliminación, se establecen en el artículo 50.4 de la Ley 10/2000, con las especificaciones que para este tipo de residuos establezca la normativa estatal.

4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

4.1 Clasificación y descripción de los residuos

Se va a proceder a practicar una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos:

A continuación se describe para cada tipo de residuos de construcción y demolición (RCD) que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por

Orden MAM/304/ 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

La estimación de residuos no tiene en cuenta residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de la Obra.

En esta estimación de recursos no se prevé la generación de residuos peligrosos como consecuencia del empleo de materiales de construcción que contienen amianto y en concreto, chapas de fibrocemento. Así mismo no es previsible la generación de otros residuos peligrosos derivados del uso de sustancias peligrosas como disolventes, pinturas, etc. y de sus envases contaminados si bien su estimación habrá de hacerse en el Plan de Gestión de Residuos cuando se conozcan las condiciones de suministro y aplicación de tales materiales.

<i>A.1.: RCDs Nivel I</i>	<i>Código</i>	<i>En obra</i>
1. Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	Sí
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06	
Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	17 05 08	

<i>A.2.: RCDs Nivel II</i>	<i>Código</i>	<i>En obra</i>
RCD: NATURALEZA NO PÉTREA		
1. Asfalto		
Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02	
2. Madera		
Madera	17 02 01	
3. Metales (incluidas sus aleaciones)		

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Cobre, bronce, latón	17 04 01	
Aluminio	17 04 02	Sí
Plomo	17 04 03	
Zinc	17 04 04	
Hierro y Acero	17 04 05	Sí
Estaño	17 04 06	
Metales Mezclados	17 04 07	
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	Sí
4. Papel		
Papel	20 01 01	
5. Plástico		
Plástico	17 02 03	Sí
6. Vidrio		
Vidrio	17 02 02	Sí
7. Yeso		
Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	17 08 02	
RCD: NATURALEZA PÉTREA		
1. Arena, grava y otros áridos		
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el 01 04 07	01 04 08	Sí
Residuos de arena y arcilla	01 04 09	Sí
2. Hormigón		
Hormigón	17 01 01	Sí
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del 17 01 06	17 01 07	
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
Ladrillos	17 01 02	
Tejas y Materiales Cerámicos	17 01 03	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del 17 01 06	17 01 07	
4. Piedra		
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	Sí
RCD: POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS		
1. Basuras		
Residuos biodegradables	20 02 01	
Mezclas de residuos municipales	20 03 01	Sí
2. Potencialmente peligrosos y otros		

Concurso para el Proyecto de estructura de nave industrial sin uso específico en el Polígono Industrial Carretera Albalat, Alzira (Valencia): Solución con estructura de hormigón.

Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas	17 01 06	
Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	
Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	
Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03	
Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	17 04 10	
Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01	
Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03	
Materiales de construcción que contienen Amianto	17 06 05	
Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	
Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04	Sí
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05	
Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	17 05 07	
Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02	
Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	13 02 05	
Filtros de aceite	16 01 07	
Tubos fluorescentes	20 01 21	
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	
Pilas botón	16 06 03	
Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10	
Envases vacíos de plástico contaminados	15 01 10	
Sobrantes de pintura	08 01 11	Sí
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	Sí
Sobrantes de barnices	08 01 11	Sí
Sobrantes de desencofrantes	07 07 01	Sí
Aerosoles vacíos	15 01 11	Sí
Baterías de plomo	16 06 01	
Hidrocarburos con agua	13 07 03	

RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	Sí
---	----------	----

Para la Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos, en función de las categorías determinadas en las tablas anteriores, para la Obra Nueva y en ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de manejarse con parámetros estimativos con fines estadísticos de 20'00 cmrs de altura de mezcla de residuos por m₂ construidos según usos con una densidad tipo del orden de 1'50 tn/m₃ a 0'50 tn/m₃

4.2 Estimación de la cantidad de recursos

Para la Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos, en función de las categorías determinadas en las tablas anteriores, para la Obra Nueva y en ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de manejarse con parámetros estimativos con fines estadísticos de 20'00 cmrs de altura de mezcla de residuos por m² construidos según usos con una densidad tipo del orden de 1'50 tn/m³ a 0'50 tn/m³.

RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA				
EDIFICIO	S m ² Superficie construida	V m ³ volumen de residuos (Sx0,2)	d Densidad tipo	Tn Toneladas de residuo (Vxd)
NAVE INDUSTRIAL	2652,8	530,56	1,50	795,84
Total Tn				795,84

Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs					
	%	T	d	R	Vt
	% del peso total	Toneladas brutas de cada tipo de RCD	Densidad media (T/m ³)	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de residuos (m ³)
RCD: Naturaleza no pétreo					
1.Asfalto	0,00%	0,00	1,30	0,00%	0,00
2.Madera	0,00%	0,00	0,6	0,00%	0,00
3.Metales	9,81%	53,37	1,50	0,00%	35,58
4. Papel	0,00%	0,00	0,90	0,00%	0,00
5.Plástico	14,91%	81,11	0,90	0,00%	90,12
6.Vidrio	0,72%	3,92	1,50	0,00%	2,61
7.Yeso	0,00%	0,00	1,20	0,00%	0,00
Subtotal estimación	25,44%	138,39	1,13	0,00%	128,31
RCD: Naturaleza pétreo					
1.Arena,grava y otros áridos	15,86%	86,28	1,50	0,00%	57,52
2.Hormigón	31,26%	170,05	2,50	0,00%	68,02
3.Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00%	0,00	1,50	0,00%	0,00
4.Piedra	13,02	70,83	1,50	0,00%	47,22
Subtotal estimación	60,14%	327,16	1,75	0,00%	172,76
RCD: Basuras, potencialmente peligrosos y otros					
1.Basuras	8,97%	48,80	0,90	0,00%	54,22
2.Potencialmente peligrosos y otros	5,45%	29,59	0,50	0,00%	59,19
Subtotal estimación	14,42%	78,39	0,70	0,00%	113,41

TOTAL estimación cant. RCDs	100%	543,95	1,25	0,00%	414,48
	%	t	d(t/m ³)	R%	Vt(m ³)

5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

5.1 En fase de proyecto

En fase de proyecto se deben prever la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a generar.

Se deben optimizar las secciones resistentes de los elementos constructivos que forman el grueso de la obra con el objeto de emplear menos recurso y, por lo tanto, originar menos residuos.

El proyecto se debe ajustar a criterios de coordinación dimensional respetando los formatos modulares de los materiales y elementos constructivos utilizados.

Se usarán elementos prefabricados e industrializados, ya que se montan en obra sin apenas transformaciones que originen residuos.

Los elementos constructivos del cerramiento exterior e interior han de ser resueltos mediante yuxtaposición de capas de materiales adecuados para de este modo facilitar la recuperación selectiva de materiales homogéneos durante los procesos de construcción mantenimiento o derribo.

Se trata de que la propia obra sea el lugar de digestión de todos los residuos que origina.

Incluir aquellas propuestas del constructor que tengan la finalidad de minimizar, reutilizar y clasificar residuos de obra. En este sentido, y siempre que sea posible, resulta conveniente organizar reuniones informativas ente la Dirección facultativa y la empresa constructora para determinar aquellos aspectos del proyecto de edificación susceptibles de ser mejorados para conseguir minimizar y mejorar la gestión de los residuos.

Limitar y controlar la utilización de materiales potencialmente tóxicos, tales como fluidificantes, desencofrantes, líquidos de curado del hormigón, pinturas, etc.

Proponer alternativas o limitar el empleo de técnicas que generen una gran cantidad de residuos, como, por ejemplo, el enyesado.

5.2 En fase de programación de la obra

Para prevenir la generación de residuos se prevé la instalación de una caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor. Dicha caseta está ubicada en el plano que compone el presente Estudio de Residuos.

Es necesario optimizar la cantidad de materiales, ajustándolos a los estrictamente necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de más recursos sobrantes de ejecución.

Es necesario prever el acopio de materiales fuera de las zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta

el momento de su utilización. Con el fin de evitar que la rotura de las piezas de lugar a residuos.

Los residuos originados deben ser gestionados de la manera más eficaz para reducir la cantidad y mejorar su valorización. Para lograrlo, es necesaria la aplicación de un Plan de residuos que optimice y planifique esta gestión.

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior.

Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de un contenedor adecuado cuya ubicación se señala en el plano que compone el presente Estudio. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.

Para separar los mencionados residuos se dispondrán de contenedores específicos cuya recogida se preverá en el Plan de Gestión de Residuos específico. Para situar dichos contenedores se ha reservado una zona con acceso desde la vía pública en el recinto de la obra que se señalará convenientemente y que se encuentra marcada en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos.

Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

No obstante lo anterior, en el Plan de Gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos.

6. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación debido a la escasa cantidad de residuos generados. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizados para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

Los residuos se entregaran a un Gestor de Residuos de la Construcción no realizándose pues ninguna actividad de eliminación ni transporte a vertedero directa desde la obra.

En general los residuos que se generaran de forma esporádica y espaciada en el tiempo salvo los procedentes de las excavaciones que se generan de forma más puntual. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijara en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

MATERIAL	CANTIDADES MÍNIMAS SEGÚN RD
	105/2008
Hormigón	80t
Ladrillos, tejas, cerámicos	20t
Metal	2t
Madera	1t
Vidrio	1t
Plástico	0,5t
Papel y cartón	0,5t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma, la ENTIDAD DE RESIDUOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA, en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y

demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevara a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasara a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente,

en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinaran los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

9. COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RCD

La valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte, se atenderá a la distinta tipología de los RCDs, definidos anteriormente.

El Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto es de: 776.966,20€, es importante considerar que los Residuos de Construcción y Demolición, no se valoren por debajo del 2,0% del Presupuesto de la Obra. Con lo que la valoración para este porcentaje asciende a la cantidad de: 15.539,33 €.

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (cálculo de fianza)				
Tipología RCDs	Estimación (m ³)	Coste gestión(€/m ³)*	Importe (€)	% presupuesto de la obra
A.1: RCD de nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	530,56	4,50	2387,52	
Total Nivel I			2387,52	0,31%
A.2: RCD de nivel II				
RCDs naturaleza pétreo	172,76	12,00	2073,12	
RCDs naturaleza no pétreo	128,31	15,00	1924,65	
RCDs potencialmente peligrosos	113,41	20,00	2268,2	
Total Nivel II			6265,97	0,81%
B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
B.1: % Presupuesto de obra hasta cubrir RCDs Nivel I				0,34%
B.2: % Presupuesto de obra (otros costes)				0,54%
Total B				2,0%
* El precio incluye la gestión en planta, en vertedero, en cantera y del gestor. Incluye también el transporte de tierras y escombros				

Respecto para los RCDs de Nivel II, se utilizarán los datos obtenidos en el Punto nº 4, ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

El factor “B1”, se adopta si el coste de movimiento de tierras y pétreos del proyecto supera al límite superior de fianza, se asigna un % del Presupuesto de la obra, hasta cubrir dicha partida.

Respecto al cálculo del factor “B2”, se valora estimativamente que dichos costes dependen en gran medida del modo de contratación y los precios finales conseguidos, con lo cual la mejor opción es la estimación de un % para el resto de costes de gestión, de carácter totalmente orientativo (que a su vez dependen de cada caso en particular, y del tipo de proyecto: obra civil, obra nueva, rehabilitación, derribo...). Se incluyen aquí partidas tales como: alquileres y portes (de contenedores ó recipientes); maquinaria y mano de obra (para separación selectiva de residuos, demolición selectiva, realización de zonas de lavado de canaletas...); medios auxiliares (sacas, bidones, estructura de residuos peligrosos....).