



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA DE OBRAS PÚBLICAS

Título del Proyecto:

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE "EL VILLAR DEL ARZOBISPO" (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Autor: Sergio Nadal Espejo

Tutor: Juan Navarro Gregori

4º CURSO GIOP

Valencia, septiembre 2016

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	3
2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	3
2.1 Objetivo del proyecto	3
2.2 Ubicación del proyecto	4
2.3 Alcance del proyecto	5
3. INFORMACIÓN DISPONIBLE Y CONDICIONANTES	6
3.1 Información previa	6
3.2 Condicionantes	7
4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	11
4.1 Materiales	11
4.2 Geometría	12
4.3 Cimentación	13
4.4 Cubiertas	14
4.5 Cerramientos	18
4.6 Forjados	21
4.7 Jácenas	22
4.8 Pilares	22
4.9 Ménsulas	23
5. MODELIZACIÓN Y CÁLCULO	24
5.1 Normativa	24
5.2 Modelización en CYPE	25
6. VALORACIÓN ECONÓMICA	32

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL
ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El autor del presente Trabajo Final de Grado (TFG), titulado: *Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Oficinas y Cava.* es Sergio Nadal Espejo, estudiante de Grado de Ingeniería de Obras Públicas en la Universidad Politécnica de Valencia. El trabajo forma parte del proyecto global llamado *Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia)*, que fue asignado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos (ETSICCP) por vía de concierto directo entre tutor y alumno, mediante el siguiente procedimiento:

Por iniciativa propia, el grupo de alumnos formado por Alejandro Tormos Riera, Carla Mínguez Martínez y Sergio Nadal Espejo, se ponen en contacto con D. Juan Navarro Gregori, profesor de la ETSICCP de la Universidad Politécnica de Valencia, para solicitar su tutoría en el desarrollo del TFG. Acordado el actual proyecto, los alumnos decidimos la distribución del mismo en tres partes y formalizamos la solicitud de aprobación del TFG en la aplicación informática habilitada para ello, el profesor es el responsable de confirmar la solicitud enviada por el alumno. El último paso para formalizar la solicitud fue su aprobación por parte del CAT.

2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

2.1 Objeto del proyecto

El objetivo del presente proyecto es el diseño de un nuevo edificio de oficinas y una nueva bodega para el vino de la Cooperativa Agrícola de El Villar del Arzobispo. La antiguo edificio de la Cooperativa se ubicaba en lo que actualmente ya está emplazado en el casco urbano de la localidad, motivo por el cual la empresa solicitó un proyecto para llevar las instalaciones a la zona del polígono industrial de la localidad, alejada del núcleo urbano. En nuestro trabajo se muestra una alternativa a la opción que realmente se procedió a realizar.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

Las instalaciones aquí propuestas podrían albergar tanto actividades de producción en la bodega, como de administración en las oficinas y también de comercialización, puesto que la estructura dispone de un local de comercio para la venta al público del producto.

2.2 Ubicación del proyecto

El edificio proyectado se encuentra localizado en el nuevo emplazamiento de la empresa junto al resto de instalaciones diseñadas por los otros componentes del grupo de alumnos. Dichas instalaciones se ubican en un solar de 29194.9m² en la Avenida del Agricultor, en la localidad de Villar del Arzobispo, a 51.2 km de Valencia por la CV 35.

En las siguientes imágenes se muestra la ubicación y el trayecto desde la capital a la localidad de emplazamiento del proyecto.

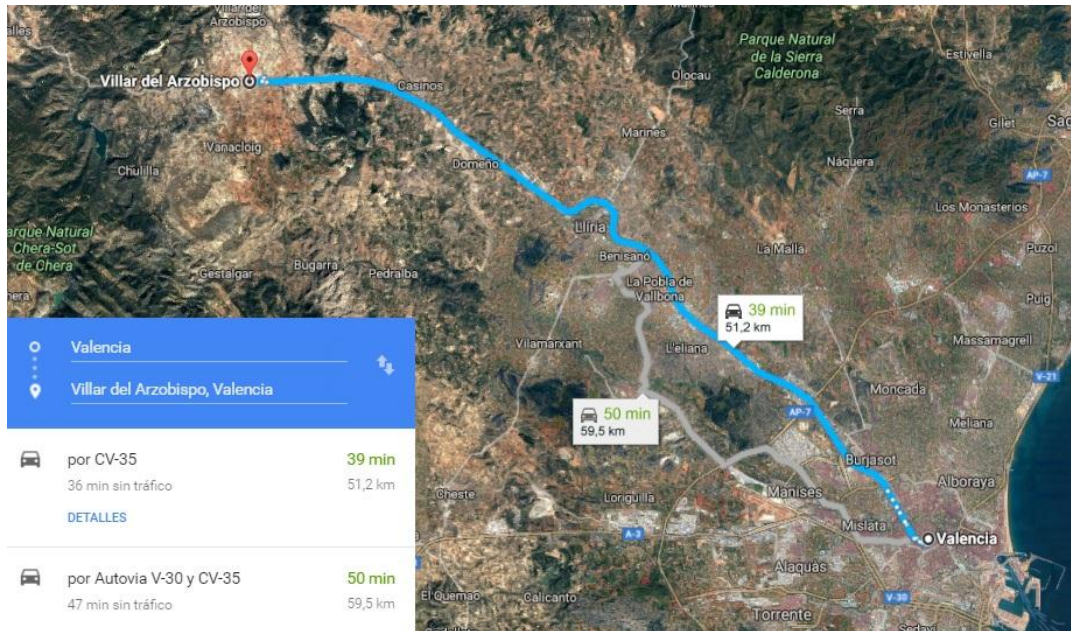


El círculo rojo señala el nuevo emplazamiento de la bodega respecto al núcleo urbano

ARZOBISPO" (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo



Trayecto por carretera entre Valencia y Villar del Arzobispo

2.3 Alcance del proyecto

La estructura estará formada por un edificio multiplanta cuya altura entre forjados y distancia entre pórticos vendrá determinada por los diferentes usos a los que se destinen sus diversas zonas.

Se ha contemplado la posibilidad de realizar la estructura con elementos prefabricados de hormigón o de acero, y se ha procedido a elegir el proveedor de materiales más adecuado para nuestro caso en concreto, teniendo en cuenta las características de los elementos, la economía de los mismos y la facilidad de suministro de la empresa proveedora.

Se ha analizado el sistema de cimentación que más se adapta a los elementos estructurales utilizados y a los datos geotécnicos del terreno.

Tras la elección de los elementos que conforman la estructura, se procede a su descripción geométrica, de materiales y a la comprobación de la capacidad resistente de los elementos más solicitados, cumpliendo la normativa vigente en cada caso y teniendo en cuenta la aplicación de cargas.

No se considera objeto del proyecto el diseño y el cálculo de instalaciones tales como la eléctrica y la de saneamiento, ni tampoco la distribución de la tabiquería y la colocación de las puertas y ventanas. Tampoco se contemplará el diseño y cálculo del muro adyacente a la estructura que realiza la contención del vial paralelo a la parcela en su lado norte. La escalera del edificio trata de un elemento de hormigón prefabricado, por lo tanto no se procederá a su diseño y cálculo, sin embargo si se tendrán en cuenta las acciones que su emplazamiento realiza sobre la estructura, por ello se dispondrá de una carga lineal sobre las jácenas en que la escalera apoyara que simulara la acción que una escalera de hormigón prefabricado realizaría sobre la estructura.

Dada la necesidad de mantener determinadas condiciones ambientales dentro de la zona de bodega, para conseguir escenarios óptimos para la de producción del vino, la tipología estructural escogida se ve condicionada por la necesidad de perfeccionar el rendimiento energético de la estructura.

3. INFORMACIÓN DISPONIBLE Y CONDICIONANTES

3.1 Información previa

Puesto que este trabajo es la alternativa a una solución que ya ha sido ejecutada, disponemos de acceso al proyecto que en su día se procedió a realizar, y por lo tanto nos proporcionan información en lo referente a las necesidades de espacio y de uso que nuestra estructura presenta los siguientes documentos:

- Proyecto de las estructuras actuales de la Cooperativa Agrícola del Villar del Arzobispo.
- Estudio Geotécnico en localización próxima al emplazamiento de la estructura.

3.2 Condicionantes

3.2.1 Tipo de solución estructural

En la elección de material de construcción para la estructura, hormigón prefabricado o acero estructural, serán determinantes los múltiples beneficios e inconvenientes que cada uno presenta.

Estructura de hormigón prefabricado

Ventajas del hormigón prefabricado:

- Construcción Industrializada: Los prefabricados de hormigón son productos a medida fabricados en plantas industriales que ofrecen todas las garantías tanto en funcionalidad como en calidad.
- Mínimo tiempo de ejecución: Los prefabricados de hormigón únicamente se montan en obra (no hay construcción in situ), lo que permite reducción de tareas auxiliares y mano de obra.
- Seguridad en su construcción y uso: La resistencia de los prefabricados de hormigón está garantizada desde la salida de la planta y a lo largo de toda la vida del producto.
- Durabilidad: Las materias primas empleadas y los controles de calidad de los productos acabados posibilitan una máxima durabilidad frente a otras opciones de construcción.
- Máxima resistencia: estructural, fuego... Los prefabricados de hormigón conservan todas sus características de resistencia incluso en situaciones adversas, por ejemplo, en incendios.
- Aislante acústico y térmico: Los prefabricados de hormigón mejoran el aislamiento acústico y optimización energética mediante la masa térmica.
- Excelente relación coste/beneficio: Los prefabricados de hormigón consiguen una reducción de tareas en todo el proceso de la construcción que redundará en un mejor balance entre la inversión y sus beneficios.

-Calidad controlada: La calidad del producto está avalada por la empresa fabricante, independiente de la ejecución.

-Versatilidad y diseño: Los prefabricados de hormigón se adaptan a cualquier necesidad técnica o de diseño y consiguen una alta competitividad en productos seriados.

-Sostenibilidad: El empleo de prefabricados de hormigón supone tener un óptimo control de impactos ambientales, sociales y económicos tanto durante la construcción como durante el uso y gestión posterior.

Desventajas del hormigón prefabricado:

-Manipulación y transporte: Los elementos sufren estados de carga transitorios en su transporte y colocación, izado y ajustes, que pueden afectar la resistencia estructural de la pieza. Deben ser respetados los gálibos de transportes en las carreteras, siendo ésta otra variable a tener en cuenta al armar las piezas pre-moldeadas.

-El acopio, manipulación y forma de transporte puede afectar a las piezas si estas operaciones no son efectuadas por personal capacitado.

-Sobre el montaje: Debe disponerse de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria.

-Sobre la fabricación: Debido a que este sistema debe enfrentarse a problemas a resolver durante los tiempos de fabricación y montaje, esto requiere de la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de obra.

-Coordinación de tareas para las instalaciones: es necesaria prever una buena coordinación a fin de evitar trabajos posteriores. Un error en la resolución de estos conflictos puede llevar al fracaso de la obra (uniones, tiempos, costes, resistencia estructural, etc.)

Estructura de acero

Ventajas del acero:

-Alta resistencia: Su alta resistencia en relación a su peso, permite la elaboración de estructuras ligeras.

-Homogeneidad: Las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

-Elasticidad: El acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar cierto punto donde los esfuerzos ya son considerables.

-Precisión dimensional: Los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

-Ductilidad: Esta cualidad dota al acero con la capacidad de deformarse considerablemente antes de entrar a un estado plástico o de rotura. Esta característica permite que los elementos estructurales de hormigón armado avisen su falla mediante agrietamientos.

-Tenacidad: El acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).

-Facilidad de unión con otros miembros: El acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.

-Rapidez de montaje: La velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.

-Disponibilidad de secciones y tamaños: El acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.

-Coste de recuperación: Las estructuras de acero de desecho, tienen un coste de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.

-Reciclable: El acero es un material 100 % reciclable además de ser totalmente degradable por lo que no contamina.

-Permite ampliaciones fácilmente: El acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.

-Se pueden prefabricar estructuras: El acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

El acero presenta contrariamente ciertas desventajas:

-Corrosión: Este sería el principal inconveniente del acero, y es que cuando se encuentra a la intemperie este se corroe con facilidad, por esto siempre se trata de proveerle con un recubrimiento, ya sea de un espesor de hormigón o de algún material específico para ello.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

-Calor, fuego: En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

-Pandeo elástico: Debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicos las columnas de acero.

-Fatiga: La resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

Solución adoptada

Como podemos observar por sus características, el hormigón prefabricado y el acero presentan muchas características positivas en común, como resistencia, montaje, industrialización del proceso, control y economía, pero el acero presenta ciertas desventajas que afectan a la durabilidad y resistencia, por lo que el material estructural preferente en el diseño de dicha estructura será el hormigón prefabricado.

3.2.2 Parcela y planeamiento vigente

La parcela en la que se ubica la estructura tiene una superficie de 29194.9m² en la Avenida del Agricultor, en el polígono industrial de San Vicente, en la localidad de Villar del Arzobispo, a 51.2 km de Valencia por la CV 35.

Nuestra parcela se localiza en la unidad de llanuras pre-litorales, donde predominan las mezclas de gravas, arcillas y arenas, y el relieve es generalmente llano. Se observa una formación margosa, entre limosa y arcillosa, con intercalaciones algo más arenosas, de tonos marrones a verdosos, con algunos nódulos calcáreos en su interior. No se ha detectado la presencia del nivel freático en los trabajos de campo efectuados.

En un emplazamiento cercano se ha tomado una muestra de suelo en el sondeo en el que se obtuvo un resultado del ion sulfato de 187 mg/kg, por lo que esta unidad geotécnica no presenta agresividad por sulfatos para el hormigón. A partir de los resultados obtenidos, se

recomienda una presión admisible de servicio de 200(KN/m²). Sería recomendable realizar un nuevo estudio geotécnico en el emplazamiento exacto del proyecto.

El planeamiento urbanístico vigente se recoge en el boletín oficial de la provincia de Valencia, en las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Villar del Arzobispo, el 3 de julio de 1997 por la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte. La edificación corresponde con el uso I2 industrial de grado 2. La situación del edificio corresponde con la de la tipología E, edificio industrial exclusivo e independiente rodeado de espacios libres con fachada a la calle.

La normativa exige como superficie de parcela mínima la cantidad de 500 m², con un frente mínimo de parcela de 12 m, la altura máxima edificable es de 8 m, planta baja más una altura. Tanto el tamaño de parcela como las dimensiones de nuestro edificio cumplen la normativa local vigente.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

4.1 Materiales

4.1.1 Hormigón:

La estructura está compuesta en su totalidad por elementos de hormigón prefabricado salvo la cimentación, por su rápido montaje, su buena durabilidad y calidad.

Por criterios de durabilidad:

En lo referente a la exposición relativa a la corrosión de las armaduras, nos encontramos con un ambiente de clase IIa para los elementos en el interior del edificio y IIb para los elementos de cerramiento, puesto que el origen de la corrosión es diferente al de los cloruros. Por tanto, según los criterios de durabilidad recogidos en la EHE para determinar la resistencia mínima característica del hormigón:

Tabla 37.3.2.b

Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición				
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—
	Armado	25	25	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35

Para el forjado de losa alveolar, por tratarse de un elemento pretensado, seleccionamos un HP-40/P/25/IIa, es de una resistencia superior a la necesaria, pero debido a criterios de eficiencia en la producción del hormigón pretensado, se usan hormigones de elevadas resistencias. En pilares, ménsulas cortas, jácenas de forjado y cerramientos seleccionamos un HA-30/B/20/IIa, puesto que algunos de estos elementos estarán en contacto con el exterior. En la cimentación seleccionamos un HA-25/B/40/IIa.

4.1.2 Acero pasivo:

En el mercado nacional el acero B 500 S es el más usado y fácil de adquirir, por ello será el tipo de acero pasivo empleado en pilares, paneles de cerramiento, jácenas y losa alveolar. El acero pasivo empleado en las capas de compresión de los forjados es el B 500 T, como es habitual en este tipo de elementos.

4.1.3 Acero activo:

El tipo de acero activo que usaremos en las losas alveolares es el Y 1860 C, con un $f_y=1581$ N/mm².

4.2 Geometría

El edificio está formado por una edificación con estructura de pilares y forjados prefabricados. En la zona de bodega encontramos una altura entre forjados que permite el almacenaje y la manipulación de las barricas, mientras que la altura de forjados en la zona de oficinas se reduce a la mitad, y se añaden dos niveles más.

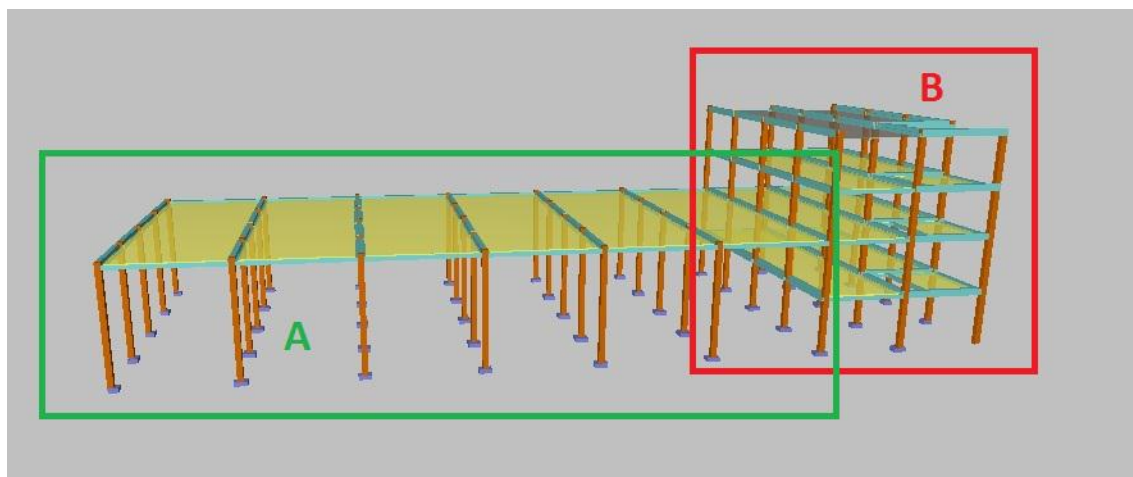


Imagen 3D del predimensionamiento de la estructura

La zona A, señalada por el rectángulo verde, es la destinada a la función de bodega, donde se almacenan las barricas. Por motivos de operatividad y desarrollo de las actividades a las que se destina esta parte de la estructura, la altura útil entre forjados es mayor que en el resto de la estructura. La estructura consta de 6 pórticos de 5 filas de pilares de hormigón prefabricados, con una distancia de 8 metros entre pórticos y 6m entre pilares, y con una cubierta vegetal extensiva.

La zona B, delimitada por el rectángulo rojo, es la destinada a zona comercial y administrativa de la cooperativa, puesto que en esta zona no es necesaria una altura útil tan elevada la distancia libre entre forjados se reduce a la mitad, permitiendo incluir un forjado intermedio y una altura más en esta parte de la estructura. Esta parte está formada por una cuadrícula de pilares de 6 por 6 metros y forjados de losa alveolar.

Para la producción de los elementos estructurales se ha seleccionado como proveedor la empresa PREFABRICADOS PUJOL SA.

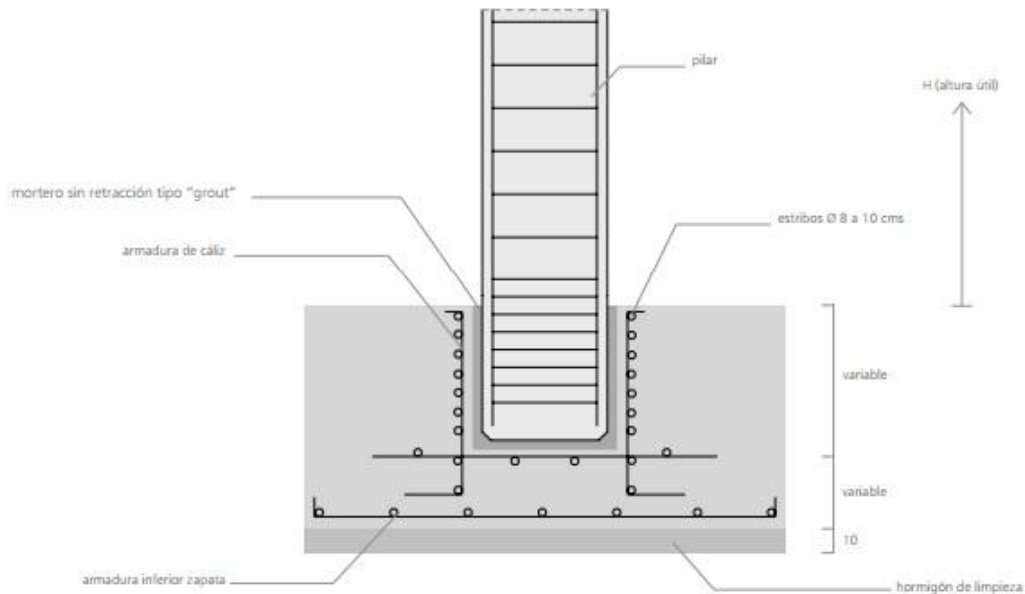
4.3 Cimentación

El sistema de cimentación será con zapata aislada de hormigón HA-25 armado con acero B 500S, según cuantías indicadas en el plano de cimientos. Las zapatas se realizarán in situ sobre encofrados para zapata en tipo cáliz, dado que los pilares son prefabricados y posteriormente se introducen en la zapata, como podemos observar en la imagen:

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo



Detalle de empotramiento de pilar prefabricado en zapata tipo caliz

Se procederá posteriormente al compactado, vibrado y curado por riego del hormigón. Se situará en la parte inferior de la zapata sobre el terreno una capa de hormigón de limpieza. Se procederá a la ejecución de vigas de atado y centradoras para que las zapatas trabajen conjuntamente.

4.4 Cubiertas

4.4.1 Cubierta ajardinada extensiva en segundo forjado

El motivo de elección de este tipo para la zona de cubierta del segundo forjado es porque en su parte inferior alberga la bodega donde se encuentran las barricas de vino, y por tanto es una zona que debe cumplir unos requisitos térmicos, de humedad y luz que pueden afectar al proceso de producción del vino.

Es por ello que aparte del aspecto estético, este tipo de cubierta aporta múltiples beneficios como:

- Mayor eficiencia energética
- Incremento de la durabilidad de la membrana impermeabilizante

-Reducción de ruidos

-Apoyo en fortalecimiento de imagen y comercialización

Dentro del mercado de este tipo de elemento, hemos seleccionado esta tipología de cubierta proporcionada por la empresa DANOSA.

En las tablas de la página siguiente se reflejan las características de estas cubiertas.

Cubierta plana ajardinada extensiva (ecológica)

Impermeabilización con lámina sintética

FICHA IMS08	
Designación	-
Pendiente	0 - 5%
Membrana	Monocapa
Unión	No Adherida
Protección	Pesada
Soporte resistente	Forjado
Soporte base	Material de pendiente
Aislante	DANOPREN 40 **
Lámina	DANOPOL FV 1,2
Drenaje	-
Acabado	Ajardinado
Peso*	≈550 Kg/m ²
Espesor*	≈60 cm.
Aislamiento térmico*	$U \leq 0,49 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Aislamiento acústico a ruido aéreo*	$R_A=58,5 \text{ dBA}$
Aislamiento acústico a ruido de impacto*	No procede
Resistencia al fuego*	$R > 120$
Comportamiento a fuego externo*	No procede

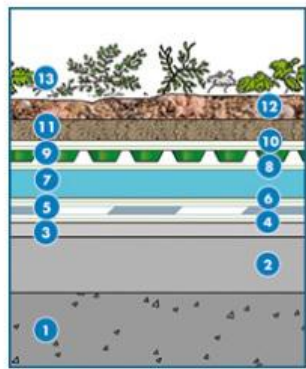
* Estos datos corresponden a la sección constructiva descrita en el precio simplificado de esta solución, adoptando como soporte resistente un forjado unidireccional de espesor 25+5 cm. enlucido inferiormente con 1,5 cm. de yeso.

** En aislamiento térmico se ha optado por el ejemplo más común, no obstante el espesor del material dependerá de la zona climática donde se sitúe el edificio, por lo que deberá realizarse el cálculo correspondiente para el cumplimiento del C.T.E.

Características de la solución de cubierta ajardinada extensiva de DANOSA

Cubierta plana ajardinada extensiva (ecológica)

Impermeabilización con lámina sintética



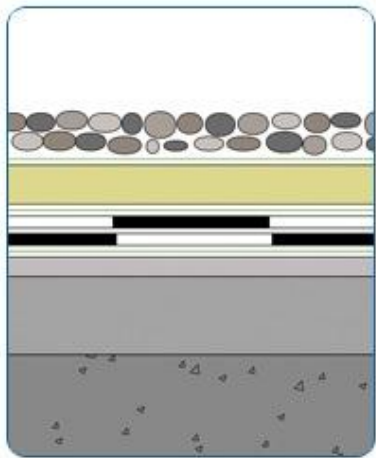
Este detalle constructivo es solo orientativo.

- 1.- Soporte resistente
- 2.- Formación de pendientes
- 3.- Capa de mortero de regularización
- 4.- Capa antipunzonante geotextil DANOFELT PY 300
- 5.- Lámina impermeabilizante DANOPOL FV 1.2 LIGHT GREY
- 6.- Capa separadora geotextil DANOFELT PY 300
- 7.- Aislamiento térmico DANOPREN TR 30
- 8.- Capa separadora geotextil DANOFELT PY 200
- 9.- Lámina retenedora Ajardinada Extensiva (ecológica)
- 10.- Capa filtrante geotextil DANOFELT PY 200
- 11.- Capa de Sustrato Ecoter
- 12.- Capa de Roca volcánica
- 13.- Plantas Tipo Sedum

Detalle de la solución de cubierta ajardinada extensiva de DANOSA

4.4.2 Cubierta invertida con gravas

Para la cubierta del cuarto forjado, tratándose de una cubierta plana accesible solo para el mantenimiento, se adoptara la solución de cubierta invertida plana con gravas. La empresa que suministrará los elementos necesarios para su realización será DANOSA, al igual que en la cubierta anterior. En la siguiente imagen y tabla se muestran las características técnicas de la cubierta:



Detalle de la solución de cubierta plana con gravas de DANOSA

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

Cubierta plana no transitable, con grava (invertida) (bicapa)

Impermeabilización Bicapa con Soplete.

FICHA IM10	
Designación	PA-8
Pendiente	0 - 5%
Membrana	Bicapa
Unión	Adherido
Protección	Pesada
Soporte resistente	Forjado
Soporte base	Material de pendiente
Aislante	DANOPREN 50**
Lámina superior	ESTERDAN 30 P ELAST/POL
Lámina inferior	GLASDAN 30 P ELAST/POL
Drenaje	-
Acabado	Grava
Peso*	≈ 540 Kg/m ²
Espesor*	≈ 54 cm.
Aislamiento térmico*	$U \leq 0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$
Aislamiento acústico a ruido aéreo*	$R_A = 58 \text{ dBA}$
Aislamiento acústico a ruido de impacto*	NO PROCEDE
Resistencia al fuego*	$R > 120$
Comportamiento a fuego externo*	NO PROCEDE

Características de la solución de cubierta plana con gravas de DANOSA

Ventajas del sistema de cubierta invertida con gravas

Las ventajas son:

- Reduce los riesgos de daños mecánicos que afecten a la estanqueidad de la membrana y facilita su localización si fuese el caso.
- Aseguran mejor la estanqueidad al llevar doble solape.
- La combinación de una lámina con armadura de fibra de vidrio y otra con armadura de fieltro de poliéster aporta a la membrana las mejores prestaciones: estabilidad dimensional y resistencia mecánica.

Normativa

La normativa que regula estos materiales es la UNE 104-402/96, cumple los requisitos del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.). Las láminas, geotextiles y aislamiento térmico disponen del marcado CE. Dispone de DIT ESTERDAN PENDIENTE CERO Nº 550/10.

4.5 Cerramientos

El edificio tendrá dos tipos de cerramientos en los dos primeros forjados el cerramiento consistirá en placas de hormigón prefabricado, puesto que en estos forjados buscamos aislar al máximo el interior del edificio de la climatología y luz exterior, para los forjados tercero y cuarto, correspondientes a zona administrativa y comercial, buscamos aprovechar la luz natural y las vistas al paisaje desde el interior de la oficina, por ello el cerramiento de esta parte estará constituido por cerramientos en vidrio.

4.5.1 Cerramiento muro cortina

El cerramiento de la zona de oficinas se realizara mediante un muro cortina, compuesto por una estructura auxiliar que se encuentra anclada a la estructura del edificio, sobre la que se acoplan elementos de cerramiento de bajo peso y delgado espesor, pero que cumplen las exigencias del CTE, fijados a la estructura resistente sin ser parte constitutiva de la misma.

Esta fachada ligera es una estructura que transmite a la principal los esfuerzos estáticos y dinámicos que actúan sobre ella. El peso aproximado de la misma está entre 50 y 75 kg/m², y su espesor es de aproximadamente 10 cm.

El cerramiento está constituido por una combinación de elementos resistentes metálicos, una amplia variedad de acristalamientos transparentes y zonas generalmente opacas, realizadas en elementos de relleno que pueden ser de distintos materiales, como maderas, vidrios, plásticos, etc.

Tal como todos los cerramientos exteriores, los muros cortina deben cumplir las condiciones generales que la normativa vigente indica para estos cerramientos. Por ello debe garantizar la estanqueidad, su aislación térmica y acústica.

4.5.2 Cerramiento de hormigón prefabricado

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

Los paneles prefabricados de fachada, para edificios multiplanta, son sistemas de cerramiento de hormigón armado que pueden hacer una función meramente de revestimiento, o bien pueden considerarse como estructurales en el cálculo del edificio. En nuestro caso los paneles de cerramiento serán elementos autoportantes apoyados sobre las vigas de atado de la cimentación, que además irán anclados a la estructura.

El sistema de fabricación altamente industrializado, permite conseguir unos acabados uniformes y de gran calidad, aportando una mayor rapidez en la ejecución de la obra, en comparación a los cerramientos tradicionales ‘in situ’. Existen diferentes tipos de terminación de los paneles: hormigón liso, árido visto y hormigón texturizado.

Las grandes posibilidades de combinación de los diferentes tipos de paneles nos permiten diseñar cualquier proyecto, independientemente de su complejidad, pudiendo colocarse en disposición vertical y horizontal, y permitiendo realizar huecos de diferentes formas y dimensiones, según las necesidades propias de cada obra.

Para el suministro de dicho elemento seleccionamos a la empresa PREFABRICADOS PUJOL, cuyas características del panel de cerramiento podemos observar a continuación:

ESPESOR (cm)	TIPO DE PARED	ANCHO STANDARD (mts)	LONGITUD MÁXIMA (mts)	COLOCACIÓN	UBICACIÓN	PESO (kg/m ²)	ALTURA MÁXIMA (mts)
e = 20	aligerada*	2,40	12,00	horizontal / vertical	exterior / interior	350	12 + reg

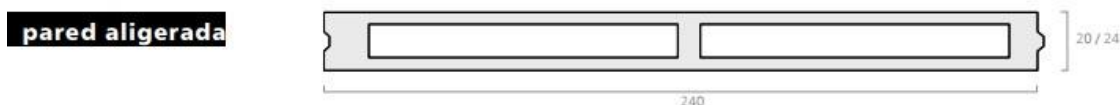


Imagen del catálogo de cerramientos de PREFABRICADOS PUJOL S.L.

Para aumentar la eficiencia de la estructura, estos paneles de hormigón irán revestidos por la cara exterior mediante una fachada ventilada de elementos metálicos. La fachada ventilada se caracteriza por permitir la circulación de aire a través de la misma, de manera que este sirve de colchón térmico. Esta solución constructiva permite un mayor confort y un ahorro energético de un 30% (aprox.) frente a las fachadas convencionales.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

El funcionamiento de la fachada ventilada responde a un mecanismo inherente a la misma, su relación con el ambiente exterior. La fachada ventilada entra en funcionamiento en el momento en el que la superficie exterior del cerramiento intercambia energía con la cámara de aire. Una vez el aire de la cámara aumenta su temperatura se inicia el siguiente proceso:

- La radiación solar procedente del exterior, incide sobre la envolvente de fachada aumentando su temperatura.
- Los distintos sistemas de fachada compuestos por elementos metálicos, transmiten este calor por radiación a la cámara de aire.
- El aire de la cámara se calienta, aumenta de volumen y asciende a lo largo de la cámara por convección. Mediante este proceso se genera una sobrepresión en la parte superior de la cámara que induce a la expulsión del aire caliente.
- De la misma forma, en la parte inferior de la cámara de aire se genera una depresión que induce a la succión de aire exterior, y por lo tanto más frío.
- Dicho mecanismo de funcionamiento se mantiene durante el período en el que la piel exterior intercambie energía con el aire interior de la cámara.

A continuación podemos observar una tabla con las características geométricas y peso unitario de las piezas:

BANDEJA ESTÁNDAR							
Ancho Útil mm		131	193	298	115	177	282
Espesor mm	0,6	8,99	7,56	6,57	10,17	8,24	6,95
	0,7	10,45	8,86	7,68	11,91	9,66	8,12
	0,8	11,98	10,10	8,75	13,65	11,01	9,25
	1	14,96	12,64	10,97	17,04	13,78	11,59
Canto mm		30			50		
Longitud m		1 m. ≥ 6 m			1 m. ≥ 6 m		
Junta mm	con junta sin junta	15 mm.			15 mm		

Imagen del catálogo de láminas metálicas de INCOPERFIL S.L.

El bajo peso de la estructura de la fachada ventilada es resistido por el panel de hormigón, el cual transmite todos los esfuerzos al terreno, ya que actúa como elemento estructural autoportante. Por tanto únicamente debe anclarse el panel a los pilares y forjados de la estructura para resistir los esfuerzos horizontales del viento. El método empleado para anclar estos paneles es mediante el uso de anclajes para paneles de fachada.

4.6 Forjados

La estructura está compuesta por cuatro forjados destinados a diferentes usos, tanto administrativo como comercial, como estructura portante en cubiertas. La tipología de forjado seleccionada, puesto que se trata de una estructura de hormigón prefabricado, es de losa alveolar.

Estas placas alveolares pretensadas ofrecen una gran resistencia y permiten luces adecuadas a la tipología de estructura que presentamos. Por ello recurrimos a la empresa PREFABRICADOS PUJOL para realizar el encargo de dicho elemento. Consultando su catálogo de productos encontramos la losa alveolar de canto 25cm con las siguientes características:

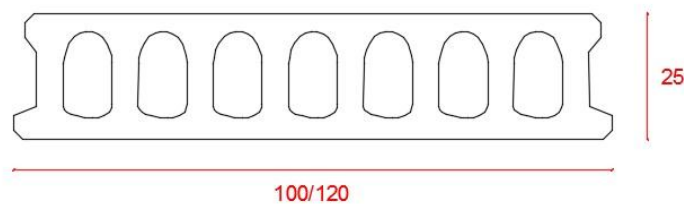


Imagen del catálogo de losas alveolares de PREFABRICADOS PUJOL S.L.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE "EL VILLAR DEL ARZOBISPO" (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

Canto total del forjado	(C) 30 cm			
Ancho de la placa	(A) 1200 mm			
Espesor de la capa de compresión	(E) 5 cm	Homigón de la placa:		
Ancho mínimo de la placa	300 mm	HA-40, Yc=1.5		
Peso propio	0.505 t/m²	Homigón de la capa y juntas:		
Volumen de homigón	0.059 m³/m²	HA-25, Yc=1.5		
Entrega (mín)	10 cm	(máx)	15 cm	Acero de negativos:
Entrega lateral	5 cm			B 500 S, Ys=1.15

Estas losas apoyarán sobre jácenas de forjado rectangular, en la zona de oficinas los cuatro forjados mantienen una separación entre pórticos de 6m, es por ello que las losas alcancen esa luz, sin embargo en la zona de bodega los pórticos amplían su distancia entre si hasta alcanzar los 8 metros, lo cual no supone ningún problema para la estabilidad y resistencia de la losa que puede sin ningún problema alcanzar esta luz.

4.7 Jácenas

Para las jácenas dispondremos de vigas rectangulares, para ello recurrimos también a la empresa PREFABRICADOS PUJOL para realizar el encargo de dicho elemento. Las jácenas salvarán los 6 metros de luz que existen entre los pilares a lo largo de toda la estructura, y se colocaran bajo forjado biapoyadas sobre ménsulas cortas salientes de los pilares.

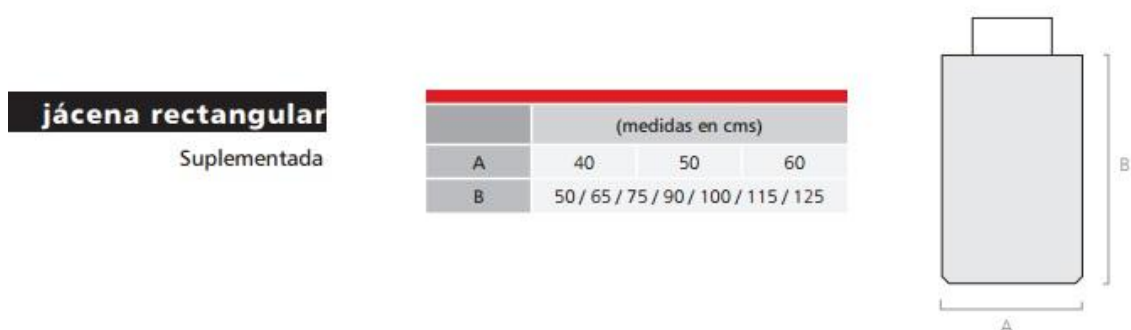


Imagen del catálogo de jácenas para forjado de PREFABRICADOS PUJOL S.L.

El peso propio de éstas dependerá de sus dimensiones que como se determinará posteriormente en el anejo de cálculo corresponde a las dimensiones de $A=50\text{cm}$ y $B=60\text{cm}$, por tanto tendrán un peso de 7.2 k N/ml .

4.8 Pilares

Existen en la estructura dos grupos de pilares, el primero alcanza desde la cimentación al segundo forjado, sin forjados intermedios, con una altura de 8 metros, y el segundo grupo alcanzara desde la cimentación hasta el cuarto forjado, soportando todo el peso de los forjados intermedios y transmitiendo las cargas hasta las zapatas.

La tipología de estos pilares será también de hormigón prefabricado, y constara de ménsulas prefabricadas a la altura de cada forjado que transmitirán los esfuerzos desde las jácenas hasta el pilar.

La empresa suministradora de dichos elementos continúa siendo PREFABRICADOS PUJOL S.L. En su catálogo encontramos varias opciones en cuanto a la dimensión de los mismos, por ello observamos las siguientes opciones:

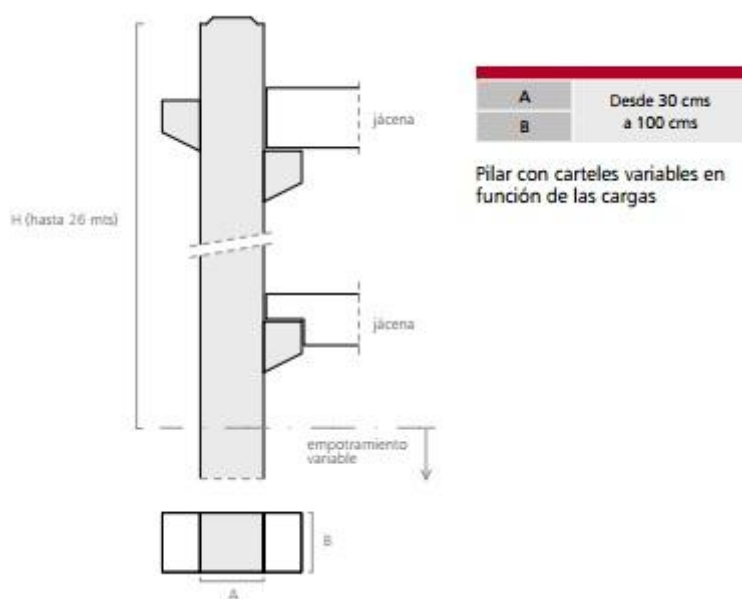
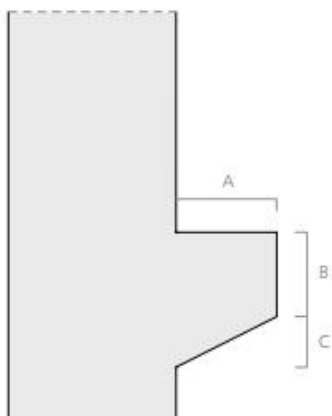


Imagen del catálogo de pilares de PREFABRICADOS PUJOL S.L.

Posteriormente podremos observar en el anejo de cálculo que las dimensiones de pilar adoptadas en la solución son de pilares de sección rectangular 50x50 cm.

4.9 Ménsulas

Las ménsulas sobre las que apoyan las vigas son ménsulas cortas prefabricadas que forman parte de elemento estructural del pilar. Sobre estas ménsulas apoyan sobre un elastómero las jácenas. Las diferentes opciones geométricas que ofrece la empresa PREFABRICADOS PUJOL SL las encontramos en su catálogo:



TIPOS DE CARTELAS		
A	B	C
30	25	15
30	35	15
30	45	15
30	65	15
40	30	20
70	25	25
20	18	3

Imagen del catálogo de ménsulas de PREFABRICADOS PUJOL S.L.

Posteriormente en el anejo de cálculo determinaremos sus dimensiones, A=40cm, B=30cm y C=20cm.

5. MODELIZACIÓN Y CÁLCULO

5.1 Normativa:

Puesto que en el caso de nuestra estructura se trata de una edificación industrial multiplanta, nuestro edificio debe cumplir las exigencias impuestas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), en concreto las impuestas por el Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE).

El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Los Documentos Básicos “DB-SE Seguridad Estructural”, “DB-SE-AE Acciones en la Edificación”, “DB-SE-C Cimientos” y “DB-SE-A Acero” especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

Para los elementos de hormigón, nos basamos en la normativa Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08), que determina la normativa española sobre el cálculo y seguridad en estructuras de hormigón. Es de obligado cumplimiento para todas las estructuras que utilicen hormigón en España.

5.2 Modelización en CYPE:

Para la modelización y el cálculo de la estructura nos hemos apoyado en el programa informático CYPE, en este caso por la tipología de la estructura con la herramienta CYPECAD.

CYPECAD ha sido concebido para realizar el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas para edificación y obra civil, sometidas a acciones horizontales, verticales y a la acción del fuego.

Estas estructuras pueden estar compuestas por: pilares (de hormigón, de acero y mixtos), pantallas y muros; vigas de hormigón, metálicas y mixtas; forjados de viguetas (genéricas, armadas, pretensadas, in situ, metálicas de alma llena y de celosía), placas aligeradas, losas mixtas, reticulares y losas macizas; y cimentaciones por losas, vigas de cimentación, zapatas y encepados.

El programa comprobará el cumplimiento de las exigencias impuestas por el CTE y la EHE de nuestra estructura, mediante una serie de introducción de datos y definición de los elementos estructurales y su comprobación.

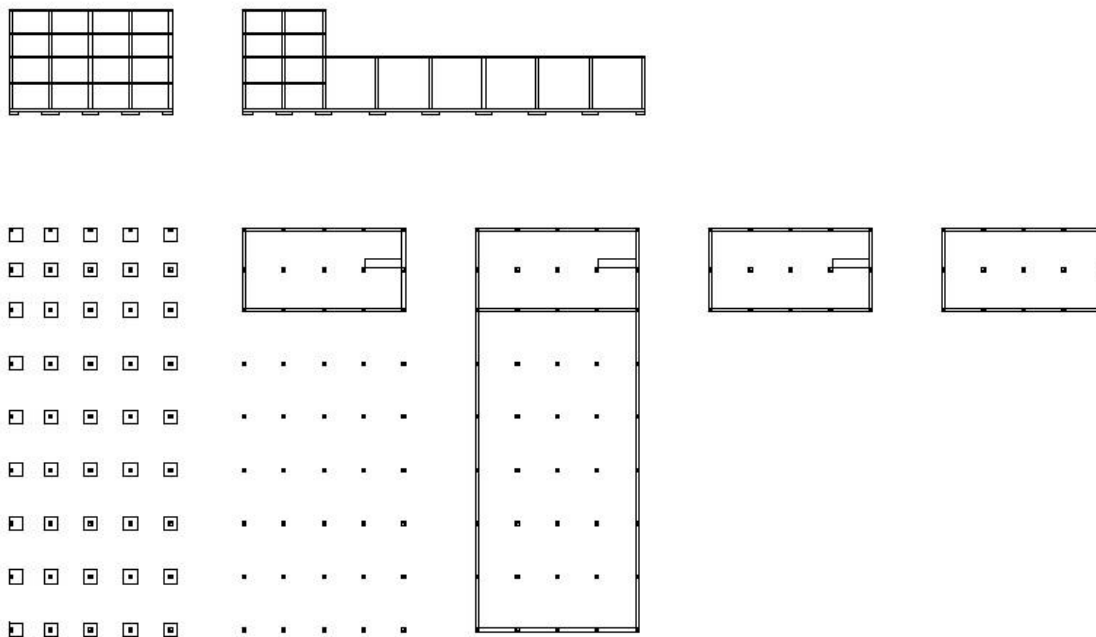
5.2.1 Geometría de la estructura:

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE "EL VILLAR DEL ARZOBISPO" (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo

Para definir geométricamente la estructura nos apoyamos en un documento DWG realizado mediante el programa AutoCAD, el cual nos permitirá definir la situación de los diferentes elementos que componen la estructura:



Vista en planta de los planos de cimentación y forjados, así como vista lateral desarrollada en AutoCAD

Mediante estos planos, podemos identificar fácilmente los diferentes elementos que componen cada planta, desde la cimentación hasta el último forjado, definiendo los pilares, zapatas, vigas, dirección del forjado, etc.

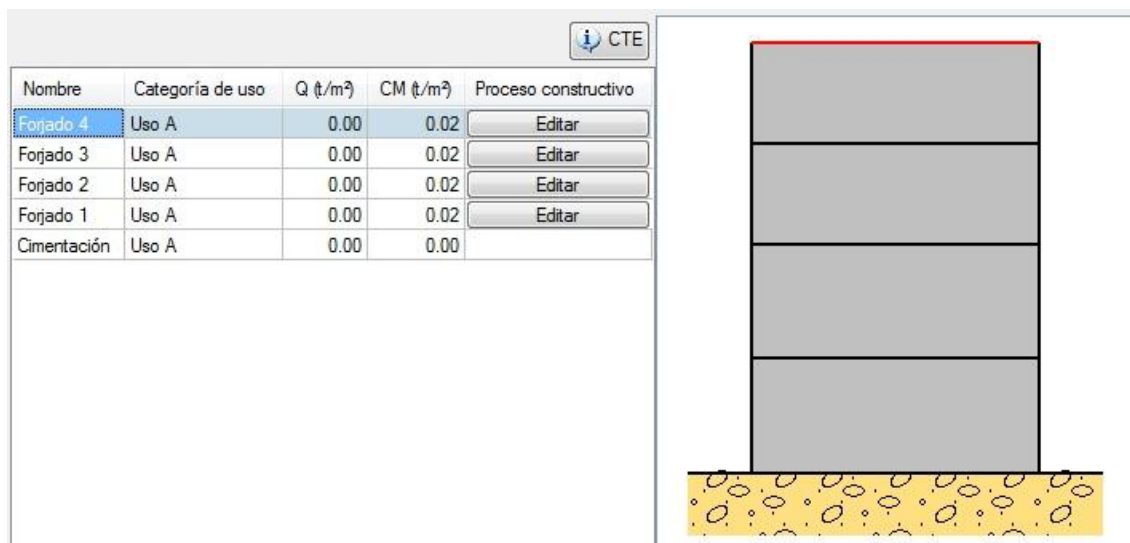
5.2.2 Entrada de plantas:

Tras introducir los datos generales de la obra y abrir los planos, definimos los forjados de nuestra estructura, para ello determinamos la altura libre entre las caras superiores de forjados, así como de la cimentación al primer forjado. El programa permite además introducir los valores de sobrecarga y carga muerta en los forjados pero, dado que en nuestro caso en un mismo forjado las cargas pueden variar, definiremos cada carga superficial específicamente de forma posterior.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo



Ventana de definición de plantas en CYPE

5.2.3 Entrada de pilares:

En un primer momento, el elemento estructural inicial a introducir en el programa son los pilares, apoyándonos en el plano generado por AutoCAD marcamos los ejes de los pilares y definimos su geometría por plantas y su altura, también podemos definir la posición de sus ejes, coeficientes de pandeo, vinculación y otros datos relativos al mismo. Procedemos por tanto a introducir los dos tipos de pilares que tenemos en la estructura.

En los esquemas de la página siguiente podemos apreciar los dos tipos en función de las zonas:

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria
Autor: Sergio Nadal Espejo

-Entrada pilares zona oficina:

Grupo final: Forjado 4
Grupo inicial: Cimentación

Referencia: P4
Ángulo: 0.0 grados

☐ Sin vinculación exterior
☒ Con vinculación exterior

Desnivel de apoyo: 0.00 m
Canto de apoyo: 0.00 m

Coefficientes de pandeo
Coefficientes de empotramiento
Coeficiente de rigidez axial
Recubrimiento
Resistencia del hormigón

	Ancho X (cm)	Ancho Y (cm)
Forjado 4	50	50
Forjado 3	50	50
Forjado 2	50	50
Forjado 1	50	50

Ventana de introducción de pilares en CYPE

-Entrada de pilares zona bodega:

Grupo final: Forjado 2
Grupo inicial: Cimentación

Referencia: P19
Ángulo: 0.0 grados

☐ Sin vinculación exterior
☒ Con vinculación exterior

Desnivel de apoyo: 0.00 m
Canto de apoyo: 0.00 m

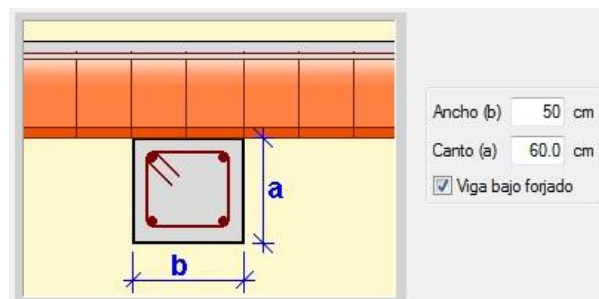
Coefficientes de pandeo
Coefficientes de empotramiento
Coeficiente de rigidez axial
Recubrimiento
Resistencia del hormigón

	Ancho X (cm)	Ancho Y (cm)
Forjado 2	50	50
Forjado 1	50	50

5.2.4 Entrada de vigas:

Tras la definición de los pilares procedemos a realizar la entrada de vigas y zunchos. En el menú de vigas podemos seleccionar el tipo de viga que más se asemeja a la suministrada por nuestro proveedor.

Por ello en la familia de vigas descolgadas encontramos la de tipo rectangular, seleccionamos la opción bajo forjado, ya que las losas alveolares apoyaran sobre ésta, y definimos su geometría. Posteriormente introducimos las vigas en el plano según el diseño realizado en AutoCAD.



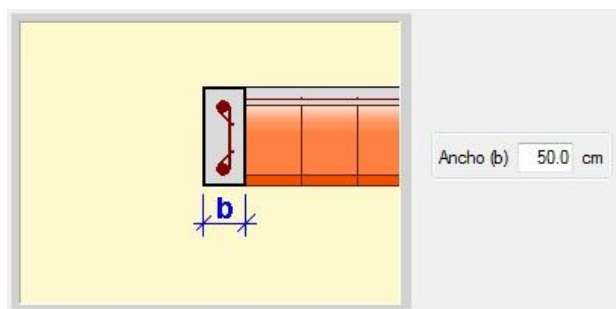
Geometría de la viga descolgada bajo forjado introducida en CYPE

Para los zunchos de borde, volvemos a entrar en el menú de vigas y seleccionamos zuncho no estructural o límite, y definimos su ancho, de 50cm, ya que su canto será el mismo que el del forjado.

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE “EL VILLAR DEL ARZOBISPO” (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo



Geometría del zuncho introducido en CYPE

5.2.5 Forjados:

Una vez se delimitan los forjados mediante las vigas y zunchos, se procede a la entrada de paños y huecos de escalera. Para ello en el menú de paños podemos seleccionar la tipología de forjado que deseemos introducir, en nuestro caso la losa alveolar, CYPE dispone de una biblioteca que permite introducir en la obra elementos predefinidos, en este caso seleccionaremos el referente a nuestro forjado suministrado por la empresa PREFABRICADOS PUJOL SL.

Canto total del forjado	(C) 30	cm			
Ancho de la placa	(A) 1200	mm			
Espesor de la capa de compresión	(E) 5	cm			
Ancho mínimo de la placa	300	mm	Homigón de la placa:	HA-40, Yc=1.5	
Peso propio	0.505	t/m²	Homigón de la capa y juntas:	HA-25, Yc=1.5	
Volumen de homigón	0.059	m³/m²	Acero de negativos:	B 500 S, Ys=1.15	
Entrega (mín)	10	cm	(máx)	15	cm
Entrega lateral	5	cm			

Características técnicas de la losa alveolar contenida en la biblioteca de CYPE

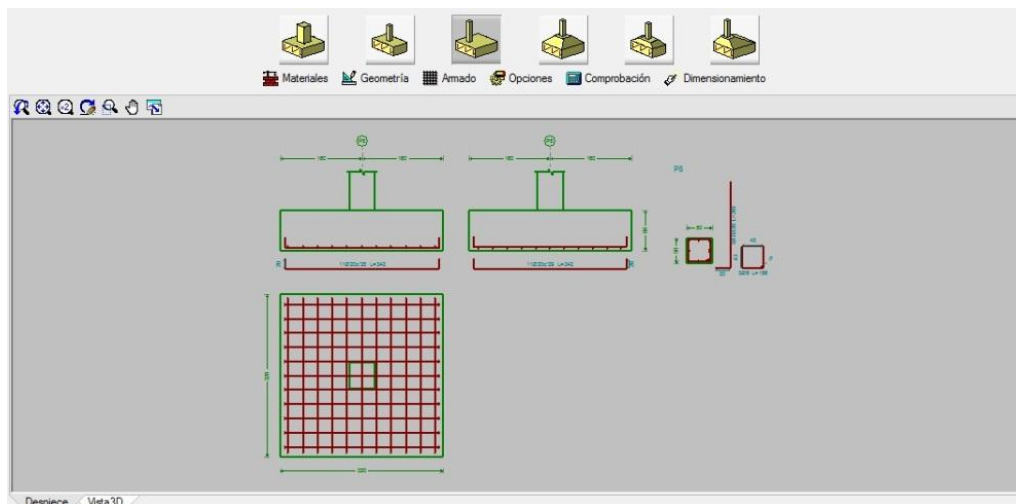
El programa permite cambiar la disposición del forjado, así podemos introducir el forjado perpendicular a las vigas, y también permite determinar los puntos de paso del mismo, con tal de ajustar su posición.

5.2.6 Cimentación:

Finalmente, el último elemento estructural a introducir es la cimentación, cuyos elementos son las zapatas, vigas de atado y vigas centradoras. Por ello vamos al menú de elementos de cimentación y seleccionamos el elemento zapata de hormigón armada, elemento de un solo pilar, puesto que cada pilar arranca de su propia zapata.

CYPE nos permite introducir de modo manual cada zapata en el plano de cimentación, donde se nos muestran los arranques de pilar, y podemos introducirla centrada o excéntrica. Así es como vamos introduciendo cada zapata en su lugar correspondiente y definimos sus materiales y geometría en un pre dimensionado, posteriormente el programa comprobará y redimensionará cada zapata, así como las vigas de atado y centradoras que introduzcamos entre ellas, de un modo similar al procedimiento de las ménsulas.

Introducción de zapatas:



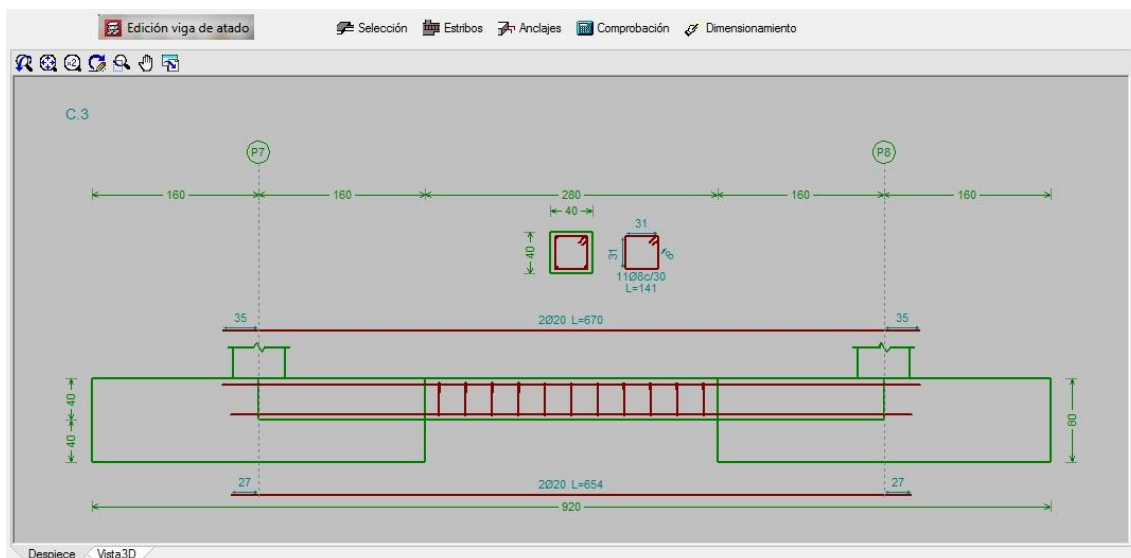
Detalle del armado y geometría de la zapata calculada por CYPE

Introducción de vigas de atado:

DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE "EL VILLAR DEL ARZOBISPO" (VALENCIA). OFICINAS Y CAVA

Documento No1: Memoria

Autor: Sergio Nadal Espejo



Detalle del armado y geometría de la viga de atado calculado por CYPE

6. VALORACIÓN ECONÓMICA

En la siguiente tabla observamos un cuadro resumen del presupuesto de la estructura, en el documento anejo Valoración Economica podemos encontrar una valoración más desarrollada de los costes del proyecto:

Presupuesto de ejecución material

1. Movimiento de tierras	11,183.57
2. Cimentación y solera	80,963.98
3. Estructura	256,929.76
4. Albañilería	592,576.80
Total:	941,654.11

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.