



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

PROYECTO BÁSICO DE NAVE INDUSTRIAL PARA PLANTA DE CLASIFICACIÓN DE ENVASES LIGEROS EN PICASSENT (VALENCIA)

ANEJO Nº 4. ESTUDIO DE SOLUCIONES

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

AUTOR: DAVID SÁNCHEZ PÉREZ

TUTOR: JOSE JUAN TEJADAS ALAMÁN

CURSO: 2015/2016

FECHA: SEPTIEMBRE 2016



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA NAVE DENTRO DE LA PARCELA	3
3. ELECCIÓN DEL TIPO DE MATERIAL DE LA NAVE INDUSTRIAL	5
3.1 NAVES DE HORMIGÓN “IN SITU”	8
3.2 NAVES REALIZADAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	9
3.3 NAVES CON ESTRUCTURAS DE ACERO	11
3.4 NAVES DE ACERO CON CUBIERTA DE MALLA ESPACIAL	13
3.5 NAVES FABRICADAS CON MATERIALES COMPUESTOS	14
3.6 CONCLUSIONES	15
4. ELECCION CERRAMIENTO	18
4.1 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	23
4.3 ELECCIÓN DEL CERRAMIENTO	24

INDICE DE TABLAS, IMÁGENES E ILUSTRACIONES

Imagen 1. Ubicación 1 dentro de la parcela	3
Imagen 2 Ubicación 2 dentro de la parcela	4
Imagen 3. Cerramientos realizados con chapa simple. Fuente Cualimetal SA	18
Imagen 4. Cerramientos de panel sándwich prefabricado. Fuente: Cualimetal SA	19
Imagen 5. Cubierta panel sándwich in situ. Fuente: Cualimetal SA	19
Imagen 6. Cubierta tipo Deck. Fuente Cualimetal	20
Imagen 7. Gráfico tipo de cerramiento	22
Imagen 8. Cerramiento para fachadas y cubiertas, Fuente: marca panel sándwich.	24
Tabla 1 Factores y pesos considerados	7
Tabla 2 Valoración de las distintas soluciones	15
Tabla 3. Gráfico resumen Elección tipo de estructura	17
Tabla 4. Estudio de los tipos de cerramiento.	21
Tabla 5. Necesidad de Resistencia al fuego. Material de cerramiento.	23



1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Soluciones tiene como finalidad establecer la solución óptima para el diseño de la planta de clasificación de envases ligeros. Esta solución contemplará diversos aspectos, como orientación de la nave en la parcela, elección del tipo de material para la estructura de la nave, tipos de pórticos, cerramientos etc.

2. UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA NAVE DENTRO DE LA PARCELA

La ubicación en la parcela de la nave, debe de cumplir con varios requisitos ya establecidos en el programa de necesidades.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se plantean 2 alternativas válidas para la ubicación de la nave y edificio de oficinas dentro de la nave:

Ubicación 1:

Esta ubicación cumple con todos los requisitos exigidos, siendo los más exigentes el espacio disponible para la entrada, circulación por parcela y salida de camiones articulados y vehículos pesados. Se puede apreciar que se puede inscribir un círculo de 15 metros de radio en la parte de la parcela donde descargan los camiones.

Si bien esta solución es válida se opta por la tercera ya que se considera que la nave deja más espacios aprovechables y la circulación de vehículos pesados es más segura y con mayor espacio.

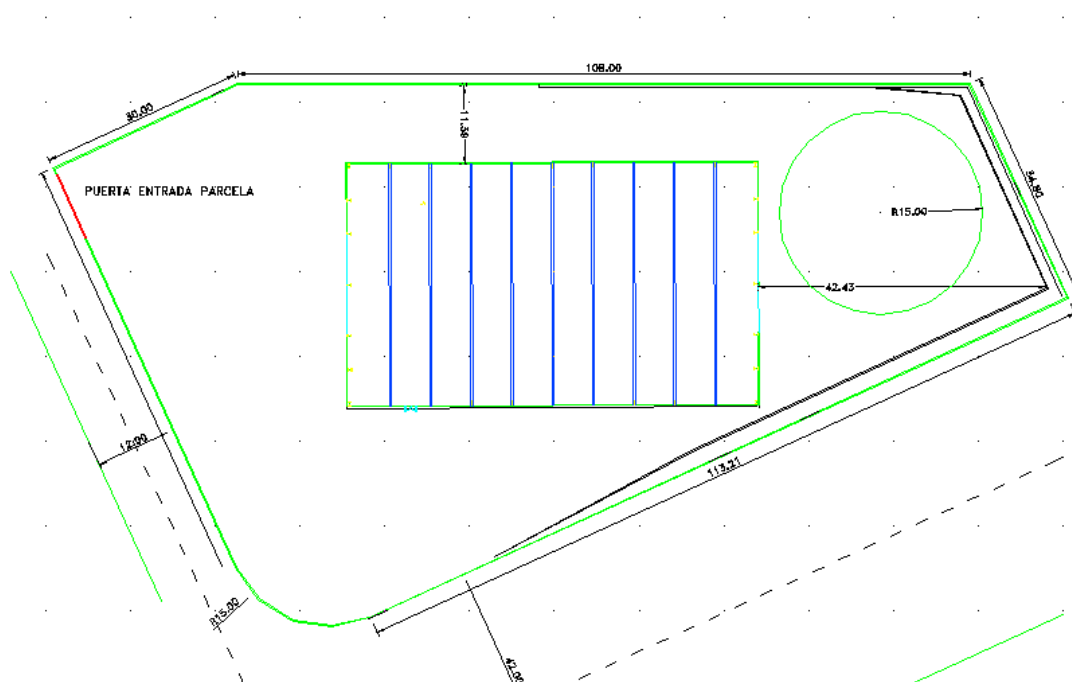


Imagen 1. Ubicación 1 dentro de la parcela.

Ubicación 2:

En esta solución se puede apreciar que existe gran espacio para la maniobra de camiones pesados y además se puede acceder de forma ordenada a la nave. Esta ubicación de la nave respecto a la parcela cumple todos los requisitos exigidos y además es la que deja mayor espacio disponible en la parcela para diversos equipamientos, como jardín y edificio de oficinas, por lo que será esta ubicación la que finalmente sea construida.

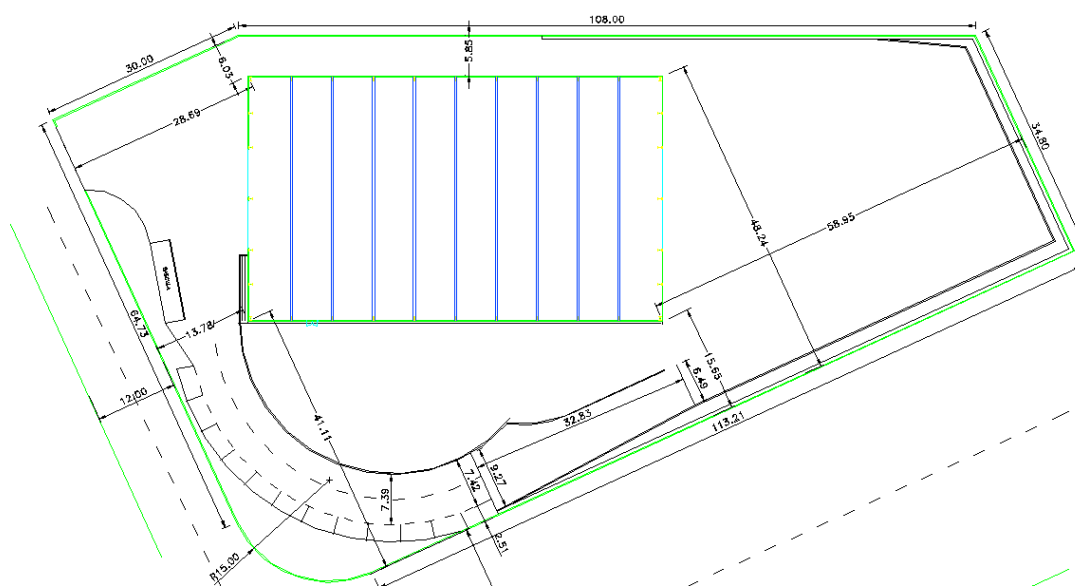


Imagen 2 Ubicación 2 dentro de la parcela.



3. ELECCIÓN DEL TIPO DE MATERIAL DE LA NAVE INDUSTRIAL

Podemos clasificar las naves industriales en función del material con el que se construyen en:

- Naves de acero

Naves de acero

Naves de acero con cubiertas de mallas espaciales Naves realizadas con elementos de hormigón prefabricado

- Naves de hormigón “in situ”
- Naves fabricadas con materiales compuestos (composites).

Hay que aclarar que cada tipo de estructura tiene sus ventajas y desventaja así que estudiaremos que es lo más recomendable en función de las necesidades de nuestra nave.

Se valorará los beneficios e inconvenientes de cada tipo de construcción atendiendo a una serie de criterios y ponderando cada uno de ellos para poder elegir la mejor solución.

Se valorará para cada solución los distintos criterios:

COSTE DE EJECUCIÓN

Se valora en este apartado el coste total de la construcción de la estructura de la nave, incluyendo el coste de los materiales y el de fabricación de los distintos elementos que conformen la estructura, por ejemplo pilares o vigas.

COSTE DE CONSERVACIÓN

Se valora el coste que supondrá a lo largo de la vida útil de la estructura (50 años), el coste que supondrá la conservación y mantenimiento de la estructura en perfecto estado.

Se incluye aquí tanto los precios de los materiales necesarios para la conservación como los medios auxiliares necesarios y manos de obra. Por ejemplo en el caso de la estructura metálica un apartado importante para su conservación sería valorar la frecuencia con que debe pintarse para evitar problemas de oxidación.

FACILIDAD DE TRANSPORTE

Comprende el estudio y valoración del transporte de la estructura o materiales que conformarán la misma hasta la ubicación de ejecución de la estructura.

En este apartado se valora tanto el coste de los vehículos necesarios para el transporte, como el tiempo y la dificultad en función del tamaño y peso de los elementos.

Por ejemplo en una nave de hormigón prefabricado los costes de transporte y su dificultad son elevados, ya que las vigas delta de hormigón prefabricado son muy pesadas y en nuestro caso debería cubrir una luz de 35 m, por lo que el transporte es especialmente delicado.



FACILIDAD DE MONTAJE

En este apartado se tiene en cuenta tanto el coste de montaje tanto en obra como en taller o fábrica, si es el caso, de los distintos elementos que conforman la estructura de la nave.

Para su montaje en obra se tendrá en cuenta la necesidad de grúas, y medios auxiliares, así como la dificultad de ejecución de uniones etc.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Valoramos a continuación que soluciones ofrecen más seguridad a la hora de ejecutarse.

Las estructuras con más trabajo en taller o fábrica que utilizan procesos de mayor automatización ofrecen menores riesgos y mayor seguridad que estructuras realizadas con medios más tradicionales.

Por otra parte las estructuras de acero y hormigón prefabricado, al realizarse la mayor parte del trabajo en taller o fábrica los riesgos son mucho menores.

Se considera que la estructura realizada con elementos prefabricados de hormigón es la que ofrece menores riesgos ya que es la que en obra hay que realizar menor número de tareas que en el resto.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Se valora en este aspecto como mejor solución la que ofrezca un plazo de ejecución total menor para su construcción.

Es un factor determinante, ya que la propiedad Vaersa SA, exigía un plazo reducido en la construcción de la edificación.

FACTORES ESTÉTICOS

A pesar de tratarse de una edificación industrial, siempre es deseable una estética más lograda. A pesar de todo es un factor menos determinante y sujeto a cierta subjetividad, por lo que tiene un peso menor que los anteriores. Si bien a la propiedad le parecían más adecuadas las naves realizadas en acero.



ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE SOLUCIONES



A continuación se muestra una tabla con los distintos factores considerados y el peso que tendrá cada factor en la valoración global.

FACTORES	PESO RELATIVO EN LA VALORACION
COSTE DE EJECUCIÓN	50,0%
COSTE CONSERVACIÓN	10,0%
FACILIDAD TRANSPORTE	10,0%
FACILIDAD DE MONTAJE	7,5%
SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION	10,0%
PLAZO DE EJECUCIÓN	10,0%
FACTORES ESTÉTICOS	2,5%
VALORACIÓN	100,0%

Tabla 1 Factores y pesos considerados

A continuación explicaremos los resultados de la tabla de valoración para cada una de las estructuras consideradas



3.1 NAVES DE HORMIGÓN “IN SITU”

VENTAJAS:

COSTE DE EJECUCIÓN

El coste de ejecución de este tipo de estructuras realizadas con métodos “tradicionales” suele ser competitivo debido a que el material de uso principal el Hormigón, es de uso extendido en España y tiene un precio muy competitivo.

Pero el necesario uso de cimbras de complicado montaje y desmontaje encarece su construcción.

COSTE DE CONSERVACIÓN

El hormigón es un material que soporta muy bien el paso del tiempo y debido a ello exige pocos tratamientos de conservación a lo largo de la vida útil de la estructura.

FACILIDAD DE TRANSPORTE

La estructura se fabrica y monta en obra totalmente, por lo tanto los materiales se pueden transportar cómodamente en camiones. El hormigón en camiones hormigonera y el acero en barras.

DESVENTAJAS

FACILIDAD DE MONTAJE

La construcción de estructuras por el método “tradicional”, requiere la utilización de apeos y cimbras de complicado montaje que también influirán en el coste.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Este tipo de construcción también penaliza en cuanto a su seguridad en la construcción ya que requieren de mayor mano de obra y mucho trabajo en obra con muchos equipos trabajando simultáneamente lo que ofrece mayores riesgos.

PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución en este tipo de obras es muy elevado. El plazo de ejecución que requiere la propiedad, Vaersa para la ejecución de la planta de clasificación de envases ligeros en Picassent era un factor muy importante y por ello la construcción de la nave utilizando hormigón in situ se descarta.

FACTORES ESTÉTICOS

Aunque no es un factor determinante, se consideran estas construcciones tradicionales no especialmente estéticas, aunque siempre hay excepciones.



3.2 NAVES REALIZADAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

VENTAJAS:

COSTE DE EJECUCIÓN

El coste de ejecución de este tipo de estructuras es competitivo debido a que el material de uso principal el Hormigón es un material barato.

El coste de ejecución se ve afectado negativamente por el necesario uso en obra de grúas de alto poder de elevación para poder montar la estructura, ya que estas estructuras son muy pesadas.

COSTE DE CONSERVACIÓN

En su conservación y mantenimiento también resultan estructuras muy rentables ya que precisan de poca conservación a lo largo de su vida útil.

FACILIDAD DE MONTAJE

Su montaje también es rápido aunque tal y como se ha expuesto anteriormente requiere de grúas con alto poder de elevación lo que eleva su coste respecto a las grúas necesarias para elevar estructuras metálicas que son mucho más ligeras.

Las naves de hormigón prefabricado son fáciles y rápidas de armar, pues prácticamente sólo se tiene que conectar las piezas, y las uniones, también se realizan de forma sencilla y rápida.

Un elemento diferenciador de este tipo de construcciones son las uniones pilares-zapata. Estas uniones se realizan en obra, y tienen cierta dificultad debido a que la nivelación final ha de ser perfecta y no hay mucho margen. Se utiliza para nivelar un mortero autonivelante o grout.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Este tipo de construcciones ofrecen una gran seguridad en su construcción, debido a que se reduce el tiempo de trabajo en obra y se trabaja mucho en planta donde los trabajos están más estandarizados y mecanizados, por tanto existe menor riesgo de accidente.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Su ejecución es muy rápida ya que se pueden realizar las tareas en obra iniciales, de movimiento de tierras, despeje, desbroce, acondicionamiento de caminos e instalaciones de obra, y al mismo tiempo la empresa prefabricadora ya puede estar fabricando los elementos de la estructura, vigas y pilares. De ese modo cuando llega el momento de instalar los pilares y vigas de la nave, ya estarán fabricados y acopiados en el lugar de trabajo o en la misma fábrica.

FACTORES ESTÉTICOS

Tienen una estructura visualmente limpia y más agraciada en general que las estructuras realizadas con hormigón "in situ".

SEGURIDAD



Su seguridad en la construcción de las mismas por tanto es muy elevada ya que requieren de poco trabajo en obra y poca mano de obra.

DESVENTAJAS

TRANSPORTE

El problema de este tipo de estructuras es su elevado peso y gran tamaño de sus elementos constituyentes que dificulta enormemente su transporte hasta obra. Ya que a diferencia de las estructuras metálicas que pueden dividirse en piezas de menores tamaños, las estructuras prefabricadas están formadas por grandes piezas indivisibles que se unen entre sí en obra.

En obras de difícil acceso puede ser determinante este apartado llegando a ser imposible su uso.

En nuestro caso se debería de prefabricar en planta unas vigas delta de hormigón pretensado de 35 m de luz. Estas vigas tienen un peso aproximado de 40 T. Es transporte desde la planta de prefabricación hasta la obra de un elemento de 40 T y 35 m de longitud es muy problemático sea cual sea el caso, pero el llevar las vigas hasta la parcela en Picassent es imposible.

Se consideraron 2 accesos posibles:

Acceso 1: Circulando por la autovía A7 dirección Alicante y tomando la salida siguiente a la Ford de Almussafes, el transporte debía de realizar un giro para acometer el puente de cruce de la autovía A7 hacia el polígono industrial Juan Carlos I, que es imposible realizar para un vehículo de más de 40 m de longitud.

Acceso 2: Otra aproximación circulando por la autovía A7 dirección Valencia y tomando la salida anterior a la Ford de Almussafes. Si bien esta opción es válida por radios de giro, el transporte de más de 50 T (vehículo más carga) debe de atravesar un puente que no puede resistir ese peso.

De modo que la nave no puede construirse con elementos prefabricados de hormigón. Y esta solución no será analizada con el método multicriterio.



3.3 NAVES CON ESTRUCTURAS DE ACERO

VENTAJAS:

COSTE DE EJECUCIÓN

Para luces de 35 m que tiene la nave de la planta de clasificación de envases ligeros este tipo de estructura es muy ventajosa si se considera el coste de ejecución.

La relación resistencia/peso/coste del acero es muy buena.

Las estructuras de acero son, por lo general, más ligeras que las realizadas con otros materiales; esto supone menor coste de cimentación.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Este tipo de estructuras presenta una gran seguridad en la construcción y montaje de las mismas, sólo superado para las naves realizadas con elementos de hormigón prefabricado, debido a que las uniones de éstas últimas son mucho más simples de realizar, mientras que en las estructuras de acero hay que realizar trabajos en altura (soldar por ejemplo) lo que siempre supone un riesgo.

FACILIDAD DE TRANSPORTE

Es un material de gran resistencia. Esto significa que los elementos que formarán la estructura en cualquier construcción podrán ser de una sección transversal mucho menor que en el caso del hormigón, ocupando, por lo tanto, menos espacio. Lo que facilitará el transporte.

Además las estructuras se pueden montar en taller y transportar en camión en módulos de tamaños aceptable para luego posteriormente terminar su unión en obra.

En nuestra nave, la cercha de los pórticos tipo que debe cubrir una luz de 35 m, se fabricará en taller en dos mitades de 17.5 m y se transportarán a obra donde se unirán las dos mitades y luego se izarán para su colocación.

FACILIDAD DE MONTAJE

Su montaje requiere de grúas de gran capacidad, pero mucho menores que en si fuese una estructura realizada con elementos de hormigón prefabricado.

Ahora bien las uniones en obra se realizarán por soldadura, que es un trabajo delicado. Por tanto su montaje tiene cierta dificultad a la hora de ejecutar las uniones.

PLAZO DE EJECUCIÓN

De igual modo que en el caso de naves realizadas con elementos de hormigón prefabricado, su ejecución es muy rápida ya que se pueden realizar las tareas en obra iniciales, de movimiento de tierras, despeje, desbroce, acondicionamiento de caminos e instalaciones de obra, y al mismo tiempo la empresa subcontratista encargada de la fabricación de la estructura ya puede estar fabricando los elementos de la misma en taller. De ese modo cuando llega el momento de instalar los pilares y vigas de la nave, ya estarán fabricados y acopiados en el lugar de



trabajo o en la misma fábrica.

FACTORES ESTÉTICOS

A la propiedad (Vaersa SA) le gustan especialmente este tipo de estructuras por ello, se le otorga una gran puntuación.

DESVENTAJAS

COSTE DE CONSERVACIÓN

Corrosión. Este tipo de materiales pueden presentar problemas de corrosión dependiendo del lugar y los agentes corrosivos externos. En el caso de nuestra ubicación de la nave en Picassent dentro de un polígono industrial y alejado de zonas costeras, se puede considerar que los problemas de corrosión serán limitados.

Problemática en caso de incendios. Debido a esto, es conveniente, y en algún caso obligatorio, recubrir este tipo de estructuras con pintura ignífuga o intumescente para evitar el colapso de la misma. Es una desventaja fácilmente subsanable utilizando este tipo de pinturas o recubrimientos.

Pandeo, ya que se utilizan elementos esbeltos sometidos a compresión (soportes metálicos). No obstante, las estructuras se calculan evitando estos fenómenos.

Coste económico de la estructura y su posterior mantenimiento: pinturas contra la corrosión, paneles de protección frente al fuego, etc.

Mano de obra especializada.

El desarrollo de nuevos sistemas de protección contra la corrosión, garantizan con un mantenimiento mínimo, una vida casi ilimitada para las estructuras realizadas con acero.



3.4 NAVES DE ACERO CON CUBIERTA DE MALLA ESPACIAL

CARACTERÍSTICAS

Son un tipo de nave de acero, pero con características únicas. Son elementos que trabajan igual en las tres dimensiones, por ello su comportamiento es muy distinto respecto del resto aquí analizados.

VENTAJAS:

FACILIDAD DE TRANSPORTE

Al ser estructuras que se fabrican en taller por módulos para unirlos después en obra, su transporte por camión se puede realizar con facilidad, bajo coste y sin peligro.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Como son estructuras que se fabrican íntegramente en taller y luego se montan en obra, su plazo de ejecución es reducido, ya que se pueden ir avanzando otras partes de la obra y al llegar a la estructura ya estaría en obra y montada, sólo teniendo que alzarla.

FACTORES ESTÉTICOS

Se consideran estéticamente por encima de las estructuras de acero.

DESVENTAJAS

COSTE DE EJECUCIÓN

Su coste es alto y sólo recomendable su ejecución para grandes luces, de más de 60 m.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Presentan una gran seguridad ya que su ejecución se realiza casi por entero en taller en planta y luego en obra.

FACILIDAD DE MONTAJE

Si bien el izado de este tipo de estructuras se puede hacer de una sola vez, (por ejemplo la cubierta del Palau Sant Jordi" en Barcelona), utilizando grandes grúas. Su montaje en obra suele ser complicado y laborioso por el alto número de uniones a realizar.

COSTE DE CONSERVACIÓN

Tienen el mismo problema que las estructuras de acero, la corrosión y el fuego. Problemas ya comentados anteriormente.



3.5 NAVES FABRICADAS CON MATERIALES COMPUESTOS

Descripción: Son elementos estructurales realizados con materiales compuestos (composites), principalmente fibra de vidrio y fibra de carbono.

VENTAJAS:

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Este tipo de estructuras tiene poco trabajo en obra y mucho en taller, lo que reduce los riesgos.

FACILIDAD DE MONTAJE

Estas estructuras se construyen casi íntegramente en taller y en obra sólo es necesario su izado utilizando grúas y la realización de las uniones.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Al igual que en el caso de estructuras realizadas con elementos de hormigón prefabricado, estructuras de acero y de malla espacial, su plazo de ejecución es reducido.

COSTE DE CONSERVACIÓN

Tiene un coste de conservación bajo, ya que los materiales composites son químicamente estables y no presentan ningún tipo de reacción con el ambiente.

FACTORES ESTÉTICOS

Estéticamente se las considera como las mejores ya que son completamente distintas al resto de las construcciones y muy esbeltas debido a su alta relación resistencia/peso.

DESVENTAJAS

COSTE DE EJECUCIÓN

Su coste de ejecución es el mayor de todas las propuestas.

Para ejecutar naves con luces de 35 m su aplicación hoy en día es prohibitiva en términos económicos.

FACILIDAD DE TRANSPORTE

Tienen problemas parecidos a los de las estructuras de elementos prefabricados de hormigón. Si bien son muy ligeras, más incluso que las estructuras de acero, siguen teniendo el problema de que los elementos son indivisibles y su transporte por carretera con elementos de elevada longitud crea muchos problemas. (por ejemplo estructuras de los modernos aerogeneradores).

3.6 CONCLUSIONES

Se resume todo lo expuesto anteriormente en una tabla donde se valora numéricamente cada solución.

FACTORES	DESCRIPCION	PESO RELATIVO EN LA VALORACION	TIPO DE ESTRUCTURA			
			HORMIGÓN IN SITU	ACERO	MALLA ESPACIAL	MATERIALES COMPUESTO
COSTE DE EJECUCIÓN	Mayor valor menor coste	50,0%	10	8	5	3
COSTE CONSERVACIÓN	Mayor valor menor coste	10,0%	8	5	1	10
FACILIDAD TRANSPORTE	Mayor valor más facil	10,0%	10	10	8	5
FACILIDAD DE MONTAJE	Mayor valor más facil	7,5%	5	10	6	9
SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION	Mayor valor Más seguridad	10,0%	1	8	4	9
PLAZO DE EJECUCIÓN	Mayor valor menor plazo	10,0%	1	9	8	10
FACTORES ESTÉTICOS	Mayor valor más estético	2,5%	1	8	9	10
VALORACIÓN	TOTAL	100,0%	7,40	8,15	5,28	5,83

Tabla 2 Valoración de las distintas soluciones

Todas están valoradas de 1 a 10.

COSTE DE EJECUCIÓN

10 representa un menor valor de ejecución.

1 representa un mayor valor de ejecución.

COSTE DE CONSERVACIÓN

10 representa un menor valor de conservación.

1 representa un mayor valor de conservación.

FACILIDAD DE TRANSPORTE

10 representa mayor facilidad de transporte.



1 representa mayor dificultad de transporte.

FACILIDAD DE MONTAJE

10 representa mayor facilidad de montaje.

1 representa mayor dificultad de montaje.

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

10 representa mayor seguridad en la construccion.

1 representa menor seguridad en la construccion.

PLAZO DE EJECUCIÓN

10 representa menor tiempo de ejecución.

1 representa mayor tiempo de ejecución.

FACTORES ESTÉTICOS

10 representa una mejor estética.

1 representa una peor estética.

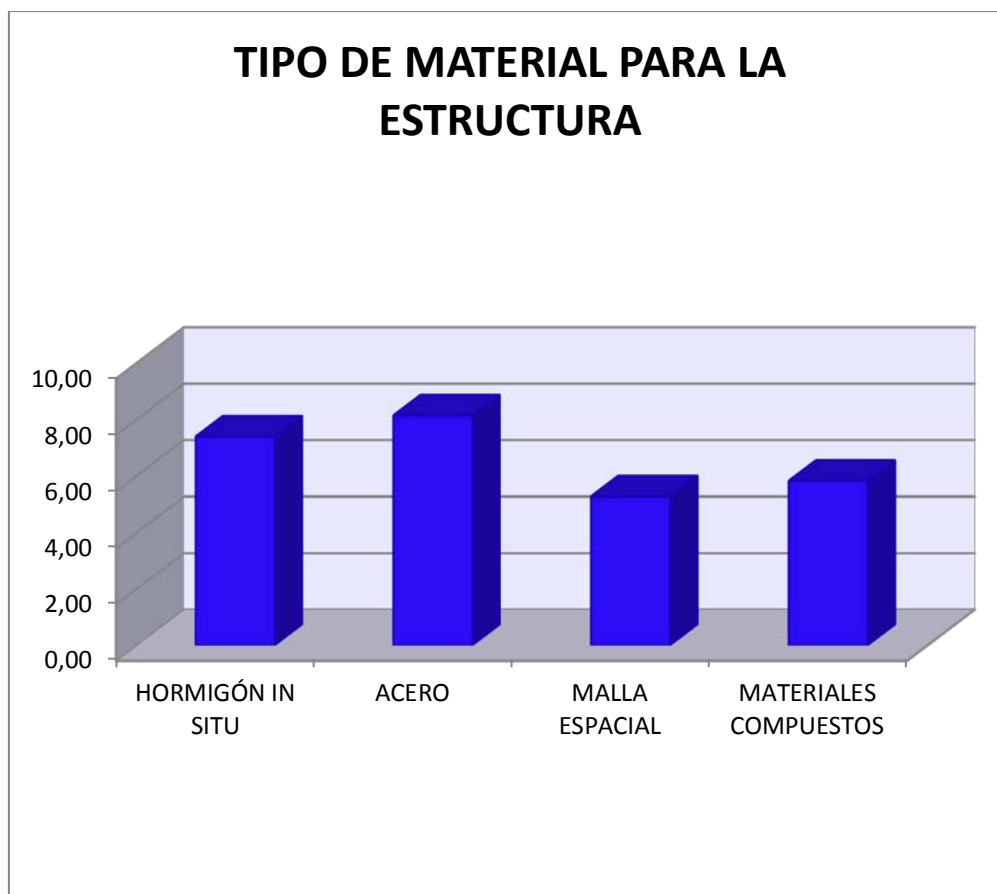


Tabla 3. Gráfico resumen Elección tipo de estructura

Por todo lo expuesto anteriormente la solución elegida para la nave de clasificación de envases ligeros de Picassent, será la realización de la misma usando una estructura de acero.

Dentro de las estructuras de acero, existen diversas soluciones posibles, todas ellas se verán con detenimiento en el anejo de Cálculo de estructuras.

4. ELECCION CERRAMIENTO

Para una nave de estructura de acero, como será finalmente la nuestra, existen diversos tipos de cerramiento tanto de fachada como de cubierta, estudiaremos cuál de todos ellos se adapta mejor al presente proyecto.

En el mercado existen diversas soluciones para cerramientos de naves industriales, nosotros estudiaremos la viabilidad de las más usadas:

CERRAMIENTO DE CHAPA SIMPLE

Están realizados con una chapa metálica fabricada en acero galvanizado o prelacado.



Imagen 3. Cerramientos realizados con chapa simple. Fuente Cualimetal SA

CERRAMIENTO DE “PANEL SANDWICH” PREFABRICADO

Están formadas por paneles prefabricados compuestos por una chapa interior, un aislamiento interno de poliuretano o lana de roca si se busca además de aislamiento térmico, protección contra incendios elevada.



Imagen 4. Cerramientos de panel sándwich prefabricado. Fuente: Cualimetal SA

CERRAMIENTO DE “PANEL SANDWICH” IN SITU

Las cubiertas sándwich in situ están compuestas por una primera chapa interior fijada a la estructura (metálica o de hormigón), un aislante intermedio, un perfil metálico de separación, y acabado con una chapa exterior fijada al perfil de separación.



Imagen 5. Cubierta panel sándwich in situ. Fuente: Cualimetal SA

CUBIERTA DECK

Las cubiertas deck están formada por tres elementos básicos:

El soporte a base de un perfil metálico galvanizado o prelacado. Espesor según necesidades.

Un aislante del material requerido, (habitualmente lana de roca, poliuretano o lana de vidrio) de diferentes densidades y espesores, según necesidades.

Una impermeabilización con láminas bituminosas ó sintéticas como acabado.



Imagen 6. Cubierta tipo Deck. Fuente Cualimetal

Y por último el cerramiento de panel de hormigón prefabricado.

Esta solución es muy usada en naves de elementos prefabricados de hormigón, pero como la estructura elegida es de acero optar por cerramiento de hormigón sería una mala solución debido a su elevado peso. Un panel sándwich pesa aproximadamente 0.12 Kn/m^2 , y un cerramiento de hormigón prefabricado pesa 1.2 Kn/m^2 . Esto supone un peso 10 veces mayor, y si bien en una estructura de elementos prefabricados de hormigón que el peso de la cubierta sea 10 veces superior no importa mucho ya que los pilares de hormigón tienen una elevada resistencia a compresión, en una estructura de acero supondría tener que sobredimensionarla sólo por culpa del cerramiento.

Por todo ello este cerramiento de hormigón no se considera.

En primer lugar y lo más importante es determinar que funciones debe de cumplir un cerramiento. Exigencias de tipo estructural, seguridad contra incendio, y requisitos de salubridad, impermeabilidad y confort térmico.

Los requisitos de resistencia estructural e impermeabilidad se cumplirán en todos los cerramientos que elijamos siempre y cuando respetemos los criterios de colocación del fabricante, así que nos centraremos en las exigencias en cuanto a seguridad contra incendio y confort térmico ya que tenemos unas normas específicas que den de cumplir nuestros cerramientos.

A continuación se resume en un cuadro, ponderando los distintos factores, para la elección del cerramiento.

NOMBRE CERRAMIENTO	PESO RELATIVO EN LA VALORACION	TIPO DE CERRAMIENTO			
		CHAPA SIMPLE	PANEL SANDWICH PREFABRICADO	PANEL SANDWICH "IN SITU"	CUBIERTA DECK
COSTE	50%	10	7	8	6
FACILIDAD MONTAJE	15%	10	10	6	10
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	15%	5	10	10	10
CONFORT TÉRMICO	10%	5	10	10	10
PESO CERRAMIENTO	10%	10	8	7	5
VALORACIÓN	100%	8,75	8,30	8,10	7,50

Tabla 4. Estudio de los tipos de cerramiento.

Según esta clasificación el cerramiento que mejor se adecúa a nuestra nave, sería el de chapa simple, pero como veremos a continuación, este cerramiento no cumple con el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, RSCIEI del 2004.

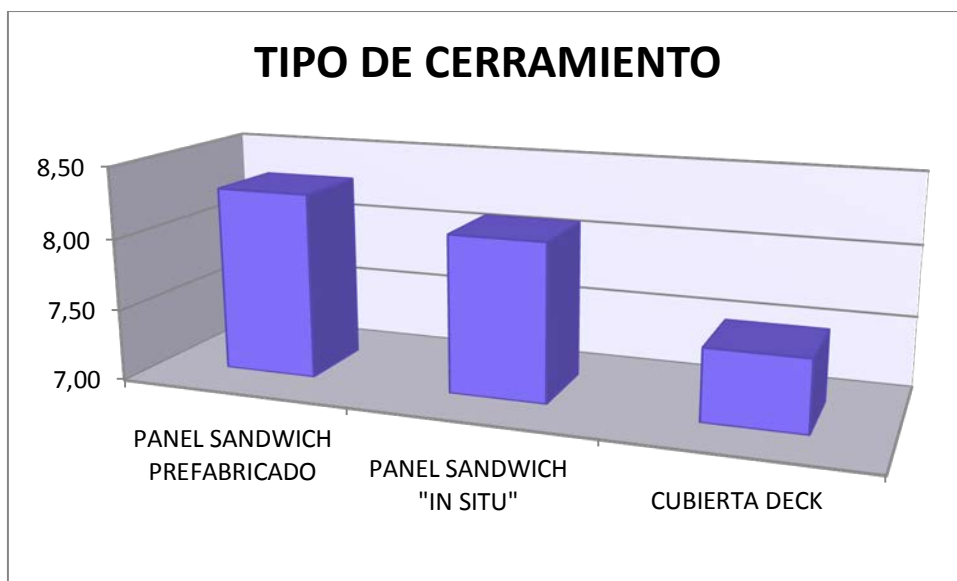


Imagen 7. Gráfico tipo de cerramiento

Por todo ello el cerramiento elegido para la nave será de panel sándwich prefabricado.



4.1 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

El cerramiento de cubierta y fachada ha de cumplir con un EF-30, según el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales: *RSCIEI 2267/2004*, tabla 2.3, del punto 3 materiales y según lo explicado en el anejo de protección contra incendios.

TABLA 2.3

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riego alto	R 60 (EF-60)	R30 (EF-30)

Tabla 5. Necesidad de Resistencia al fuego. Material de cerramiento.

4.3 ELECCIÓN DEL CERRAMIENTO

Teniendo en cuenta todo lo anterior ahora ya nos podemos decantar por un tipo concreto de cerramiento.

Aunque el mejor sería el de chapa, se ha comprobado que no existe en el mercado un cerramiento de chapa simple que cumple con los requisitos exigidos para cumplir el RSCIEI para esta nave en concreto que contiene productos de polietileno. Ver anejo de Instalaciones.

Por todo lo anterior, se propone como cerramiento tanto para fachada como cubierta un panel sándwich con aislamiento de lana de roca de 100 mm de espesor con el que se conseguirán cumplir los requisitos de resistencia y confort térmico exigidos por el CTE, y la seguridad contra incendios tanto para el CTE-DB-SI en el edificio anexo para tareas administrativas como el RD 2264/2004 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.



El coeficiente de transmisión térmica (K) se ha calculado considerando el espesor del núcleo aislante y teniendo en cuenta la resistencia superficial.

Imagen 8. Cerramiento para fachadas y cubiertas, Fuente: marca panel sándwich.