



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas.

Documento nº1: memoria

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2015/16

Autor: Alejandro Tormos Riera

Tutor: Juan Navarro Gregori

Valencia, septiembre de 2016

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

Índice de la memoria

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.....	4
3.1. Geotecnia.....	4
3.2. Localización	4
4. PLANEAMIENTO VIGENTE	5
5. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAL.....	6
6. MATERIALES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS MISMOS.....	8
6.1 Hormigón.....	8
6.2 Acero.....	9
6.2.1 Acero pasivo.....	9
6.2.2 Acero activo.....	9
7. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	9
7.1 Pórticos.....	9
7.2 Cubierta.....	11
7.3 Cimentación	11
7.4 Cerramiento.....	12
7.5 Correas.....	12
7.6 Vigas.....	13
7.6.1 Vigas piñón	13
7.6.2 Vigas delta.....	13
7.7 Canalón	13
8. CÁLCULOS Y COMPROBACIONES.....	14
8.1 Sobrecarga de uso	14
8.2 Sobrecarga de viento.....	14
8.3 Sobrecarga de nieve	15
8.4 Aceleración sísmica	15
8.5 Separación de las correas.....	15
8.5.1 Esta Límite de Servicio (ELS)	15
8.5.2 Estado Límite Ultimo (ELU).....	16
8.6 Comprobación de las vigas delta.....	17
8.6.1 Momento de cálculo (Md).....	17
8.6.2 Cortante de cálculo (Vd).....	18
8.7 Dimensionado de las vigas piñón.....	18
8.8 Pilares.....	18
8.9 Cimentación	19
9. CRITERIOS DE ARMADO	19

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

10. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.....	20
10.1 Doblado.....	20
10.2 Armado de la ferralla.....	21
10.3 Solicitaciones normales.....	21
10.4 Cortante	21
11. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	22
12. BIBLIOGRAFÍA.....	22

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

1. INTRODUCCIÓN

El autor del presente TFG es el estudiante de Grado en Ingeniería de Obras Públicas, Alejandro Tormos Riera.

A continuación se presenta la memoria del proyecto titulado: “Proyecto de cálculo de las estructuras de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.” Dicho proyecto fue asignado por la escuela mediante “concierto directo entre tutor y alumno” con el siguiente procedimiento:

El alumno o grupo de alumnos, por iniciativa propia, se ponen de acuerdo con un profesor o varios profesores para desarrollar un TFG. Una vez llegado a un acuerdo, el alumno deberá dar de alta el TFG en la aplicación informática habilitada para ello, el profesor es el responsable de validar la solicitud enviada por el alumno. El último paso para formalizar la solicitud es la aprobación por parte del CAT.

El tutor del presente proyecto es Juan Navarro Gregori, profesor de la Universidad Politécnica de Valencia, perteneciente al departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil.

2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el diseño y cálculo de la estructura de una nave industrial mediante elementos de hormigón prefabricados. La nave se ubicará en el polígono industrial Las Suertes (Villar del Arzobispo). La parcela ocupa una totalidad de 29194,9m².

La nave se compondrá de una estructura de pórticos de hormigón prefabricado con una cubierta metálica a dos aguas.

Para realizar dicha nave se estudiarán, previamente, los distintos tipos de materiales estructurales que podemos encontrar en el mercado actualmente. Una vez elegidos los materiales constituyentes de la nave, también hay que elegir el sistema de cimentación que mejor se adapte a nuestros elementos estructurales elegidos y a los datos geotécnicos del terreno.

Una vez elegidos los elementos estructurales se procederá a su descripción y a la comprobación de su capacidad resistente, teniendo en cuenta la normativa vigente. No se considera objeto del proyecto el diseño y el cálculo de las distintas instalaciones, como la eléctrica y la de saneamiento, así como la realización de los acabados interiores y la colocación de las puertas y ventanas.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

3.1. Geotecnia

La zona de estudio 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

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)

3.2. Localización

La nave se encuentra en el polígono industrial Las Suertes (Villar del Arzobispo) junto a la Avenida del Agricultor como se muestra en las imágenes siguientes:



Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.



4. PLANEAMIENTO VIGENTE

No existen condicionantes respecto a las dimensiones de la estructura más allá del espacio disponible edificable del solar, así como las normativas locales referentes al tipo de edificación.

Por tanto respecto al solar nos encontramos con que se trata de un terreno 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.

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

El uso de 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.

5. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAL

Casi la totalidad de los edificios industriales están contruidos con acero, hormigón prefabricado o una solución mixta entre ambos materiales.

Ventajas en la utilización 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.

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.

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.

Disponibilidad de secciones y tamaños

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

Costo de recuperación

Las estructuras de acero de desecho, tienen un costo 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.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

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.

Desventajas en la utilización del acero:

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.

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).

Debido a que en el interior de la nave se van a manipular compuestos combustibles para la destilación del vino y otros procesos de fabricación del mismo, consideramos que hay un riesgo considerable de incendio y rápida propagación de éste.

Es por esto que la estructura será de hormigón prefabricado tanto armados como pretensados ya que su resistencia al fuego es mayor.

6. MATERIALES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS MISMOS

6.1 Hormigón

1. VIGAS DELTA → HP-40/P/25/IIa
2. CORREAS → HP-45/P/12/IIa
3. CIMENTACIÓN → HA-25/B/40/IIa
4. PILARES → HA-30/B/20/IIa

Dado que se trata de una estructura exterior a más de 5km de la línea de costa, sometida a la acción del agua de lluvia sin protección, se corresponde con un ambiente de exposición IIa.

<i>Tabla</i>		<i>37.3.2.b</i>												
<i>Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad</i>														
Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
resistencia	masa	20	-	-	-	-	-	-	30	30	35	30	30	30
mínima	armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
(N/mm ²)	pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

Podemos observar que la resistencia mínima tanto como para hormigón armado como para hormigón pretensado es de 25 MPa para un ambiente de exposición IIa, por lo tanto nuestros elementos de hormigón cumplen todos con la norma al tener una resistencia igual o mayor a esta.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

6.2 Acero

6.2.1 Acero pasivo

1. PILARES, VIGAS DELTA Y CIMENTACIÓN → B500SD

Vamos a utilizar el acero B500SD por ser el más utilizado actualmente por lo que no tendremos problemas de disponibilidad.

6.2.2 Acero activo

1. VIGAS DELTA → Y- 1860 S7
2. CORREAS → Y- 1860 C

El acero activo empleado en las vigas delta es Y-1860 S7, cordones de 7 alambres con carga máxima unitaria de 1860 MPa. El límite elástico f_y estará comprendido entre el 0,88 y el 0,95 de la carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$.

El acero activo utilizado en las correas es Y-1860 C, alambre pretensado con carga máxima unitaria de 1860 MPa. El límite elástico f_y estará comprendido entre el 0,85 y el 0,95 de la carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$.

7. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

7.1 Pórticos

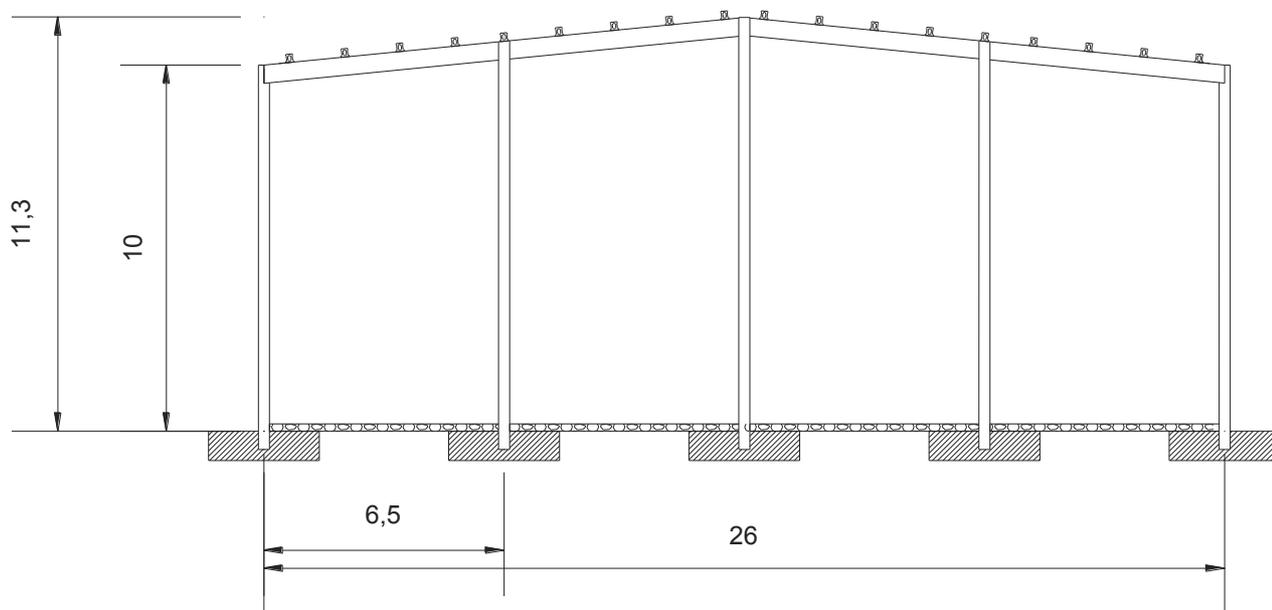
La nave estará compuesta por un total de 7 pórticos con una separación de 10 metros entre sí.

Los 5 pórticos centrales se compondrán de 2 pilares de hormigón prefabricados de 10 metros de altura unidos por una viga delta de hormigón pretensado de 26 metros de longitud, con una altura de coronación de 11,3 metros.

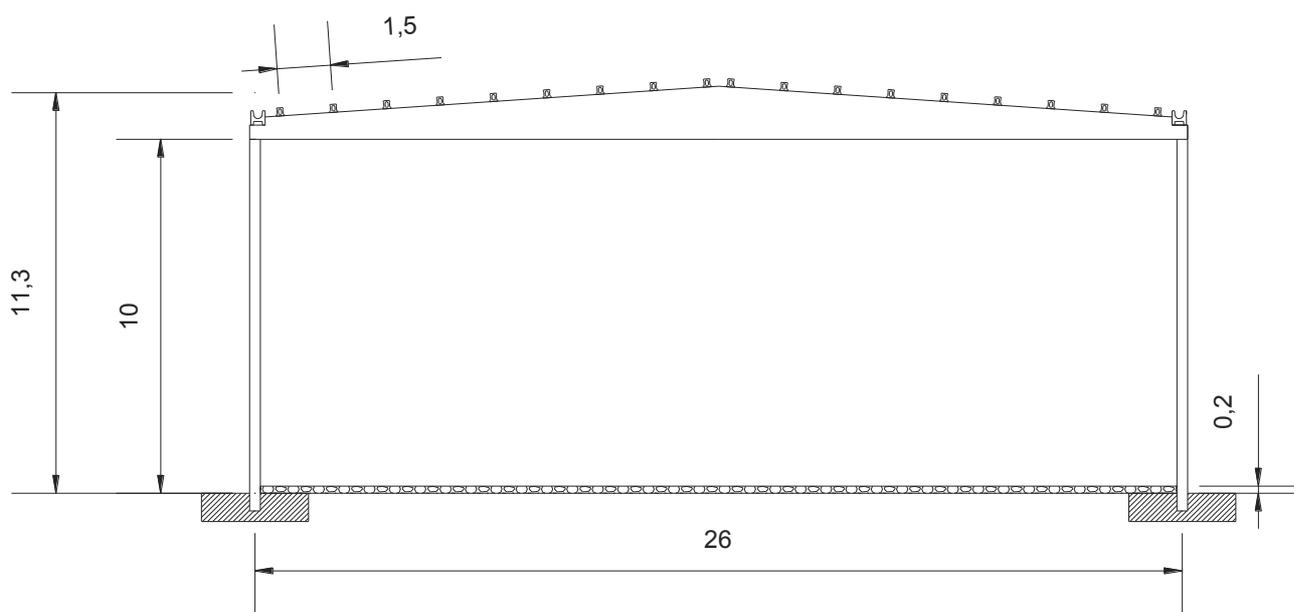
Los 2 pórticos extremos o piñón estarán compuestos de 5 pilares de hormigón prefabricados separados 6,5 metros cada uno con una altura de 11,3 metros para el pilar central, 10,65 metros para los pilares anexos al pilar central y 10 metros para los pilares extremos. Cada pilar estará unido por una viga armada.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas.

Pórtico extremo o piñón



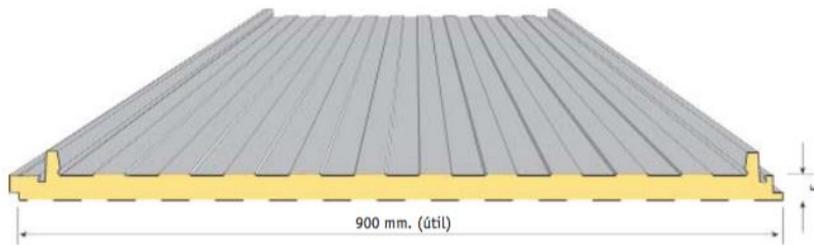
Pórtico intermedio



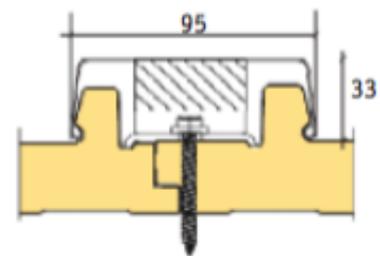
Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas.

7.2 Cubierta

La cubierta de la nave tendrá una pendiente del 10% y estará compuesta por dos chapas de acero galvanizado de 6 milímetros de espesor en la cara externa y 4 milímetros en la cara interna. Entre las chapas de acero galvanizado se colocará un material aislante de 80 milímetros de espesor.



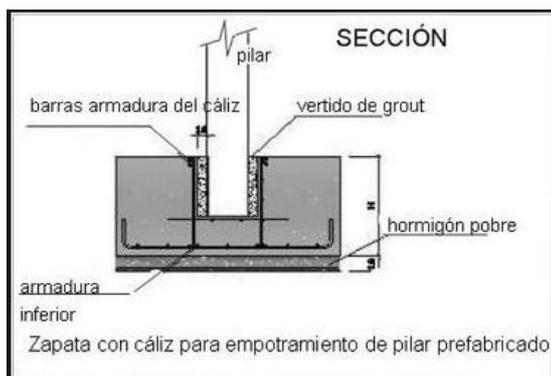
MATERIAL BASE		NORMATIVA
Espesor de acero	0,6 (ext.)/ 0,4 (int)	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado	EN 10346
	Galvanizado-Prelacado	EN 10169
Clasificación fuego	B s2 d0 bajo pedido	EN 13501-1
Espesor panel	30-200 mm	
Prelacado	Matiz colorissime	



7.3 Cimentación

La cimentación se realizará con zapatas armadas de tipo cáliz con un hormigón armado de 25 MPa, consistencia blanda (cono de Abrams 6-9 cm), tamaño máximo del árido de 40mm y con dosificación para ambiente IIa.

Para armar las zapatas se emplearán barras de acero corrugado del tipo B500 SD



Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas.

7.4 Cerramiento

Cerramiento en fachada de panel vertical de chapa comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm., con núcleo de lana de roca y un espesor total de 100mm.



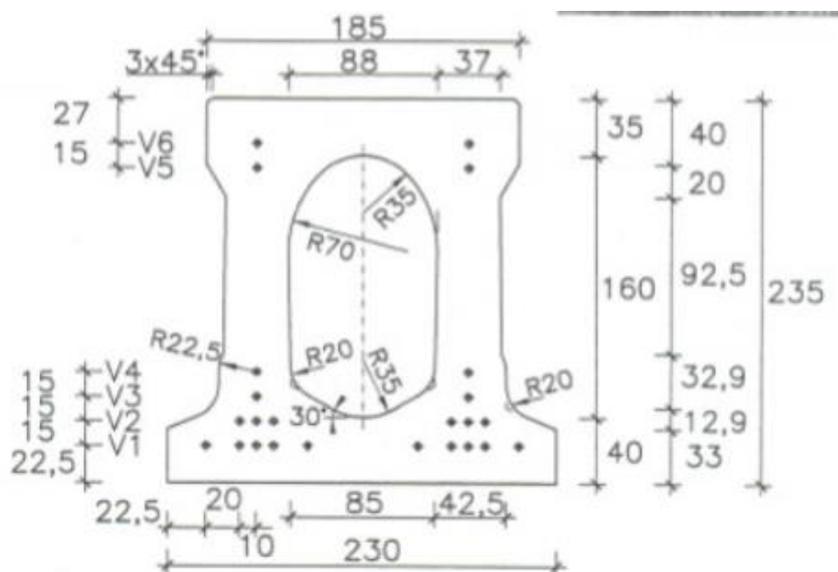
Los paneles se acoplan ocultando la cabeza del tornillo. El cerramiento apoyará sobre la viga de atado.

7.5 Correas

Correas Tub.23

Correas pretensadas biapoyadas sobre las vigas delta.

Peso = 0,72 kN/m



Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas.

7.6 Vigas

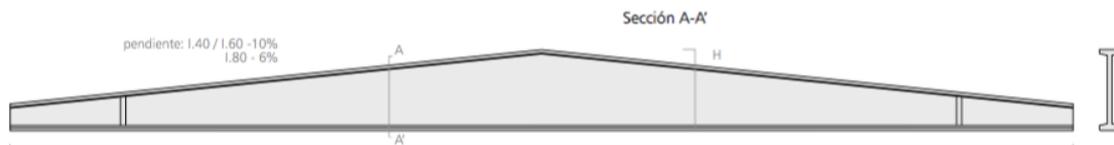
7.6.1 Vigas piñón

Viga de hormigón armado con sección rectangular de 25x35cm

Peso = 2,1 kN/m

7.6.2 Vigas delta

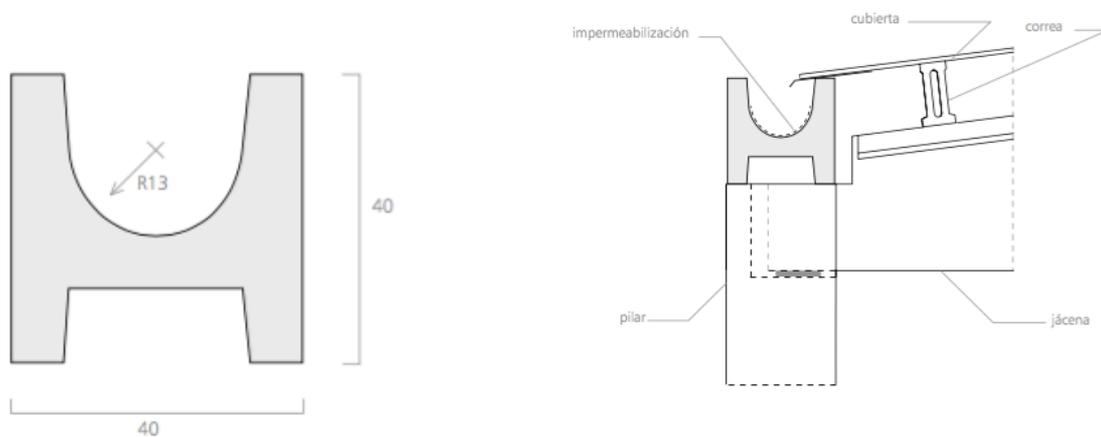
Viga delta tipo I.40 de canto variable entre 0,55 y 1,90 metros, 26 metros de luz y un peso aproximado de 123,1 kN.



7.7 Canalón

Canalón riostra tipo H40-P

Peso= 2,1 kN/m



8. CÁLCULOS Y COMPROBACIONES

En primer lugar se obtuvieron los pesos propios de los elementos de cubierta que vienen indicados en las hojas técnicas del prefabricador.

A continuación se determinaron las cargas en la cubierta:

8.1 Sobrecarga de uso

Teniendo en cuenta que nuestra cubierta será no transitable, se tendrá que comprobar que sus elementos resistentes, es decir, las correas, resisten a la carga concentrada y uniforme independientemente la una de la otra.

Según el CTE (DB-SE-AE) Tabla 3.1. y teniendo en cuenta que la cubierta de la nave industrial será accesible únicamente para conservación, y que se trata de una cubierta ligera sobre correas (sin forjado) las sobrecargas de uso serán:

- 0.4Kn/m² para una carga uniforme.
- 1Kn para carga concentrada.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso	Carga uniforme	Carga concentrada
			[kN/m ²]	[kN]
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
		Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	0	2

8.2 Sobrecarga de viento

El viento se determina según la región geográfica en que este el edificio (Zonas A, B, y C) y para el coeficiente de exposición se ajusta a uno de los tipos de entorno (del I al V) según el Grado de aspereza del terreno. Para el coeficiente de presión exterior se utilizan las tablas de D.3 a D.13 teniendo en cuenta la forma del edificio y la pendiente de la cubierta.

Para el cálculo del viento hemos seguido el CTE (DB-SE-AE) apartado 3.3 y siguientes.

$$Q_e = q_b * C_e * C_p$$

Q_e: Presión estática del viento

q_b: Presión dinámica del viento

C_e: Coeficiente de exposición

C_p: Coeficiente eólico o de presión

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

8.3 Sobrecarga de nieve

Para la determinación de la carga de nieve se tiene en cuenta el art. 3.5, de acuerdo con la tabla E.2 en otras localidades, en función de la zona de nieve (del 1 al 7) y según la altura topográfica del lugar.

En nuestra nave tendremos una sobrecarga de nieve de $S_k = 0.42 \text{ kN/m}^2$ detallado en el apartado 3.2.3 Nieve del anejo de cálculo.

8.4 Aceleración sísmica

Para el caso de la parcela de estudio, la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04 g, por lo que la norma NSCE-02 no es de obligado cumplimiento. Esta conclusión se encuentra detallada y justificada en el anejo de cálculo apartado 4. Aceleración sísmica.

8.5 Separación de las correas

Para la comprobación de la separación de las correas se ha partido de una separación de 1,5 metros y a partir de ésta hemos comprobado si cumplen las diferentes combinaciones, tanto para Estado Límite de Servicio (ELS) como para Estado Límite Ultimo (ELU).

Hay que destacar que consideramos las correas como biapoyadas y de ahí las expresiones que citaremos a continuación para su comprobación.

Debido a que se tratan de acciones de corta duración que pueden provocar efectos irreversibles, según el Documento Básico SE-AE (Acciones en la edificación), se tienen que determinar mediante las siguientes expresiones:

8.5.1 Estado Límite de Servicio (ELS)

Para la comprobación del ELS hemos utilizado la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la acción simultánea de:

- a) Todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k).
- b) Una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis.
- c) El resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \cdot Q_k$).

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

Para comprobar si se cumple la condición de ELS hemos utilizado la siguiente expresión:

$$M_f \geq \frac{l^2 * \sum q_i}{8} \rightarrow \text{Momento de fisuración de las correas.}$$

El momento de fisuración (Mf) viene indicado en las especificaciones técnicas de las correas.

8.5.2 Estado Límite Ultimo (ELU)

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$).
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adaptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis.
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Para comprobar si se cumple la condición de ELU hemos utilizado las siguientes expresiones:

$$M_u \geq \frac{l^2 * \sum q_i * \gamma_i}{8} \rightarrow \text{Momento último resistido por las correas.}$$

$$V_u \geq \frac{l * \sum q_i * \gamma_i}{2} \rightarrow \text{Cortante último resistido por las correas.}$$

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

Tanto el cortante último como el momento último vienen indicados en las especificaciones técnicas de las correas.

$Q_i \rightarrow$ Conjunto de cargas a considerar en la pieza teniendo en cuenta la separación de las correas (S).

Dichas cargas están calculadas en los apartados anteriores y son las siguientes:

$$q_i = q_{pp} + q_{cub} * S + q_{scu} * S + q_{nieve} * S + q_{viento} * S$$

Este apartado esta desarrollado en el anejo de cálculo 5. Separación de la correas de cubierta.

8.6 Comprobación de las vigas delta

Para comprobar que la viga delta elegida soporta las cargas que le transmiten las correas que apoyan en ellas se calcularán el momento de cálculo y el cortante de cálculo para comprarlos con sus respectivos en la hoja de información técnica de prefabricador de la delta cumpliendo que:

$$M_d \leq M_u$$

$$V_d \leq V_u$$

Siendo M_d y V_d el momento y cortante de cálculo respectivamente y M_u y V_u el momento y el cortante de agotamiento o ultimo respectivamente.

8.6.1 Momento de cálculo (M_d)

Para el cálculo del M_d hemos utilizado la siguiente expresión:

$$M_d = \frac{l^2 * \sum(q_i * \gamma_i)}{8}$$

Esta expresión es debida a que consideramos la delta como biapoyada en los pilares.

Primero calculamos los momentos que provocan todas las cargas presentes, tanto permanentes como variables y seguidamente las combinamos como en el apartado anterior 7.5.2 Estado Límite Ultimo (ELU) para sacar el máximo momento que estas provocan.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

8.6.2 Cortante de cálculo (Vd)

Para el cortante de cálculo hemos utilizado la siguiente expresión:

$$Vd = \frac{l * \sum q_i * Y_i}{2}$$

Esta expresión es debida a que consideramos la delta como biapoyada en los pilares.

Procedemos igual que en el apartado anterior 7.6.1 Momento de cálculo (Md) y obtenemos el cortante más desfavorable.

Los cálculos y comprobaciones pertinentes se encuentran en el anejo de cálculo apartado 6. Comprobación de las vigas delta.

8.7 Dimensionado de las vigas piñón

Para el dimensionamiento de las vigas de los pórticos piñón se han seguido los mismos pasos que en los apartados 7.6.1 y 7.6.2 de este documento ya que se consideran como biapoyadas y buscamos el momento y cortante máximos que deberán soportar.

Una vez obtenidos dichos valores se procede al dimensionamiento de la armadura pasiva con el prontuario informático del hormigón EHE-08.

Cálculos detallados en el apartado 7. Dimensionamiento de las vigas piñón del anejo de cálculo.

8.8 Pilares

Para el cálculo de los pilares hemos determinado las cargas de viento en cada uno de los cuatro grupos de pilares:

Grupo 1: Los dos pilares con más altura situados en el centro del pórtico piñón. (P13 y P3)

Grupo 2: Los cuatro pilares de altura intermedia situados a 6,5 metros a cada lado de los pilares del grupo 1. (P2, P4, P12 y P14)

Grupo 3: Los cuatro pilares extremos de los pórticos piñón. (P1, P5, P15, P11)

Grupo 4: El resto de pilares perimetrales de 10 metros. (P16-P20 y P6-P10)

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

Una vez calculadas las hemos introducido en un programa de cálculo y hemos obtenido el dimensionamiento de los pilares.

Todas las justificaciones se encuentran en los apartados 8. Acción del viento en los pilares y 10. Dimensionamiento de pilares del anejo de cálculo.

A continuación adjuntamos un cuadro del grupo 1 de pilares a modo de ejemplo estando el resto de grupos y más detallados en el anejo de cálculo apartado 9. Dimensionado de pilares.

	Dimensión		Armado longitudinal				Armado transversal		As/Ac (%)		
	X (cm)	Y (cm)	Esquinas	Cara X		Cara Y		Cercos		Separación	
■	50	50	4	Ø16	2	Ø12	2	Ø12	10	0.5	✓
								Ø6	15		
			4	Ø25	2	Ø16	2	Ø16	Ø8	20	1.1
			4	Ø25	2	Ø16	2	Ø16	6	1.1	✓
			4	Ø25	2	Ø16	2	Ø16	3	1.1	✓

8.9 Cimentación

Para el cálculo de la cimentación hemos utilizado el mismo programa que en el apartado anterior de este documento, debido a que ya teníamos las cargas por lo que el dimensionamiento de las zapatas y vigas de atado eran inmediatos. Teniendo en cuenta que la tensión admisible del terreno son 200 kN/m².

9. CRITERIOS DE ARMADO

Es necesario justificar el recubrimiento geométrico adoptado para los elementos no enterrados y enterrados.

La EHE-08 establece una serie de recubrimientos mínimos en función de la clase de exposición, el tipo de cemento empleado, la resistencia característica (f_{ck}) del hormigón utilizado y la vida útil de proyecto:

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

**Tabla 37.2.4.1.a Recubrimientos mínimos (mm)
para las clases generales de exposición I y II**

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t _p), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

En nuestro caso la clase de exposición es un IIa, el cemento un CEM I, la resistencia característica del hormigón es de 25 MPa para los elementos armados y la vida útil es de 100 años, por lo tanto, el recubrimiento mínimo es de 25 mm.

A este recubrimiento hay que añadirle un margen de recubrimiento en función del nivel de control de ejecución, en nuestro caso, los elementos son prefabricados con control normal, por lo que le corresponde un margen de recubrimiento de 10 mm.

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

$$r_{nom} = 25 + 10 = 35mm$$

10. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

10.1 Doblado

No debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección, con objeto de no concentrar tensiones en el hormigón.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

10.2 Armado de la ferralla

1. El armado de la ferralla será conforme a las geometrías definidas en el proyecto.
2. La disposición debe permitir un correcto hormigonado.
3. La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, será mayor o igual que el mayor de los 3 valores siguientes:
 - a) 20 mm.
 - b) El diámetro de la barra mayor.
 - c) 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

10.3 Solicitaciones normales

Si existen armaduras pasivas en compresión, para poder tenerlas en cuenta en el cálculo será preciso que vayan sujetas por cercos o estribos, cuya separación s_t y diámetro ϕ_t sean:

$$s_t = 15 * \phi_{min}$$

$$\phi_t = \frac{1}{4} * \phi_{max}$$

En cualquier caso, la separación s_t debe ser inferior que la dimensión menor del elemento y no mayor que 30 cm.

10.4 Cortante

En todos los casos, se prolongará la colocación de los cercos o estribos, en una longitud igual a medio canto de la pieza, más allá de la sección en la que teóricamente dejen de ser necesarios. En el caso de apoyos, los cercos o estribos se dispondrán hasta el borde de los mismos.

Las armaduras de cortante deben formar con el eje de la viga un ángulo comprendido entre 45 y 90 grados, inclinadas en el mismo sentido que la tensión principal de tracción producida por las cargas exteriores, al nivel del centro de gravedad de la sección de la viga supuesta no fisurada.

Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia). Sala de prensas.

11. VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación adjuntamos un cuadro resumen de la valoración económica:

Presupuesto de ejecución material

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	10.946,47
2. CIMENTACIONES	71.141,30
3. ESTRUCTURA	123.695,66
4. CUBIERTA	46.753,20
5. CERRAMIENTOS	103.403,61
6. IMPREVISTOS	20.000,00
Total:	375.940,24

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS.

Los precios se encuentran desglosados en el documento de la valoración económica.

12. BIBLIOGRAFÍA

Para el desarrollo del proyecto se han utilizado diferentes programas informáticos y bibliografía recomendada por el tutor.

Programas informáticos utilizados:

1. AutoCAD 2017
2. CYPE 3D 2017
3. Arquímedes 2017
4. SAP2000 v18
5. Prontuario informático del hormigón EHE-08

Bibliografía utilizada:

1. Código técnico de la edificación (CTE) documento básico seguridad estructural
2. CTE acciones en la edificación
3. EHE-08
4. Norma de construcción sismoresistente (NCSE)