



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Estructura flotante para instalación fotovoltaica en el  
pantano de Amadorio, Villajoyosa (Alicante)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Arbona Castells, Alexis

Tutor/a: Real Herraiz, Teresa Pilar

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

### Estructura flotante para instalación fotovoltaica en el pantano de Amadorio, Villajoyosa (Alicante)

*TRABAJO FINAL DEL*

**Grado en Ingeniería Mecánica**

*REALIZADO POR*

**Arbona Castells, Alexis**

*TUTORIZADO POR*

**Real Herraiz, Teresa Pilar**

**CURSO ACADÉMICO: 2021/2022**

## ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO I MEMORIA .....	- 1 -
DOCUMENTO I. MEMORIA .....	- 2 -
1.1. OBJETO.....	- 2 -
1.2. ESTUDIO DE NECESIDADES, FACTORES A CONSIDERAR: LIMITACIONES Y CONDICIONANTES. ....	- 2 -
1.3. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	- 3 -
1.4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	- 8 -
1.5. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LOS ELEMENTOS O COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA (CÁLCULO Y DIMENSIONADO). ....	- 11 -
DOCUMENTO II PLIEGO DE CONDICIONES.....	- 12 -
DOCUMENTO II. PLIEGO DE CONDICIONES .....	- 13 -
2.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS .....	- 13 -
2.1.1. Disposiciones Generales .....	- 13 -
2.1.1.1. Disposiciones de carácter general .....	- 13 -
2.1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares... - 18 -	
2.1.1.3. Disposiciones de las recepciones de estructuras y obras anejas -	24 -
2.1.2. Disposiciones Facultativas .....	- 27 -
2.1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.....	- 27 -
2.1.2.2. Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.) ...	- 29 -
2.1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97..	- 29 -
2.1.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/08. -	29 -
2.1.2.5. La Dirección Facultativa .....	- 29 -
2.1.2.6. Visitas facultativas .....	- 30 -
2.1.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes .....	- 30 -
2.1.2.8. Documentación final de obra: Libro de la Estructura.....	- 39 -
2.1.2. Disposiciones Económicas .....	- 40 -
2.1.2.1. Definición .....	- 40 -
2.1.2.2. Contrato de obra.....	- 40 -
2.1.2.3. Criterio General .....	- 41 -
2.1.2.4. Fianzas.....	- 41 -
2.1.2.5. De los precios .....	- 42 -

2.1.2.6. Obras por administración .....	- 45 -
2.1.2.7. Valoración y abono de los trabajos .....	- 45 -
2.1.2.8. Indemnizaciones Mutuas.....	- 48 -
2.1.2.9. Varios .....	- 48 -
2.1.2.10. Retenciones en concepto de garantía .....	- 49 -
2.1.2.11. Plazos de ejecución: Planning de obra .....	- 50 -
2.1.2.12. Liquidación económica de las obras.....	- 50 -
2.1.2.13. Liquidación final de la obra.....	- 50 -
2.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	- 51 -
2.2.1. Prescripciones sobre los materiales .....	- 51 -
2.2.1.1. Garantías de calidad (Marcado CE) .....	- 52 -
2.2.1.2. Aceros para estructuras metálicas .....	- 55 -
2.2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.....	- 56 -
2.2.2.1. Estructuras .....	- 56 -
2.2.3. Prescripciones sobre verificaciones en la estructura terminada .....	- 63 -
2.2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición-	63
-	-
DOCUMENTO III PRESUPUESTO .....	- 65 -
DOCUMENTO III. PRESUPUESTO.....	- 66 -
3.1. CUADRO DE PRECIOS ELEMENTALES.....	- 66 -
3.2. COSTES INDIRECTOS .....	- 67 -
3.2.1. Cálculo del coeficiente K.....	- 67 -
3.3. CUADROS DE PRECIOS DESCOMPUESTOS POR UNIDADES DE OBRA .....	- 69 -
3.3.1. Unidad de obra 1 .....	- 69 -
3.3.2. Unidad de obra 2 .....	- 70 -
3.3.3. Cuadro de precios nº2 de la unidad de obra 2 .....	- 71 -
3.4. VALORACIÓN.....	- 72 -
DOCUMENTO IV PLANOS.....	- 73 -
BIBLIOGRAFÍA .....	- 74 -
ANEJO I: ANEJO DE CÁLCULOS.....	- 1 -

## ÍNDICE DE IMÁGENES GENERAL

Imagen 1: Huerto solar en Navarra. ....	- 4 -
Imagen 2: Granja solar en Honduras. ....	- 5 -
Imagen 3: Estructura inclinada sobre la cubierta plana de un edificio. ....	- 6 -
Imagen 4: Estructura coplanar sobre la cubierta inclinada de una nave industrial. ....	- 6 -
Imagen 5: Estructura flotante en Sierra Brava (Extremadura) instalada por “Acciona”. -	7 -
Imagen 6: Flotador de la empresa HS Floating. ....	- 9 -
Imagen 7: Distribución de los flotadores y los elementos de unión de cada estructura tipo. ....	- 9 -
Imagen 8: Símbolo CE. ....	- 53 -
Imagen 9: Ejemplo de marcado CE. ....	- 54 -

## ÍNDICE DE TABLAS GENERAL

Tabla 1: Cuadro de precios elementales. ....	- 67 -
Tabla 2: Cuadro de precios descompuestos de la unidad de obra 1. ....	- 69 -
Tabla 3: Cuadro de precios descompuestos de la unidad de obra 2. ....	- 71 -
Tabla 4: Cuadro de precios nº2 de la unidad de obra 2. ....	- 71 -
Tabla 5: Cuadro de la valoración final del presupuesto. ....	- 72 -

## RESUMEN

El siguiente proyecto consta del cálculo y dimensionado de una estructura flotante para una instalación fotovoltaica situada en el pantano de Amadorio.

Se realizará el cálculo y dimensionado de una estructura flotante capaz de soportar 5 paneles solares y se replicará 2 veces longitudinalmente y 20 veces transversalmente para poder soportar las 200 placas solares que tendrá la instalación fotovoltaica.

Se estudiarán las diferentes formas de realizar una estructura fotovoltaica y se expondrán ventajas y desventajas de cada una.

Como la fotovoltaica flotante es un ámbito relativamente nuevo, se propondrá una solución novedosa fácil de replicar y instalar para instalaciones fotovoltaicas grandes.

Palabras clave: Estructura; Flotante; Panel; Cálculo; Dimensionado

## RESUM

El següent projecte consta del càlcul i dimensionament d'una estructura flotant per a una instal.lació fotovoltaica situada al pantà d'Amadorio.

Es realitzarà el càlcul i dimensionament d'una estructura flotant capaç de suportar 5 panells solars i es replicarà 2 vegades longitudinalment i 20 vegades transversalment per poder suportar les 200 plaques solars que tindrà la instal.lació fotovoltaica.

S'estudiaran les diferents formes de realitzar una estructura fotovoltaica i s'exposaran avantatges i desavantatges de cada una.

Com la fotovoltaica flotant es un àmbit relativament nou, es proposarà una solució novedosa fàcil de replicar i instal.lar per a instal.lacions fotovoltaiques grans.

Paraules clau: Estructura; Flotant; Panel; Càlcul; Dimensionament.



## **ABSTRACT**

This project consists of the calculation and measurement of a floating structure for a photovoltaic system located on the Amadorio reservoir.

It will be carried out the calculation and measurement of a structure able to support 5 solar panels and it will be replicated 2 times longitudinally and 20 times transversely to support the 200 solar panels that has the photovoltaic system.

It will be studied different forms to make a photovoltaic structure and it will be explained advantages and disadvantages of each form.

Because floating photovoltaic is a relatively new field, it will be suggested an original solution easy to replicate and to set up for large photovoltaic installations.

Key words: Structure; Floating; Panel; Calculation; Measurement.



---

*DOCUMENTO I MEMORIA*

---

## DOCUMENTO I. MEMORIA

### 1.1. OBJETO.

El proyecto se trata del cálculo y dimensionado de una estructura flotante para instalación fotovoltaica en el pantano de Amadorio, Villajoyosa (Alicante).

Se tratará de elaborar una estructura metálica y un sistema flotante que sean capaces de fijar y orientar adecuadamente los paneles solares que tengan que soportar.

Para la elaboración del proyecto se incluirá también un pliego de condiciones, un presupuesto, unos planos, así como también un anejo de cálculos completo del cálculo y dimensionado de la estructura metálica y el sistema flotante.

Todos los cálculos se llevarán a cabo siguiendo la normativa vigente.

### 1.2. ESTUDIO DE NECESIDADES, FACTORES A CONSIDERAR: LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.

En líneas generales necesitaremos una estructura flotante que sea fácil de replicar para simplificar el número de cálculos y facilitar el montaje de ésta si nos encontramos ante una instalación grande.

Para realizar una estructura flotante que sea capaz de soportar y mantener la orientación de los paneles solares vamos a necesitar 3 elementos:

- Un sistema flotante:

Será el que nos permitirá que nuestra instalación permanezca a flote. También debe de ser capaz de soportar el peso de personas que tengan que realizar mantenimiento de las placas solares. Además, deberá de ser resistente al sol y al cambio de temperaturas ya que estará constantemente expuesto a estas circunstancias.

- Una estructura metálica:

Será la que nos servirá para fijar las placas solares, darles y mantener el grado de inclinación correcto (en nuestro caso será de 30º), así como de mantenerlas orientadas hacia el sur, para captar la mayor energía solar posible. Esta estructura deberá ser capaz además de soportar las cargas de las acciones que interactuarán con la instalación y también deberá estar hecha de un material capaz de soportar los esfuerzos que produzcan dichas acciones. El material que

se elija para realizar la estructura metálica deberá estar también protegido de la oxidación.

- Un sistema de anclaje al lago o pantano:

También será necesario disponer de un sistema que sea capaz de anclar la instalación a una parte del lago o pantano para que la estructura flotante no se desplace de la ubicación inicial de montaje. Además, servirá para mantener la orientación de las placas solares hacia el sur.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Si necesitamos abastecer una instalación, vivienda o edificio de electricidad y queremos hacerlo de forma limpia y respetuosa con el medio ambiente, una de las maneras de obtener electricidad que cumple con las condiciones anteriores que más se está utilizando durante los últimos años es sin duda la utilización de placas solares fotovoltaicas.

Desde los años 90 el coste de las placas fotovoltaicas ha ido reduciéndose al igual que ha ido aumentando su eficiencia, haciéndolas cada día que pasa una alternativa renovable muy interesante para obtener electricidad.

Han ido evolucionando tanto que ya podemos verlas de muchas maneras:

En huertos solares, en cubiertas de edificios, en postes, en marquesinas...

Incluso, se están empezando a ver desde hace pocos años una de las formas más novedosas de disponer placas solares fotovoltaicas, mediante estructuras flotantes en lagos, embalses, balsas de riego...

A continuación, expondremos algunas formas de habilitar placas solares fotovoltaicas, así como sus ventajas e inconvenientes:

## Huertos y granjas solares

Una de las formas más vistas de instalar placas fotovoltaicas es mediante huertos y granjas solares, que aunque son opciones que a priori son muy similares, a continuación veremos que presentan algunas diferencias.

Principalmente se diferencian por su tamaño, llamándose “granjas solares” aquellas que están ubicadas en extensiones muy grandes y denominándose “huertos solares” aquellos espacios más pequeños utilizados para instalar placas fotovoltaicas. De una forma u otra, las placas estarán instaladas mediante estructuras metálicas apoyadas sobre el suelo.

La diferencia de tamaño entre estas dos formas de llevar a cabo una instalación lleva a su vez a que tengan algunas diferencias más entre ellas. Las granjas solares requieren de una sala de control y transformadores de alta tensión, cosa que no vemos en los huertos solares.

Una de las principales ventajas de las granjas solares es su precio, pues al tratarse de instalaciones grandes, el precio de paneles y estructura para éstos será menor.

Una desventaja de las granjas solares es que utilizan terreno que podría ser utilizado con otro fin para hacer instalaciones fotovoltaicas. Por ejemplo, podría ser utilizado en agricultura o ganadería.



Imagen 1: Huerto solar en Navarra.



Imagen 2: Granja solar en Honduras.

### Instalaciones fotovoltaicas en cubiertas de edificios

También es muy común ver instalaciones fotovoltaicas en cubiertas de edificios. Su principal ventaja es que utilizan un espacio que en la mayoría de los casos no va a ser utilizado.

Existen instalaciones con estructuras inclinadas para favorecer la captación de energía solar y existen otras, que como la cubierta ya tiene cierto grado de inclinación, son coplanares a ésta.

Las coplanares además presentan la ventaja de no necesitar elementos estructurales que las inclinen, puesto que ya tienen una cierta inclinación suficiente para captar mayor energía solar.

Una desventaja de las instalaciones fotovoltaicas en cubiertas de edificios sería el aumento del peso propio del edificio sobre el que se sitúa la instalación.

Y otra posible desventaja de este tipo de instalaciones (dependiendo de lo grande que sea la cubierta del edificio), es que están limitadas al tamaño de las cubiertas del edificio donde se sitúan.



Imagen 3: Estructura inclinada sobre la cubierta plana de un edificio.



Imagen 4: Estructura coplanar sobre la cubierta inclinada de una nave industrial.



## Estructuras flotantes para instalaciones fotovoltaicas

Una de las soluciones para instalaciones fotovoltaicas más novedosa en los últimos años es la utilización de estructuras flotantes para realizar instalaciones sobre lagos, embalses o balsas de riego.

Hoy en día no es muy común verlas debido a que es algo bastante nuevo y poco a poco se están empezando a realizar más instalaciones.

A continuación, mostraremos la primera planta fotovoltaica flotante conectada a red de España:



Imagen 5: Estructura flotante en Sierra Brava (Extremadura) instalada por "Acciona".

Consta de 3000 placas solares y una potencia pico de 1,125 MWp.

Algunas de las ventajas de realizar una instalación fotovoltaica mediante estructuras flotantes las mostramos a continuación:

Mayor productividad. Debido a la refrigeración de los paneles mediante el agua del embalse lago... Las placas fotovoltaicas instaladas sobre el agua generan mayor electricidad que las instaladas sobre cubiertas de edificio o sobre terrenos.

Reducen la evaporación del agua. Al estar cubriendo gran parte de la superficie del lago o embalse donde esté instalada, evita que se evapore gran parte de agua.

Mejoran la calidad del agua. Al cubrir gran parte del embalse, evita que se formen algas en la parte donde está situada la estructura.

Se utiliza un terreno que no iba a ser utilizado. De esta forma evitamos instalar placas fotovoltaicas sobre huertos y granjas solares que podrían utilizarse para otro fin.

Podemos observar que presentan grandes ventajas, pero es cierto que tienen algunas desventajas también:

Sistema flotante. Necesidad de calcular, dimensionar y gestionar un sistema flotante capaz de soportar y garantizar la flotabilidad de la estructura. Lo cual supondrá un gasto más a la instalación.

Falta de experiencia en el sector. Debido a la novedad de estas instalaciones, es probable que en el futuro se encuentren problemas que hoy en día no se han percibido.

Oleaje y salinidad del mar u océanos. El oleaje es un problema a la hora de instalar placas fotovoltaicas sobre el mar u océanos, debido a esto, la mayoría de las estructuras flotantes que podemos encontrar se hayan sobre lagos, embalses o balsas de riego, es un problema todavía en estudio. La sal también es un gran problema debido a que las placas solares hoy en día no son 100% resistentes a ésta.

Debido a su novedad y a las ventajas expuestas anteriormente, será interesante realizar un proyecto de una instalación fotovoltaica flotante.

#### 1.4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

A continuación, describiremos detalladamente la solución que adoptaremos para la estructura flotante.

La estructura flotante estará formada por una estructura tipo capaz de soportar y fijar 5 paneles solares y será replicada 2 veces longitudinalmente y 20 veces transversalmente para poder soportar las 200 placas solares que tendrá la instalación fotovoltaica.

Como hemos mencionado anteriormente, necesitaremos de un sistema flotante, una estructura metálica y un sistema de fijación al lago o pantano. Todos ellos los describiremos a continuación:

- Sistema flotante:

El sistema flotante de cada estructura tipo constará de 46 flotadores de dimensiones 500x500x400 mm, cada uno pesará 7 kg y tienen una flotabilidad de  $350 \frac{kg}{m^2}$



Imagen 6: Flotador de la empresa HS Floating.

Los flotadores y sus elementos de unión de cada estructura tipo estarán dispuestos de la siguiente forma:

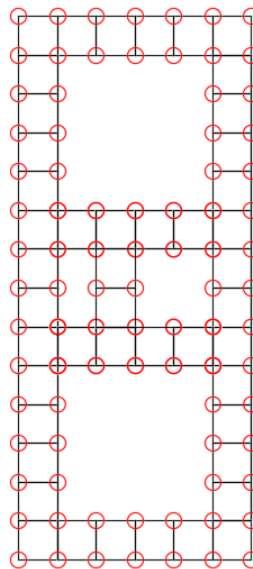


Imagen 7: Distribución de los flotadores y los elementos de unión de cada estructura tipo.

Se dispondrán 14 abrazaderas capaces de unir el sistema flotante con la estructura metálica. El resto de uniones entre flotadores será mediante elementos capaces de unir 2 o 3 flotadores, o elementos capaces de unir 4 flotadores. El número de elementos de unión entre flotadores que harán falta para cada estructura tipo dependerá de la ubicación de la misma respecto a las demás estructuras tipo.

- Estructura metálica:

La estructura metálica estará formada por perfiles estructurales de acero galvanizado S275JR. Cada estructura tipo constará de 4 triángulos (cada triángulo estará formado por un pilar, un dintel y una viga), 2 perfiles perimetrales largos, 2 perfiles perimetrales cortos, 2 correas y 3 arriostramientos.

Todos los perfiles serán tubulares rectangulares a excepción de los arriostramientos que serán secciones en T.

Cada barra tendrá la siguiente sección y longitud:

- Pilar: sección 40x20x3 mm longitud 863 mm
- Viga: sección 80x50x6 mm longitud 2000 mm
- Dintel: sección 80x50x6 mm longitud 1726 mm
- Correa: sección 50x40x4 mm longitud 5790 mm
- Perfil perimetral corto: sección 50x40x4 mm longitud 2080 mm
- Perfil perimetral largo: sección 50x40x4 mm longitud 6000 mm
- Arriostramiento: sección 30x30x4 mm longitud 2175 mm

Todas las uniones serán atornilladas y se usarán tornillos de M6 y M8, en función de la longitud de tornillo requerida para cada unión, ya que, como veremos en el anejo de cálculos con tornillos de M6 sería suficiente.

- Sistema de anclaje al lago o pantano:

Para fijar la instalación a un punto determinado del lago utilizaremos tirantes hincados al suelo, que serán perfiles IPE 80 de acero galvanizado S275JR de 750 mm de longitud. Se colocará un tirante por cada lado de cada estructura tipo siempre que sea posible.

Para fijar la instalación a los tirantes utilizaremos cabos de 10 mm de diámetro, que cada cabo irá atado a un tirante y a algún flotador de la instalación.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LOS ELEMENTOS O COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA (CÁLCULO Y DIMENSIONADO).

Si hacemos un estudio del mercado de la fotovoltaica flotante encontraremos poca información al respecto, no obstante, nos daremos cuenta de que existen diferentes formas de llevar a cabo el sistema flotante de la estructura.

Uno de los más sencillos y adaptables a cualquier instalación que se ha visto es la utilización de cubos flotantes de 500x500x400 mm, este tipo de cubos son muy utilizados para hacer pontones y pantalanés flotantes, tanto por su versatilidad como por su fácil montaje. Por ello, se utilizarán este tipo de cubos para realizar el sistema flotante de la estructura.

En cuanto a los materiales utilizados, utilizaremos HDPE para el sistema flotante porque es un material con alta resistencia mecánica y térmica, que soportará perfectamente los cambios de temperatura que pueda sufrir la instalación.

Para los perfiles estructurales utilizaremos acero galvanizado S275JR, porque la resistencia de este acero se ajusta al proyecto y será galvanizado porque necesitaremos un material que no se oxide debido a la alta humedad del ambiente cerca del pantano.

Se usará acero galvanizado en vez de acero inoxidable por ser más económico.

La justificación de las dimensiones de los elementos que componen la estructura metálica, así como el número de flotadores que componen el sistema flotante lo encontraremos en el anejo de cálculos de este proyecto.

Alzira, Julio de 2022

Firmado



Alexis Arbona Castells

---

*DOCUMENTO II PLIEGO DE CONDICIONES*

---

## DOCUMENTO II. PLIEGO DE CONDICIONES

En base al Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente a la estructura proyectada, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento de la estructura, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales de la estructura. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en la estructura terminada, del presente Pliego de Condiciones.

### 2.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

#### 2.1.1. Disposiciones Generales

##### 2.1.1.1. *Disposiciones de carácter general*

###### 2.1.1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### 2.1.1.1.2. Contrato de Obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

#### 2.1.1.1.3. Documentación Contrato de Obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra
- El presente Pliego de Condiciones

La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

#### 2.1.1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones de la estructura, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.



- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

#### 2.1.1.1.5. Reglamentación Urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del pantano, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

#### 2.1.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### 2.1.1.1.7. Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### 2.1.1.1.8. Responsabilidad del contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### 2.1.1.1.9. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de la estructura.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### 2.1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### [2.1.1.1.11. Anuncios y carteles](#)

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### [2.1.1.1.12. Copia de documentos](#)

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### [2.1.1.1.13. Suministro de materiales](#)

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### [2.1.1.1.14. Hallazgos](#)

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

#### [2.1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra](#)

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

A. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

B. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

#### 2.1.1.1.16. Omisiones de Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la *buena fe* mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio.

Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la *buena fe* de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada calidad final de la obra.

#### 2.1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de las estructuras objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

##### 2.1.1.2.1. Accesos y vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

#### 2.1.1.2.2. Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

#### 2.1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

#### 2.1.1.2.4. Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

#### 2.1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### 2.1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### 2.1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo

de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### [2.1.1.2.8. Prorroga por causa de fuerza mayor](#)

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### [2.1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra](#)

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

#### [2.1.1.2.10. Trabajos defectuosos](#)

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la estructura, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

#### 2.1.1.2.11. Vicios ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### 2.1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### 2.1.1.2.13. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de



Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### 2.1.1.2.14. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

#### 2.1.1.2.15. Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### 2.1.1.2.16. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

### 2.1.1.3. Disposiciones de las recepciones de estructuras y obras anejas

#### 2.1.1.3.1. Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### 2.1.1.3.2. Recepción provisional

Quince días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 2.1.1.3.3. Documentación final de la obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento de la estructura.

#### 2.1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante.

Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### 2.1.1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

#### 2.1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si la estructura fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

#### 2.1.1.3.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de la estructura, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

#### 2.1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 2.1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán de manera definitiva según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

#### 2.1.2. Disposiciones Facultativas

##### 2.1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

##### 2.1.2.1.1. El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la

legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

#### 2.1.2.1.2. El Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

#### 2.1.2.1.3. El Constructor o Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

#### 2.1.2.1.4. El Director de la Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

#### 2.1.2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto y/o ingeniero, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su

competencia y atribuciones legales, estimara necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de estas.

#### 2.1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

#### 2.1.2.1.7. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de estas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

#### 2.1.2.2. Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### 2.1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### 2.1.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/08.

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

#### 2.1.2.5. La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la

obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

#### *2.1.2.6. Visitas facultativas*

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

#### *2.1.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes*

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

##### 2.1.2.7.1. El Promotor

Ostentar sobre el pantano la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para las estructuras.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de marquesinas, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.



Garantizar los daños materiales que la estructura pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo con las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en la estructura el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo con lo especificado en el Anexo III del RD 1627/97. Copia de este deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro de marquesinas que contiene el manual de uso y mantenimiento de este y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### 2.1.2.7.2. El Proyectista

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales de la marquesina, en especial la cimentación y la estructura. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto y/o ingeniero antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes. Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y/o ingeniero y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y/o ingeniero y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### 2.1.2.7.3. El Constructor o Contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del

Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto y/o ingeniero Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto y/o ingeniero Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección

Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen la marquesina una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto y/o ingeniero, Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 25 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la marquesina).

#### 2.1.2.7.4. El Director de Obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado

final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro de la Estructura y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto y/o ingeniero Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitecto y/o Ingeniero, Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### 2.1.2.7.5. El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto y/o ingeniero, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto y/o ingeniero Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización de la estructura, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a la especificación del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos y/o ingenieros Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos y/o ingenieros Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto y/o ingeniero, Director de la Ejecución de las Obras, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### [2.1.2.7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación](#)

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la



correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### 2.1.2.7.7. Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### 2.1.2.7.8. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de la marquesina o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

#### *2.1.2.8. Documentación final de obra: Libro de la Estructura*

De acuerdo con el Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro de la Estructura, será entregada a los usuarios finales.

### 2.1.2.8.1. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de las marquesinas o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

## 2.1.2. Disposiciones Económicas

### 2.1.2.1. Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra.

Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen: Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

### 2.1.2.2. Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos que aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).

- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

#### *2.1.2.3. Criterio General*

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

#### *2.1.2.4. Fianzas*

##### 2.1.2.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

##### 2.1.2.4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

##### 2.1.2.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

#### 2.1.2.5. De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

##### 2.1.2.5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

##### 2.1.2.5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### 2.1.2.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas.

Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### 2.1.2.5.4. Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### 2.1.2.5.5. Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### 2.1.2.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### 2.1.2.5.7. De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### 2.1.2.5.8. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

#### 2.1.2.6. Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

#### 2.1.2.7. Valoración y abono de los trabajos

##### 2.1.2.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

#### [2.1.2.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones](#)

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa.

Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.



#### 2.1.2.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### 2.1.2.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### 2.1.2.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### 2.1.2.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso de la estructura, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

#### [2.1.2.8. Indemnizaciones Mutuas](#)

##### [2.1.2.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras](#)

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

##### [2.1.2.8.2. Demora de los pagos por parte del Promotor](#)

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

#### [2.1.2.9. Varios](#)

##### [2.1.2.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra](#)

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

##### [2.1.2.9.2. Unidades de obra defectuosas](#)

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### 2.1.2.9.3. Seguro de las obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 2.1.2.9.4. Conservación de la obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 2.1.2.9.5. Uso por el Contratista de la marquesina o bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de la marquesina o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### 2.1.2.9.6. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### 2.1.2.10. Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no

bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

#### *2.1.2.11. Plazos de ejecución: Planning de obra*

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

#### *2.1.2.12. Liquidación económica de las obras*

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo con la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

#### *2.1.2.13. Liquidación final de la obra*

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## 2.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 2.2.1. Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. de la Parte I del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos

materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### *2.2.1.1. Garantías de calidad (Marcado CE)*

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria:

- El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5mm.

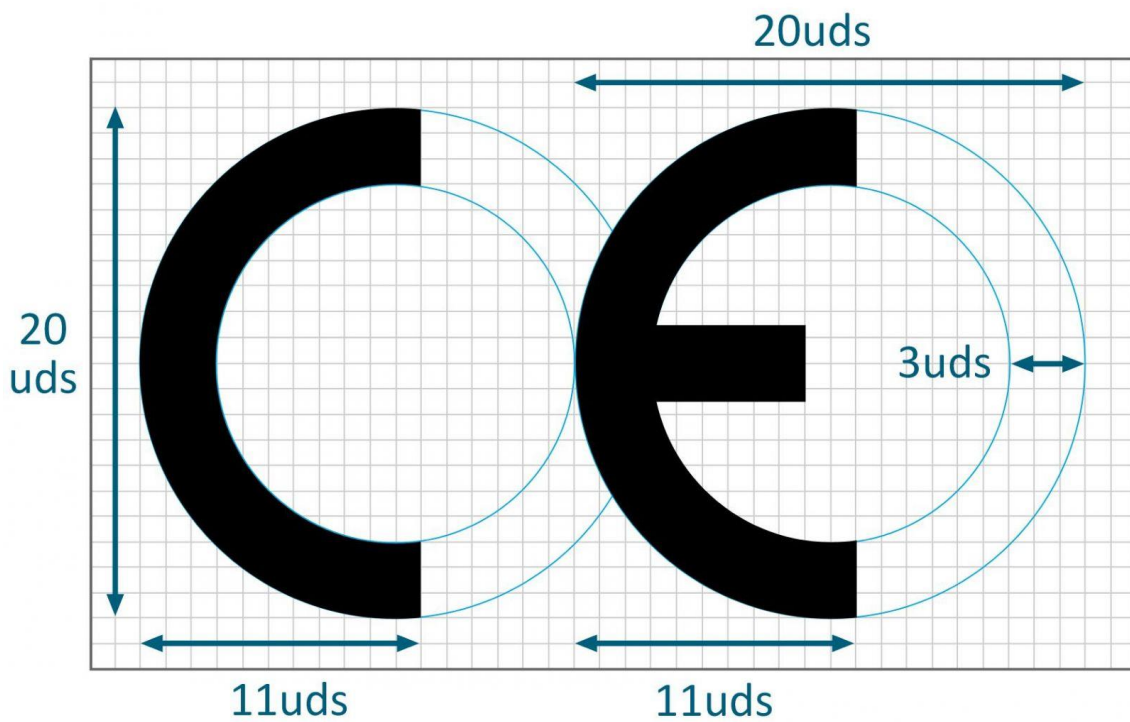


Imagen 8: Símbolo CE.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- El número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- El nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- La dirección del fabricante
- El nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- Las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- El número del certificado ce de conformidad (cuando proceda)
- El número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- La designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada

- Información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Ejemplo de marcado CE:

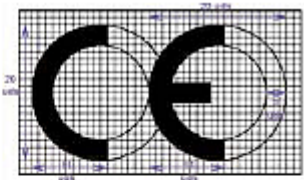
	<p><i>Marcado de la conformidad CE con el símbolo "CE", según la Directiva 93/68/CEE</i></p>
<p>Cerámica: xxxx Dirección: xxxx Código Postal: xxxx 04</p>	<p><i>Nombre o logotipo del fabricante y dirección registrada para el producto Dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado</i></p>
<p>EN 771-1 Bloque de arcilla cocida con perforación vertical, no visto, categoría II, tipo LD, Dimensiones (xxx,yyy,zzz) mm para uso estructural, con exigencias acústicas, térmicas y frente al fuego.</p>	<p><i>Número de la norma europea Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas de la norma armonizada según tipo de pieza y uso previsto.</i></p>
<p><u>Configuración:</u> (dibujo descriptivo y acotado de la configuración de la pieza) Clasificación según EN 1996-1-1: (Grupo 2a / 2b. Uso estructural) <u>Dimensiones y tolerancias:</u> Longitud: xxx mm, Anchura: yyy mm, Grueso: zzz mm Tolerancias del valor medio: Categoría (T1 / T2 / Tm) Recorrido: Categoría (R1 / R2 / Rm) Planeidad: (valor) mm Paralelismo: (valor) mm <u>Resistencia a compresión, Categoría I:</u> Resistencia media a compresión: (valor) N/mm<sup>2</sup>. Resistencia a compresión normalizada: (valor) N/mm<sup>2</sup>. Esfuerzo a compresión perpendicular: a las caras de apoyo. (cuando proceda) Muecas destinadas a ser rellenadas con mortero: (SI/NO). Tipo de refrentado: (rectificado / refrentado por mortero). Prescripciones de resistencia a compresión (aplicables / no aplicables) a piezas con formas especiales y accesorios. <u>Estabilidad dimensional:</u> Expansión por humedad: NPD <u>Adherencia:</u> Resistencia característica inicial a cortante: (valor) N/mm<sup>2</sup>, método de obtención: Declaración basada en (valores tabulados según EN 998-2 Anexo C / valor de ensayo según EN 1052-3). <u>Contenido de sales solubles activas:</u> Categoría: NPD (S0). <u>Reacción al fuego:</u> Euroclase A1 (Contenido en materia orgánica ≤ 1 % en masa o volumen distribuido de forma homogénea: sin necesidad de ensayo) <u>Absorción de agua:</u> Absorción de agua: No destinado a ser expuesto. <u>Permeabilidad al vapor de agua:</u> Coeficiente de difusión al vapor de agua: (valor) tabulado según EN 1745. <u>Durabilidad:</u> Resistencia al hielo / deshielo: (F0) No destinado a ser expuesto.</p>	<p><i>Información sobre las características esenciales recogidas en el anexo ZA de la norma armonizada para el uso previsto</i></p>

Imagen 9: Ejemplo de marcado CE.



Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

#### *2.2.1.2. Aceros para estructuras metálicas*

##### 2.2.1.2.1. Aceros en perfiles laminados

###### → Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

###### → Recepción y control

Inspecciones:

- Para los productos planos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 galvanizados de grado JR queda a elección del fabricante.
- Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
  - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
  - El tipo de documento de la inspección.
- Para los productos largos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 galvanizados de grado JR queda a elección del fabricante.

Ensayos:

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

###### → Conservación, almacenamiento y manipulación

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

→ Recomendaciones para su uso en obra

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

## 2.2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

### 2.2.2.1. Estructuras

#### 2.2.2.1.1. Perfiles perimetrales largos y correas

Unidad de obra EAM020b: Estructura metálica de acero laminado S275JR, L < 11,5 m.

- Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.
- No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

→ Características técnicas.

Suministro y montaje de perfiles perimetrales y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, mediante uniones atornilladas, para distancia entre pórticos de 1,62 m, trabajado en taller y montado insitu, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

→ Normativa de aplicación.

Ejecución

- CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

→ Criterio de medición en proyecto.

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

→ Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra.

- Contratista

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

- Proceso de ejecución

Fases de ejecución:

1. Replanteo y marcado de los ejes.
2. Presentación de la estructura para comprobación del correcto encaje de la misma.
3. Aplomado.
4. Resolución de las uniones.
5. Reglaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones.
6. Reparación de defectos superficiales.

→ Condiciones de terminación

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

La estructura será estable y transmitirá correctamente las cargas.

→ Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

→ Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas.

Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

### 2.2.2.1.2. Pilares, dinteles, vigas, arriostramientos y perfiles perimetrales cortos

Unidad de obra EAM020b: Estructura metálica de acero laminado S275JR, L < 4 m.

- Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.
  - No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.
- Características técnicas.

Suministro y montaje de pilares, dinteles, vigas, arriostramientos y perfiles perimetrales de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, mediante uniones atornilladas, para distancia entre pórticos de 1,62 m, trabajado en taller y montado insitu, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

- Normativa de aplicación.

Ejecución

- CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

- Criterio de medición en proyecto.

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra.
  - Contratista

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

- Proceso de ejecución

Fases de ejecución:

7. Replanteo y marcado de los ejes.

8. Presentación de la estructura para comprobación del correcto encaje de la misma.
9. Aplomado.
10. Resolución de las uniones.
11. Reglaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones.
12. Reparación de defectos superficiales.

→ Condiciones de terminación

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

La estructura será estable y transmitirá correctamente las cargas.

→ Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

→ Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas.

Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### 2.2.2.1.3. Tirantes

Unidad de obra EAM020b: Estructura metálica de acero laminado S275JR, L < 4 m.

→ Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.

- No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

→ Características técnicas.

Suministro y montaje de tirantes de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, hincados al suelo, trabajado en taller y montado insitu, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

→ Normativa de aplicación.

### Ejecución

- CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

→ Criterio de medición en proyecto.

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra.
- Contratista

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

- Proceso de ejecución

Fases de ejecución:

13. Replanteo y marcado de los ejes.
14. Presentación de los tirantes para comprobación del correcto encaje de los mismos.
15. Aplomado.
16. Resolución de las uniones.
17. Reglaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones.
18. Reparación de defectos superficiales.

→ Condiciones de terminación

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

Los tirantes serán estables y transmitirán correctamente las cargas.

→ Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

→ Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas.

Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### 2.2.2.1.4. Elementos de unión

Unidad de obra EAS010: Acero S275JR en soportes, con piezas simples de perfiles laminados en caliente.

→ Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

→ Características técnicas.

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente para uniones atornilladas. Trabajado en taller y montado in situ, con preparación de superficies y posterior galvanizado en caliente con un espesor de 55 micras por mano. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

→ Normativa de aplicación.

Ejecución

- CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

→ Criterio de medición en proyecto.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

→ Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra.

- Del contratista

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

- Proceso de ejecución

#### Fases de ejecución:

1. Limpieza y preparación del plano de apoyo.
2. Replanteo y marcado de los ejes.
3. Colocación y fijación provisional del soporte.
4. Aplomado y nivelación.
5. Ejecución de las uniones.
6. Reparación de defectos superficiales.

→ Condiciones de terminación

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

→ Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### 2.2.2.1.5. Sistema flotante

Sistema flotante que constará de 46 flotadores y 2 tipos de elementos de unión.

- Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.
- Se deberá asegurar que los elementos flotantes están dispuestos de igual forma que en los planos entregados.

→ Características técnicas.

Suministro y montaje de cubos flotantes de HDPE que cumplen con la normativa ISO9001 y ISO14001, dispuestos sobre la zona de pantano indicada en el plano de situación y emplazamiento. Tendrán una flotabilidad de  $350 \frac{kg}{m^2}$ , un peso de 7 kg por cubo flotante y unas dimensiones de 500x500x400 mm cada cubo flotante.

→ Conservación y mantenimiento

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.



### 2.2.3. Prescripciones sobre verificaciones en la estructura terminada

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre la estructura en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

### 2.2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El almacenamiento, el manejo, la separación y el resto de las operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición cumplirán las prescripciones particulares que a continuación se exponen.

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de al menos 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.)
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada, a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores

permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales y los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Alzira, Julio de 2022

Firmado



Alexis Arbona Castells

---

*DOCUMENTO III PRESUPUESTO*

---

## DOCUMENTO III. PRESUPUESTO

### 3.1. CUADRO DE PRECIOS ELEMENTALES

A continuación, se muestra el cuadro de precios elementales:

<b>1. Cuadro de precios elementales</b>			
<b>Ref.</b>	<b>unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio(euro)</b>
<b>Materiales</b>			
m1	kg	Arriostramiento de acero galvanizado S275JR de sección en T de 30x30x4 mm y 2175 mm de longitud en base a la norma UNE-EN 10204/3.1 y UNE-EN 10055=199	3,10
m2	kg	Dintel de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 80x50x6 mm y 1726 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,10
m3	kg	Vigas de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 80x50x6 mm y 2000 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,10
m4	kg	Pilar de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 40x20x3 mm y 863 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,10
m5	kg	Correa de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 50x40x4 mm y 5790 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,10
m6	kg	Perfil perimetral de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 50x40x4 mm, 2080mm y 6000 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,10
m7	kg	Tornillería y elementos de fijación entre perfiles que cumple con la normativa ISO	5,20
m8	kg.	Presor central	3,10
m9	kg.	Presor lateral	3,10
m10	kg	Sistema de abrazadera para fijar con el sistema flotante que cumple con la normativa ISO	3,10
m11	ud.	Flotador que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	45
m12	ud.	Elemento de unión entre 4 flotadores que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	2,00
m13	ud.	Elemento de unión entre 2 o 3 flotadores que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	1,00
m14	kg	Tirante IPE80 de acero galvanizado S275JR de 750 mm de longitud que cumple con la normativa UNE-EN 10204/3.1 y UNE-EN 10034=199	3,10
m15	m.	Cabos de 10 mm de diámetro	0,81
<b>M.O.D</b>			
h1	h.	Oficial 1º montador estructura metálica	20,00

h2	h.	Ayudante montador estructura metálica	17,00
----	----	---------------------------------------	-------

Tabla 1: Cuadro de precios elementales.

### 3.2. COSTES INDIRECTOS

Para realizar el cálculo de los cuadros de precios descompuestos para cada unidad de obra deberemos calcular el coeficiente “K” de costes indirectos según lo especifica el Artículo 3 de las normas complementarias del Reglamento General de Contratación.

Los precios según esta normativa se obtendrán mediante la siguiente fórmula:

$$P_n = \left(1 + \frac{K}{100}\right) \cdot C_n$$

Donde:

$P_n$ : Precio de ejecución material.

$K$ : Coeficiente de costes indirectos.

$C_n$ : Importe del coste directo del precio.

#### 3.2.1. Cálculo del coeficiente K

Para llevar a cabo el cálculo del coeficiente K, el Artículo 12 de la normativa mencionada anteriormente nos proporciona la siguiente expresión:

$$K = K_1 + K_2$$

El coeficiente  $K_1$  hace referencia a los imprevistos posibles que pueden surgir cuando se lleva a cabo el proyecto. Dicho coeficiente para obras de carácter fluvial será igual a un 2%.

El coeficiente  $K_2$  hace referencia al porcentaje que relaciona los costes indirectos y los costes directos del proyecto. Los costes indirectos del proyecto serán los gastos de almacenaje de los elementos estructurales y el sistema flotante, así como los gastos de vallado de la zona donde se instalará el proyecto y otros posibles gastos que surjan.

Estimaremos el precio de estos costes en un máximo de 7500€. El precio de los costes directos de la instalación será de 203893,60€. Por tanto, el cálculo del coeficiente  $K_2$  para este proyecto quedaría de la siguiente manera:

$$K_2 = \frac{\text{Costes indirectos}}{\text{Costes directos}} = \frac{7500}{203893,60} = 0,0368$$

Redondearemos el coeficiente  $K_2$  a 0,037.

Y, finalmente, el cálculo del coeficiente  $K$  quedará de la siguiente forma:

$$K = K_1 + K_2 = 0,02 + 0,037 = 0,057 = 5,7\% < 6\%$$

$K$  será igual a 5,7%

### 3.3. CUADROS DE PRECIOS DESCOMPUESTOS POR UNIDADES DE OBRA

#### 3.3.1. Unidad de obra 1

<b>3. Cuadro de precios descompuestos</b>					
<b>Unidad de obra 1</b>					
<b>Ref.</b>	<b>unidad</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Precio(euro)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial</b>
d1	ud.	Sistema flotante de 46 flotadores instalado, incluidos elementos de unión y excluida instalación eléctrica			
m11	ud.	Flotador que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	45	46	2070
m12	ud.	Elemento de unión entre 4 flotadores que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	2	33,4	66,8
m13	ud.	Elemento de unión entre 2 o 3 flotadores que cumple con la normativa ISO9001 y ISO14001	1	51	51
h1	h.	Oficial 1º montador estructura metálica	20	10	200
h2	h.	Ayudante montador estructura metálica	17	10	170
	%	M. Auxiliares sobre costes indirectos	10%	2557,8	255,78
	%	Costes Indirectos	5,7%	2813,58	160,37
<b>Total precio ejecución material</b>					<b>2973,95€</b>

Tabla 2: Cuadro de precios descompuestos de la unidad de obra 1.

### 3.3.2. Unidad de obra 2

<b>Unidad de obra 2</b>					
<b>Ref.</b>	<b>unidad</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Precio(euro)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial</b>
d2	ud.	Estructura metálica instalada y fijada en el pantano, incluidos elementos de unión, tornillería. Excluida instalación eléctrica.			
m1	kg	Arriostramiento de acero galvanizado S275JR de sección en T de 30x30x4 mm y 2175 mm de longitud en base a la norma UNE-EN 10204/3.1 y UNE-EN 10055=199	3,1	11,16	34,60
m2	kg	Dintel de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 80x50x6 mm y 1726 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,1	71,80	222,58
m3	kg	Vigas de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 80x50x6 mm y 2000 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,1	83,20	257,92
m4	kg	Pilar de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 40x20x3 mm y 863 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,1	8,15	25,27
m5	kg	Correa de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 50x40x4 mm y 5790 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,1	55,93	173,39
m6	kg	Perfil perimetral de acero galvanizado S275JR de sección tubular rectangular de 50x40x4 mm, 2080mm y 6000 mm de longitud en base a la norma EN-10219	3,1	78,05	241,96
m7	kg	Tornillería y elementos de fijación entre perfiles que cumple con la normativa ISO	5,2	30,83	160,31
m8	kg.	Presor central	3,1	21,58	66,90
m9	kg.	Presor lateral	3,1	3,08	9,56
m10	kg	Sistema de abrazadera para fijar con el sistema flotante que cumple con la normativa ISO	3,1	24,66	76,46
m14	kg	Tirante IPE80 de acero galvanizado S275JR de 750 mm de longitud que cumple con la normativa UNE-EN 10204/3.1 y UNE-EN 10034=199	3,1	6	18,60



m15	m.	Cabos de 10 mm de diámetro	0,81	60	48,60
h1	h.	Oficial 1º montador estructura metálica	20	20	400,00
h2	h.	Ayudante montador estructura metálica	17	20	340,00
	%	M. Auxiliares sobre costes indirectos	10%	2076,15	207,61
	%	Costes Indirectos	5,7%	2283,76	130,17
<b>Total precio ejecución material</b>					<b>2413,93€</b>

Tabla 3: Cuadro de precios descompuestos de la unidad de obra 2.

### 3.3.3. Cuadro de precios nº2 de la unidad de obra 2

Para detallar un poco más el cuadro de precios descompuestos de la unidad de obra 2, separaremos los gastos de suministro de materiales de los gastos que supone la instalación de la estructura:

<b>Cuadro de Precios Nº 2</b>					
Ref.	unidad	Descripción	Precio(euro)	Cantidad	Parcial
d2	ud.	Estructura metálica instalada y fijada en el pantano, incluidos elementos de unión, tornillería. Excluida instalación eléctrica.			
	ud.	Suministro de Materiales	1545,92	1,00	1545,92
	ud.	Instalación	856,18	1,00	856,18
<b>Total precio ejecución material</b>					<b>2402,10€</b>

Tabla 4: Cuadro de precios nº2 de la unidad de obra 2.

### 3.4. VALORACIÓN

<b>4. Valoracion</b>					
<b>Ref.</b>	<b>unidad</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Precio(euro)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial</b>
d1	ud.	Sistema flotante de 46 flotadores instalado, incluidos elementos de unión y excluida instalación eléctrica	2973,95	40	118958,16
d2	ud.	Estructura metálica instalada y fijada en el pantano, incluidos elementos de unión, tornillería. Excluida instalación eléctrica.	2413,93	40	96557,38
<b>Total precio ejecución material</b>					<b>215515,54</b>

Tabla 5: Cuadro de la valoración final del presupuesto.

El presupuesto de ejecución material de este proyecto asciende a la cantidad de DOSCIENTOS QUINCE MIL QUINIENTOS QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Alzira, Julio de 2022

Firmado

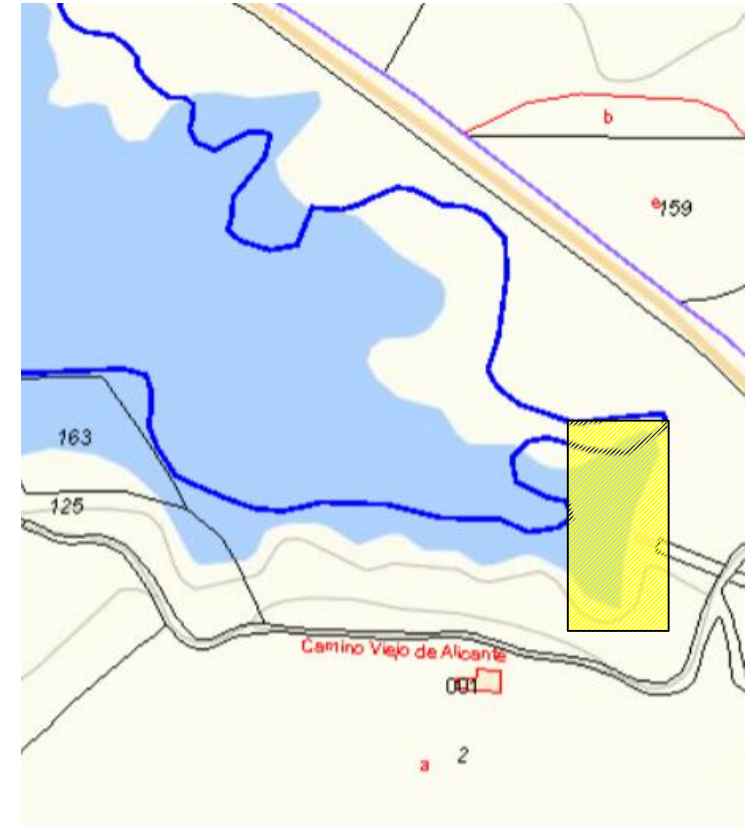
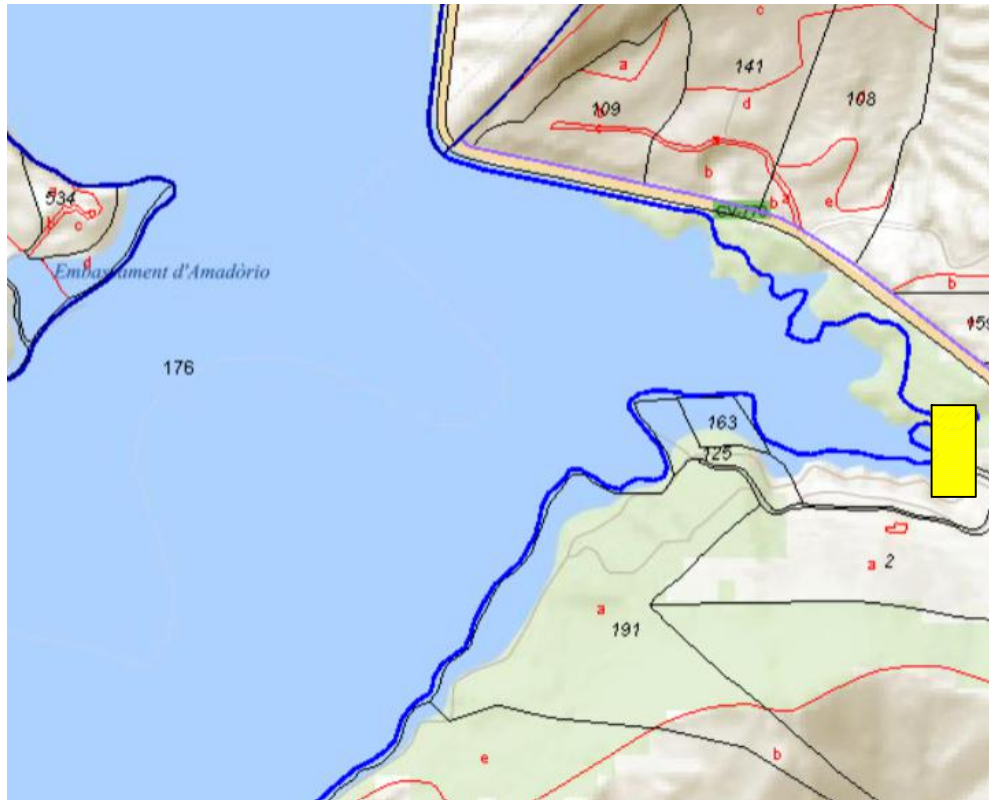


Alexis Arbona Castells

---

*DOCUMENTO IV PLANOS*

---

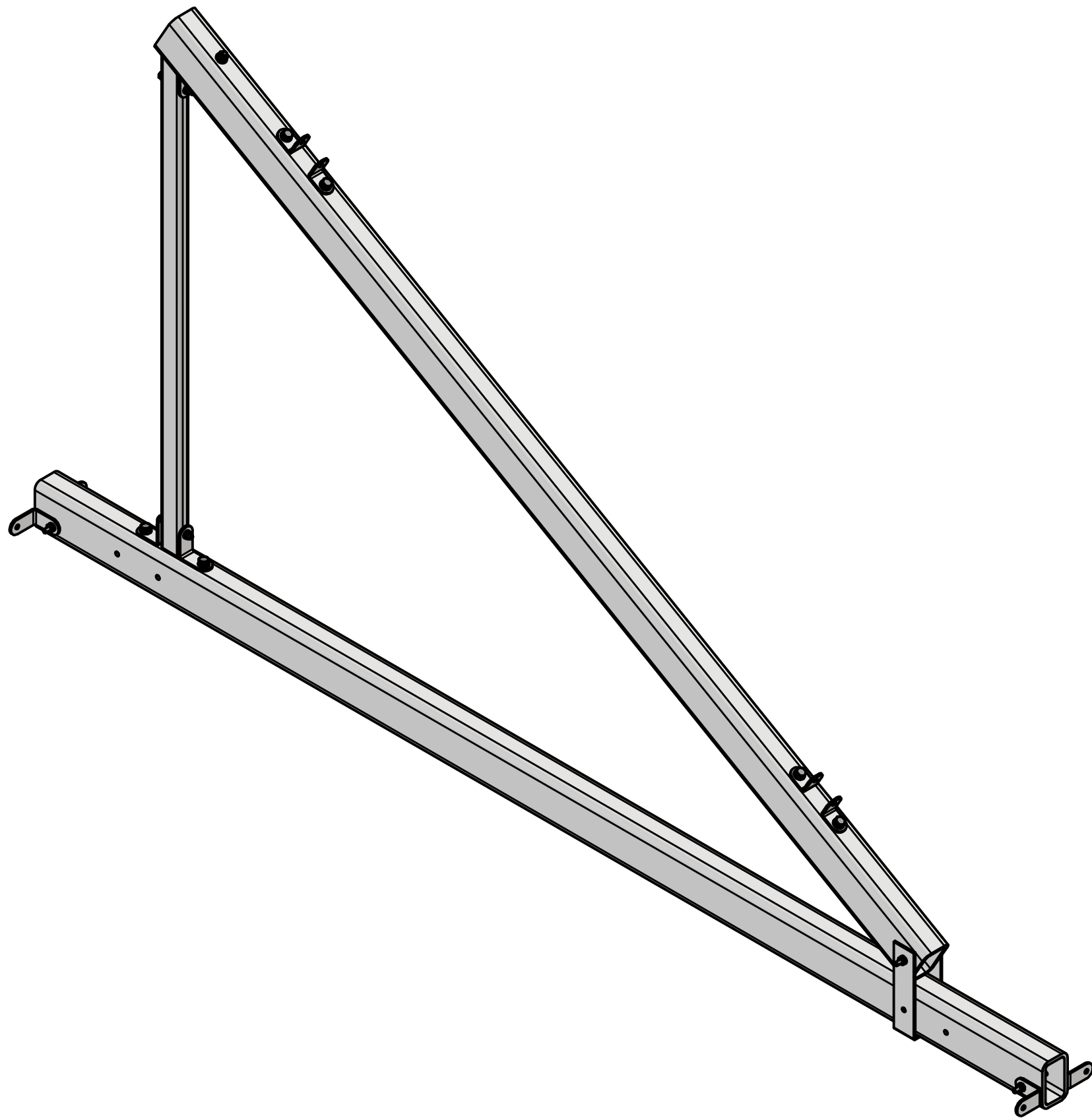


\*Dirección: "Embalse de Amadorio, Alicante, España."




\*Se montarán las estructuras de forma que las placas solares estén orientadas hacia el sur, para maximizar el rendimiento de éstas.

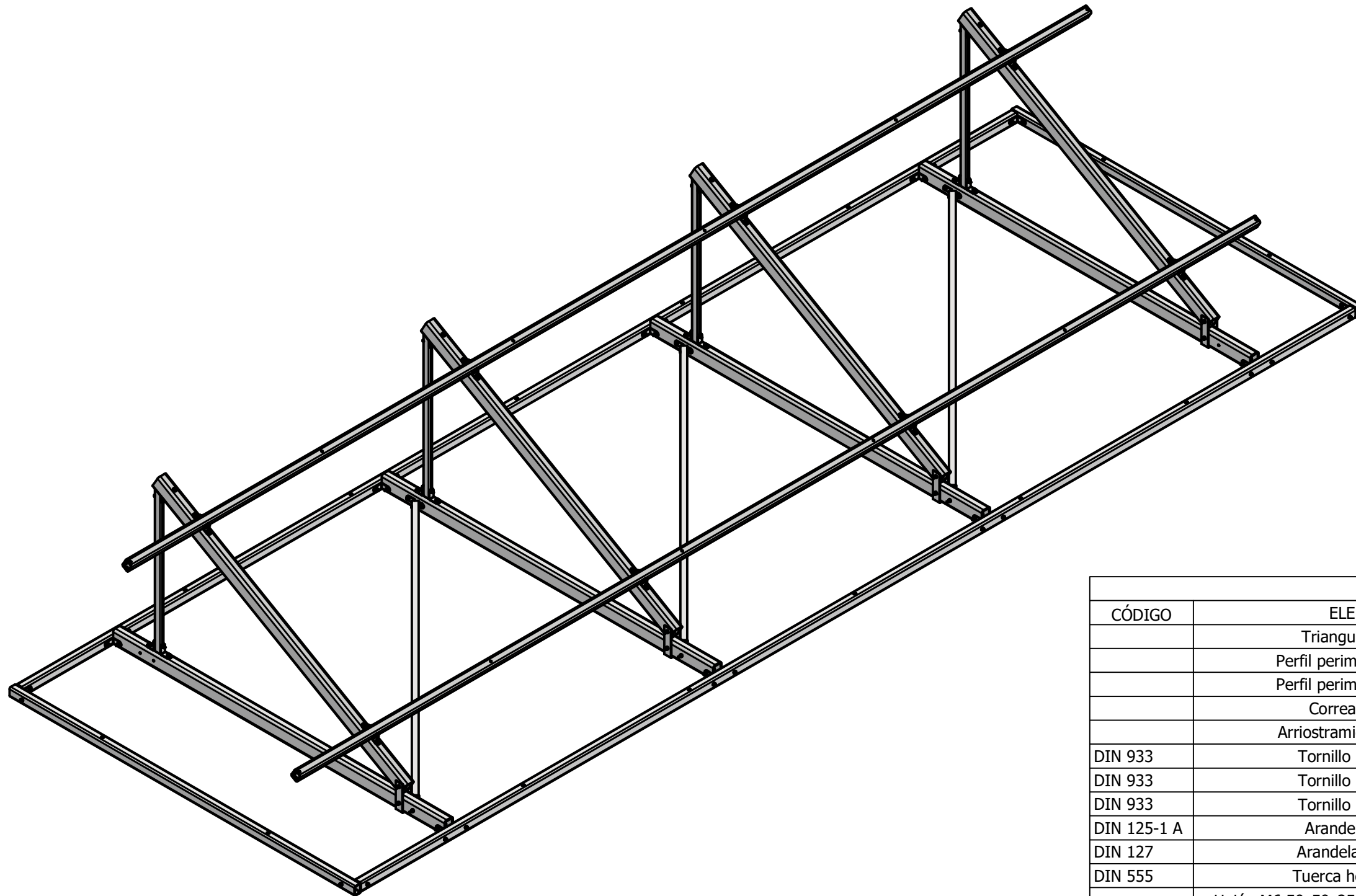


	Fecha	Nombre	Firmas	  <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona			
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>			Número	1.0
				Sustituye a	
				Sustituido por	




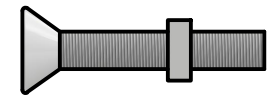
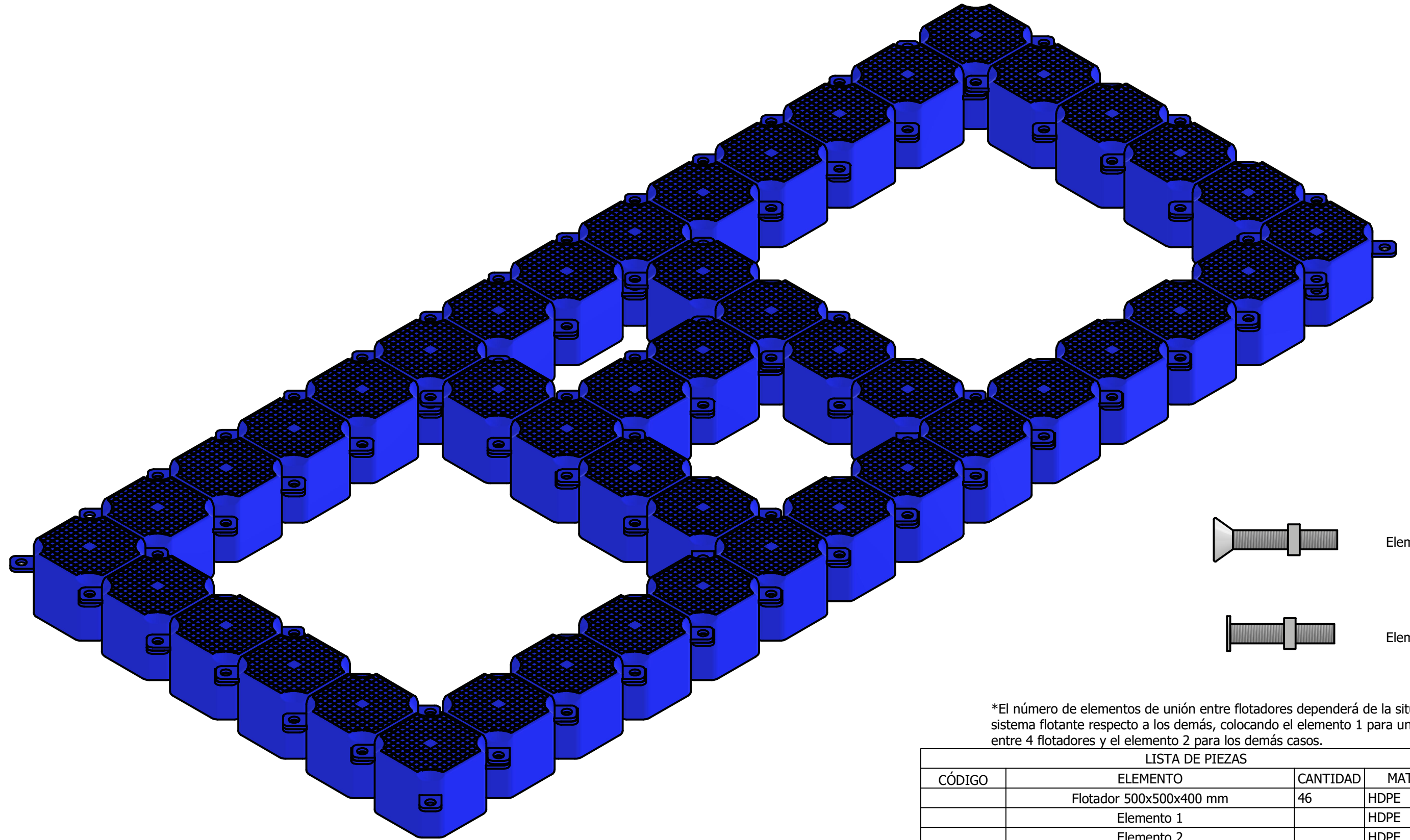
LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
	Pilar 863 mm	1	Ac. galv. S275JR
	Viga 2000 mm	1	Ac. galv. S275JR
	Dintel 1726 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L75 mm	3	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M8 L100 mm	7	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	10	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M8	14	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	5	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M8	7	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	5	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M8	7	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	4	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	2	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 50x50x25 mm 3 mm espesor 60°	1	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 33x33x25 mm 3 mm espesor 90°	4	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 150x25 mm 3 mm espesor	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas	  UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona		
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona		
Escala	1:7		<b>TRIÁNGULO</b>	Número 1.1
				Sustituye a
				Sustituido por

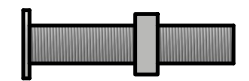


LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
	Triangulo montado	4	Ac. galv. S275JR
	Perfil perimetral 2080 mm	2	Ac. galv. S275JR
	Perfil perimetral 6000 mm	2	Ac. galv. S275JR
	Correa 5790 mm	2	Ac. galv. S275JR
	Arriostramiento 2175 mm	3	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L25 mm	6	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	32	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L75 mm	12	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	100	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	50	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	50	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	4	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 50x50x22 mm 3 mm espesor 45°	6	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 52x45x22 mm 3 mm espesor 135°	3	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 55x45x22 mm 3 mm espesor 135°	3	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas		
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona		  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>ESTRUCTURA</b>			Número	1.2
1:20				Sustituye a	
				Sustituido por	



Elemento 1

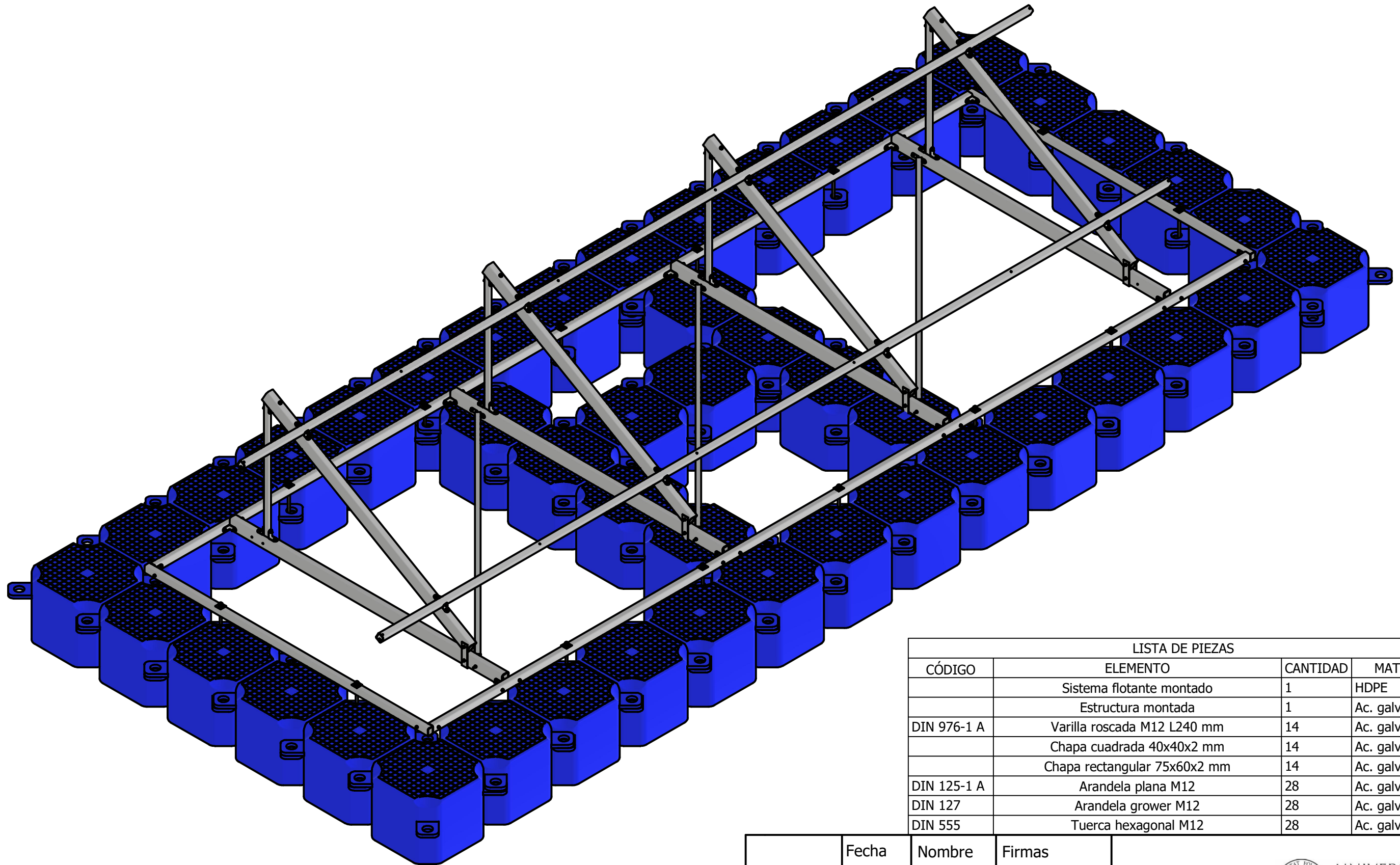


Elemento 2




\*El número de elementos de unión entre flotadores dependerá de la situación del sistema flotante respecto a los demás, colocando el elemento 1 para uniones entre 4 flotadores y el elemento 2 para los demás casos.

LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
	Flotador 500x500x400 mm	46	HDPE
	Elemento 1		HDPE
	Elemento 2		HDPE

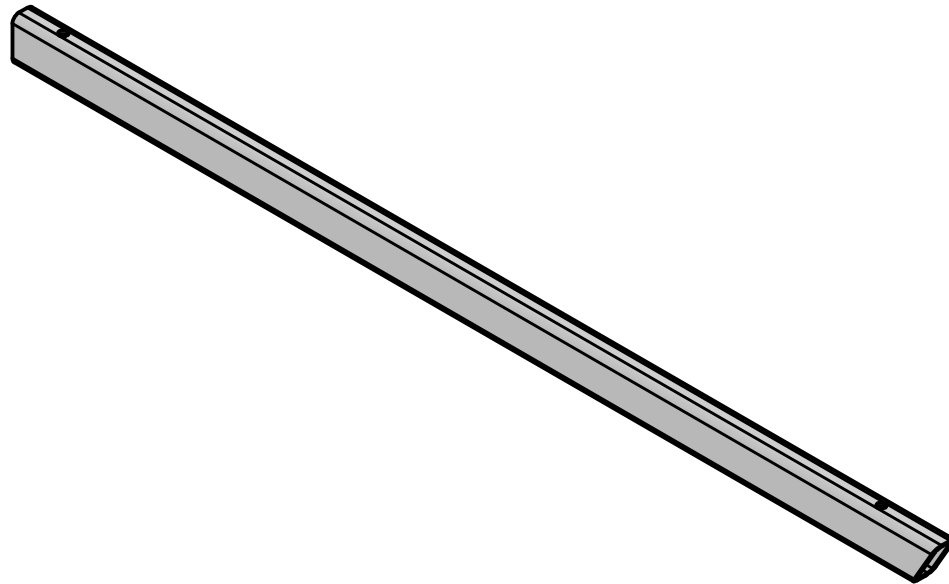
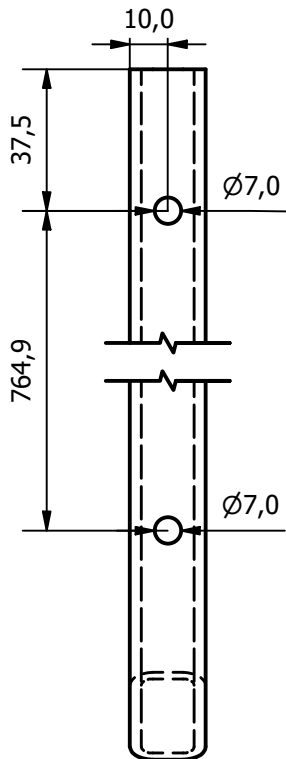
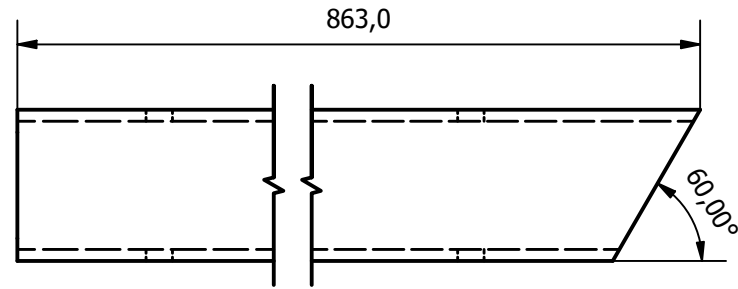
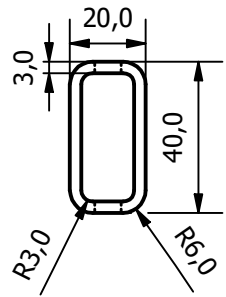
	Fecha	Nombre	Firmas		
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona		  <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>SISTEMA FLOTANTE</b>			Número	1.3
1:20				Sustituye a	
				Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
	Sistema flotante montado	1	HDPE
	Estructura montada	1	Ac. galv. S275JR
DIN 976-1 A	Varilla roscada M12 L240 mm	14	Ac. galv. S275JR
	Chapa cuadrada 40x40x2 mm	14	Ac. galv. S275JR
	Chapa rectangular 75x60x2 mm	14	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M12	28	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M12	28	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M12	28	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas	  UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona		
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona		
Escala	<b>ESTRUCTURA CON SISTEMA FLOTANTE</b>			Número 1.4
1:20				Sustituye a
				Sustituido por





LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Pilar 863 mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

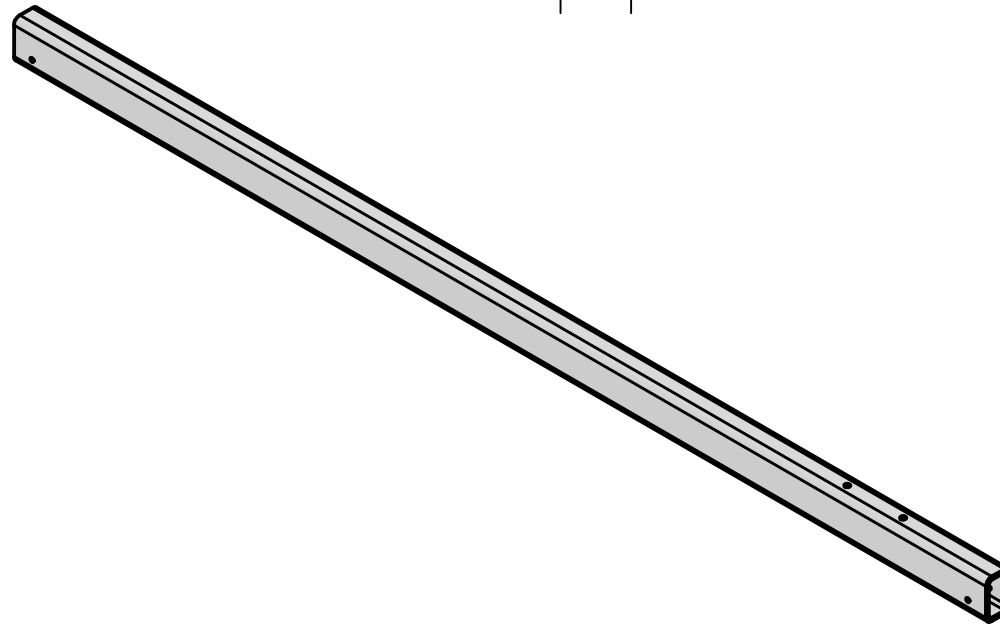
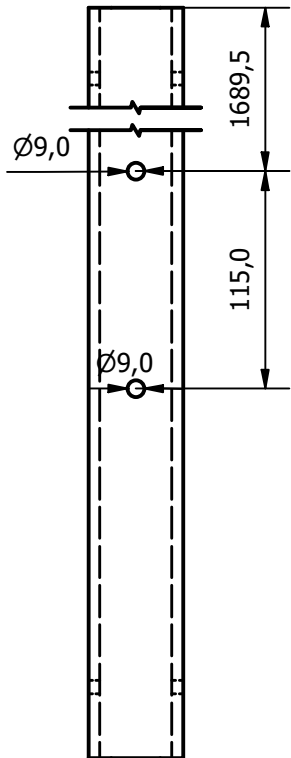
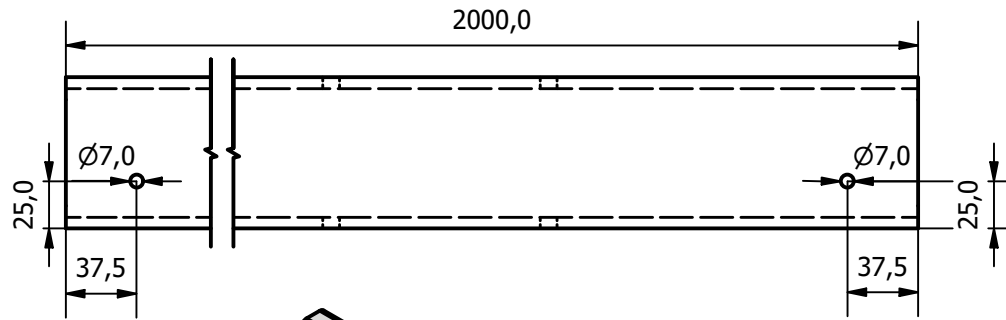
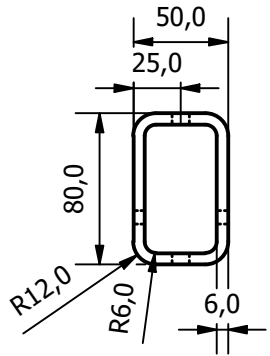


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala 1:2	<b>PILAR</b>	Número	2.1
		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Viga 2000 mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

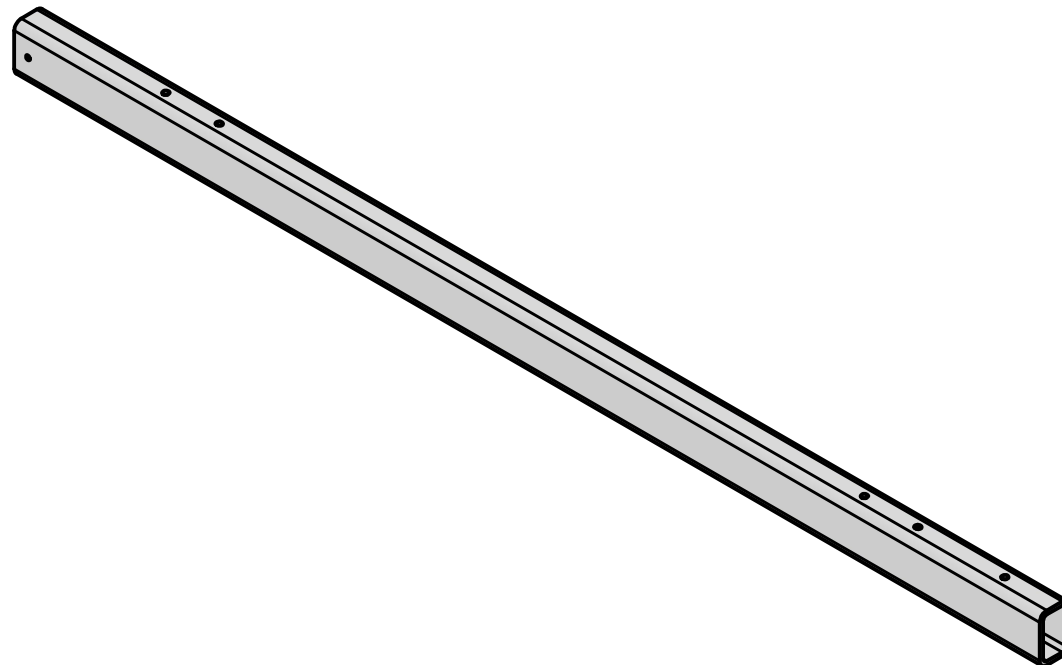
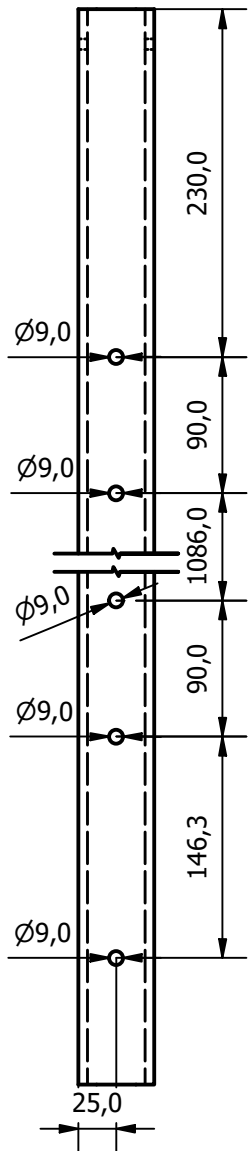
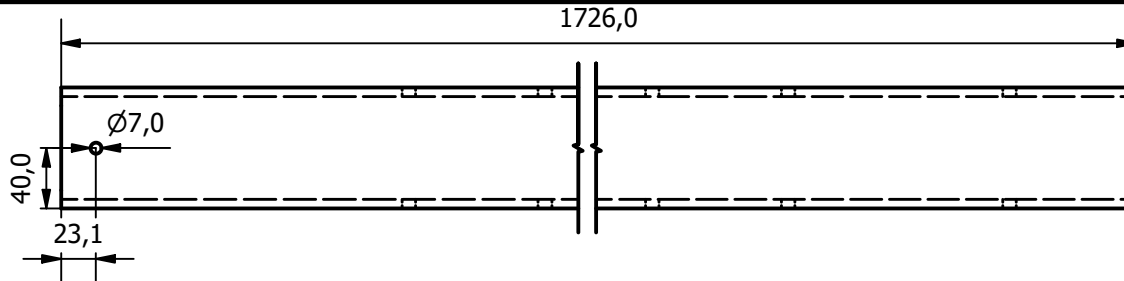
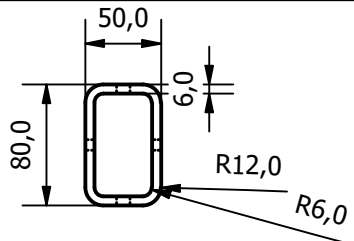


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala 1:4	<b>VIGA</b>	Número	2.2
		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Dintel 1726 mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	
Escala	1:5		<b>DINTEL</b>

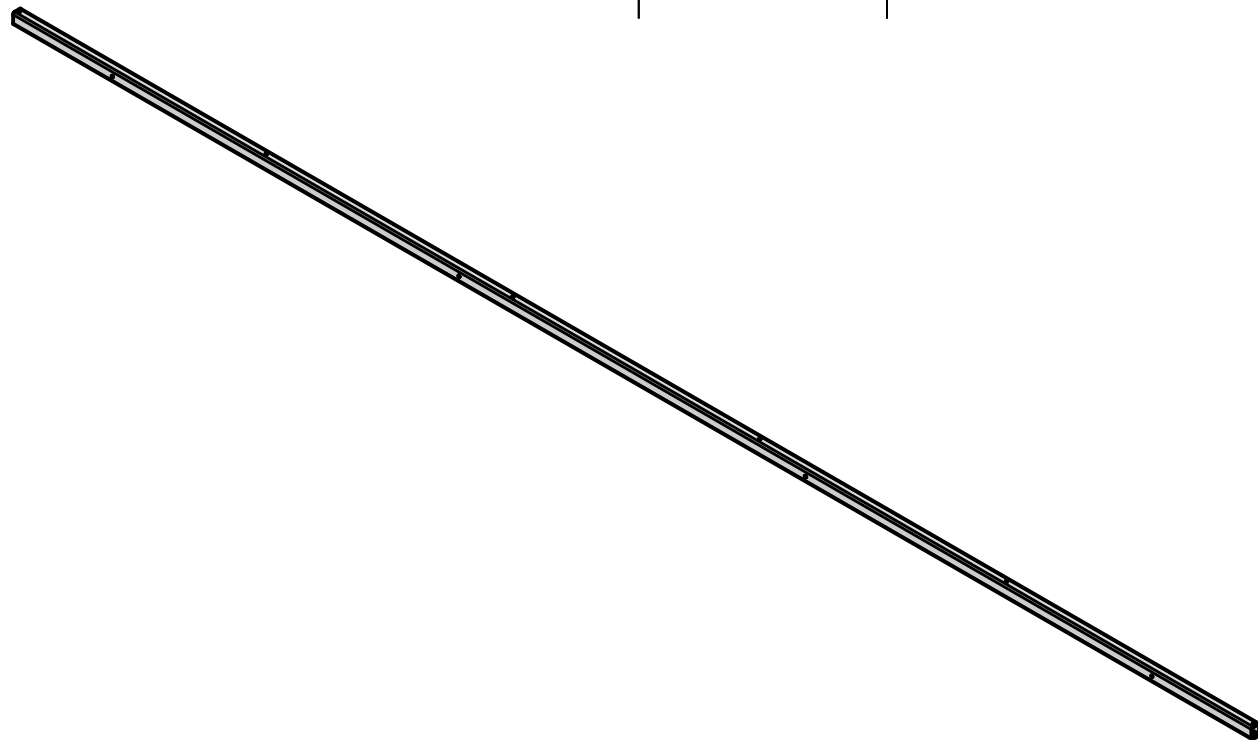
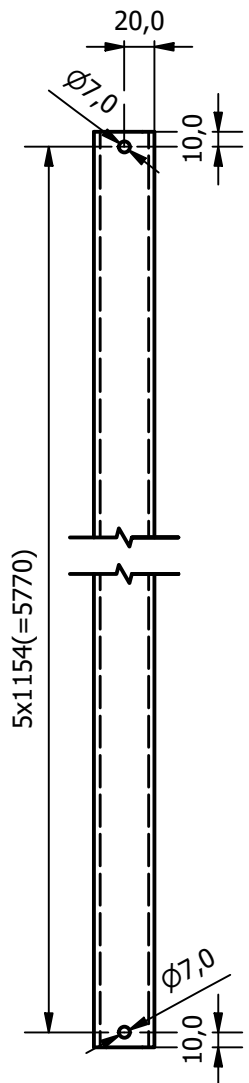
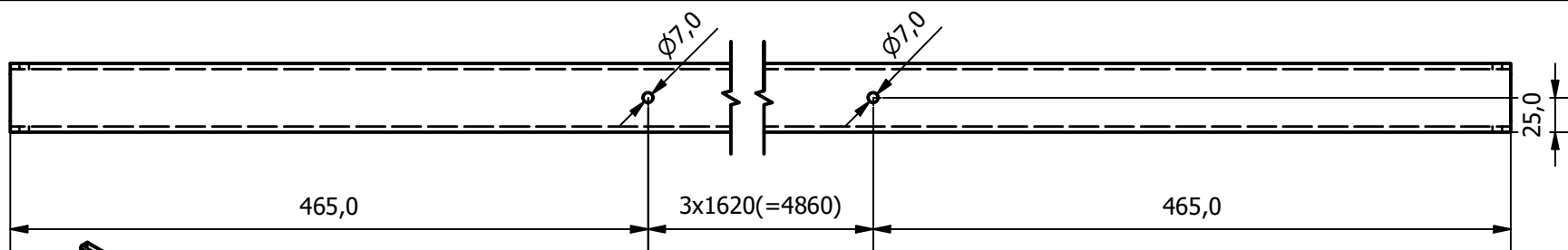
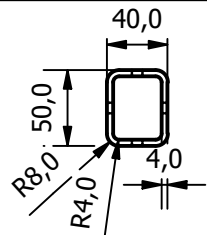


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

Número	2.3
Sustituye a	
Sustituido por	



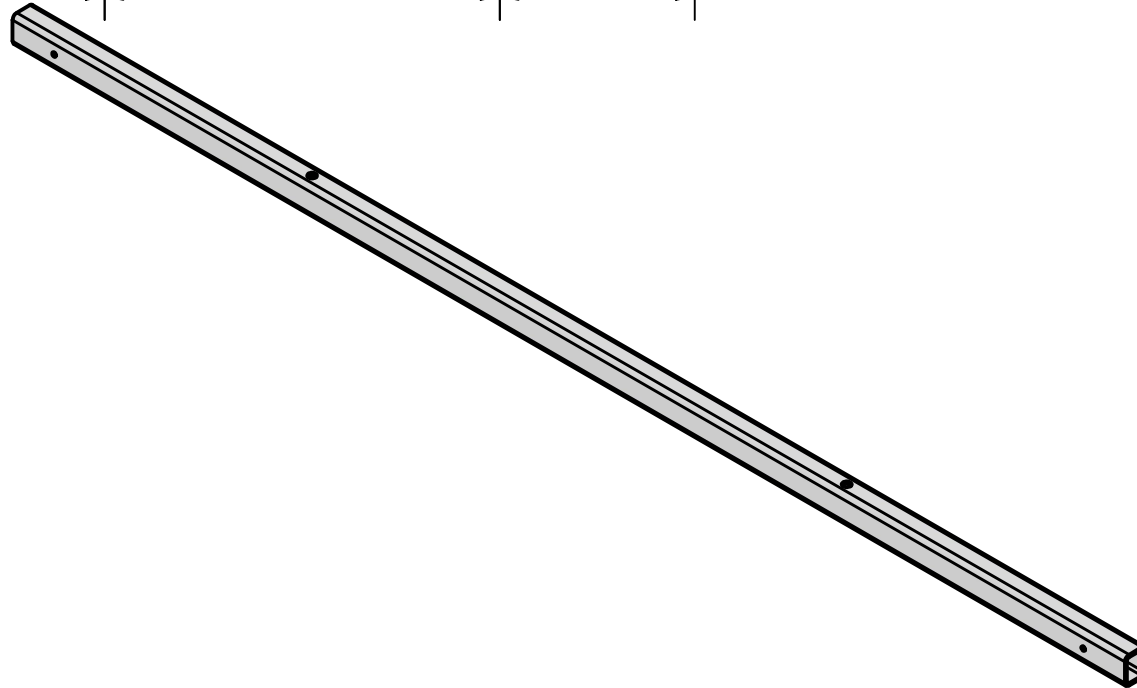
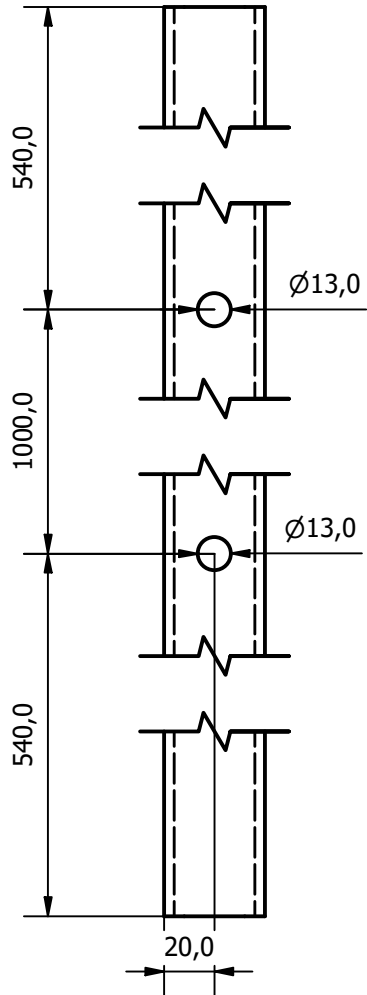
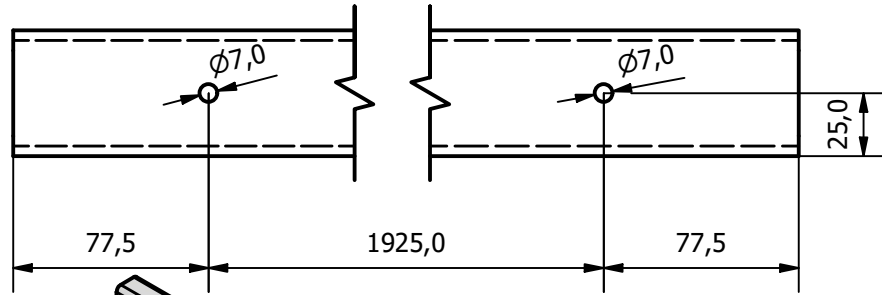
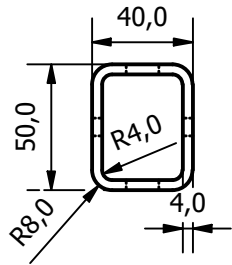
LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Correa 5790 mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala	<b>CORREA</b>	Número	2.4
1:5		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
P.Perimetral 2080mm	1	Ac. galv. S275JR

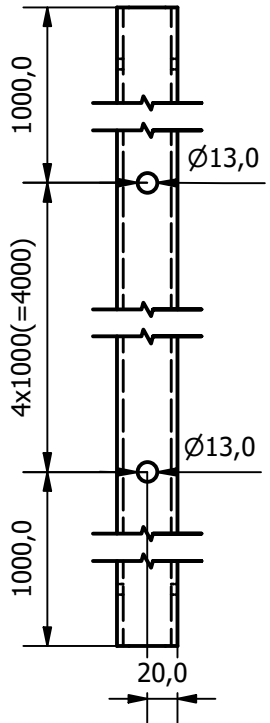
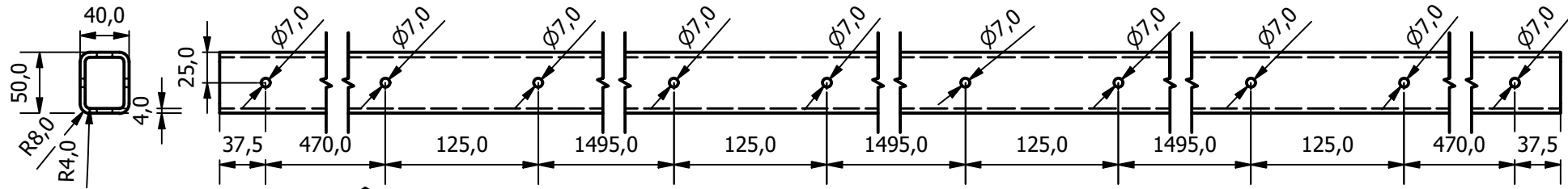
	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala 1:3	<b>PERFIL PERIMETRAL CORTO</b>	Número	2.5
		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
P.Perimetral 6000mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

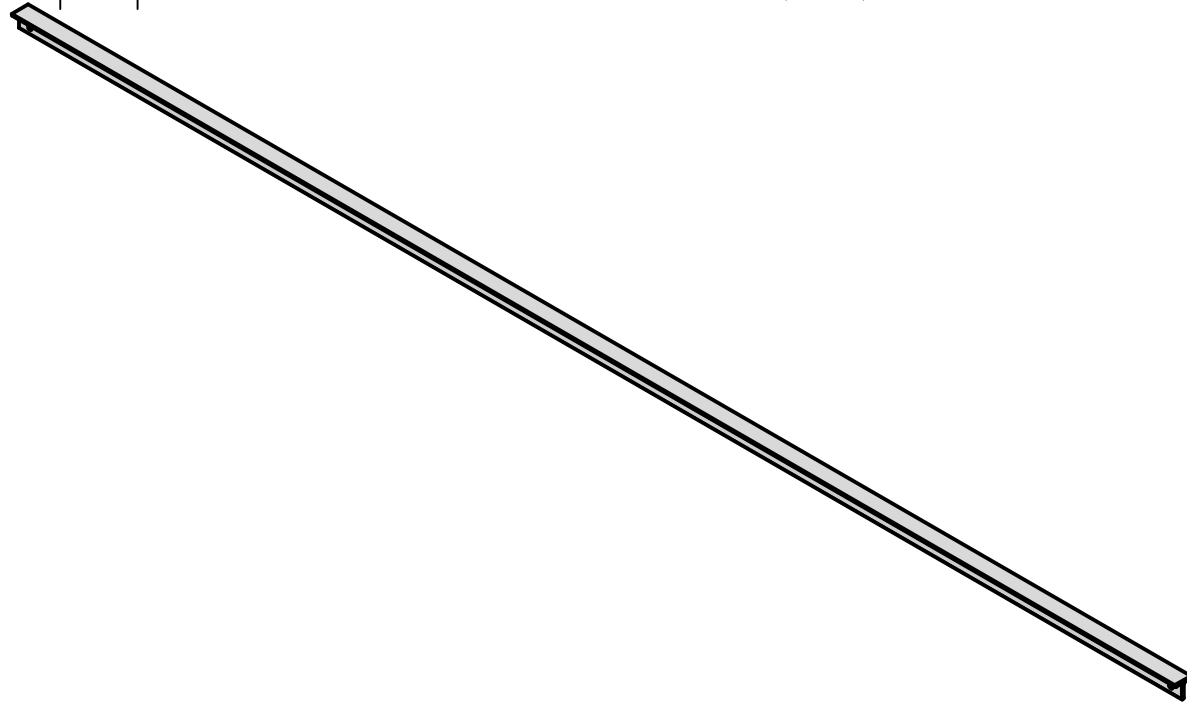
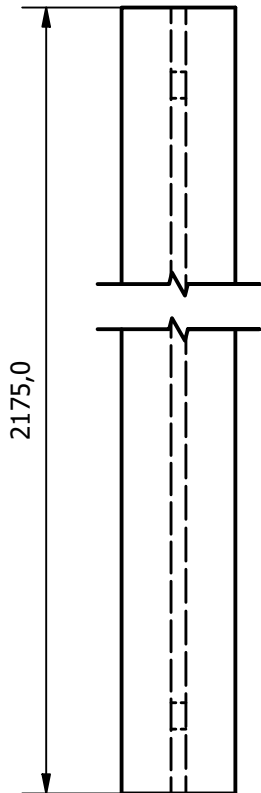
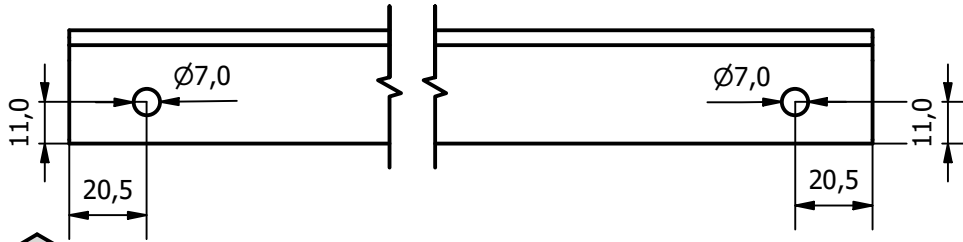
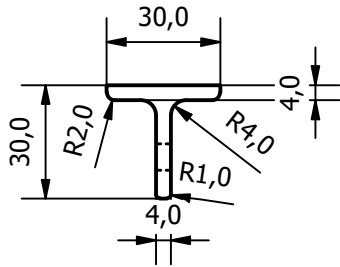


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala 1:5	<b>PERFIL PERIMETRAL LARGO</b>	Número	2.6
		Sustituye a	
		Sustituido por	



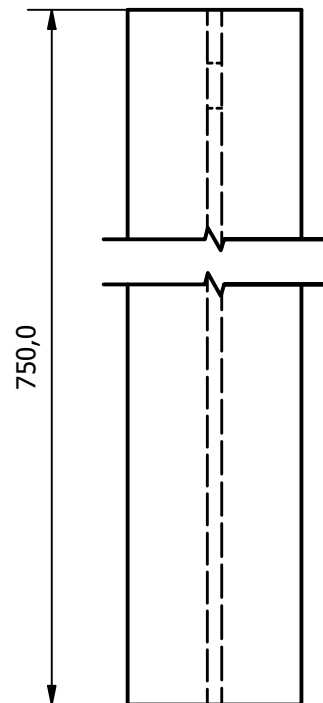
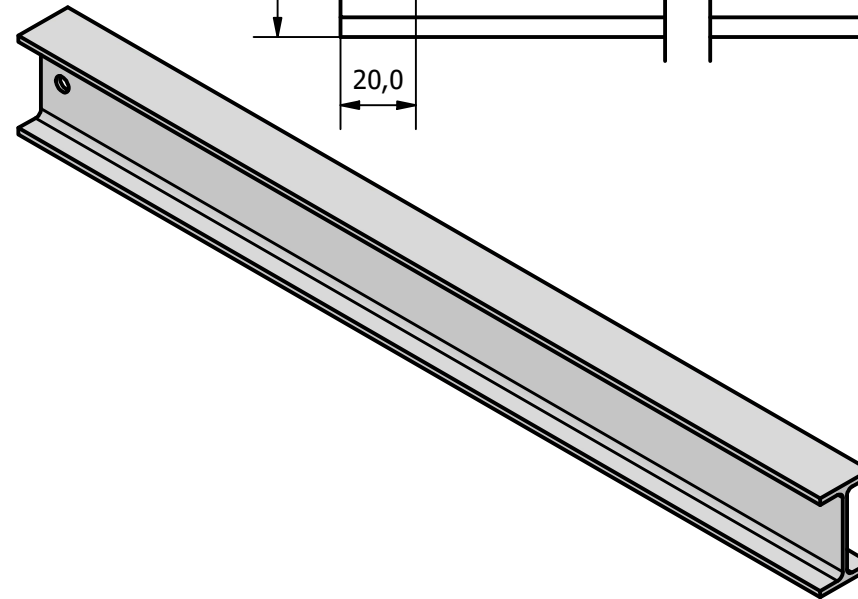
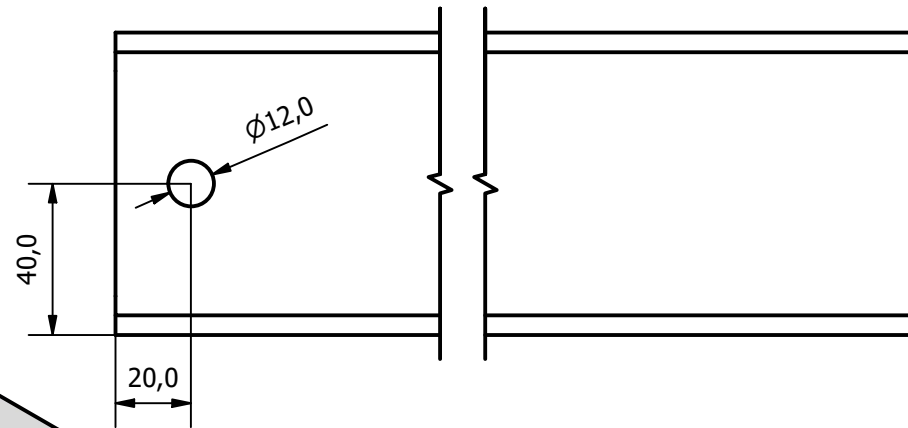
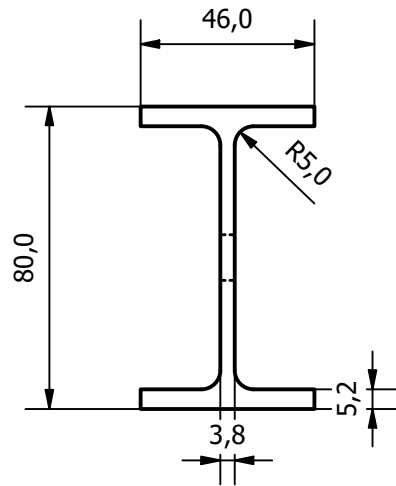
LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Arriostramiento 2175 mm	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala 1:2	<b>ARRIOSTRAMIENTO</b>	Número	2.7
		Sustituye a	
		Sustituido por	



\*Se colocará un tirante a cada lado de cada estructura tipo siempre que sea posible, fijándolo al sistema flotante mediante cabos de diámetro 10 mm. Irán hincados al suelo a una distancia prudente de la orilla del pantano.

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
Tirante 750 mm (IPE 80)	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

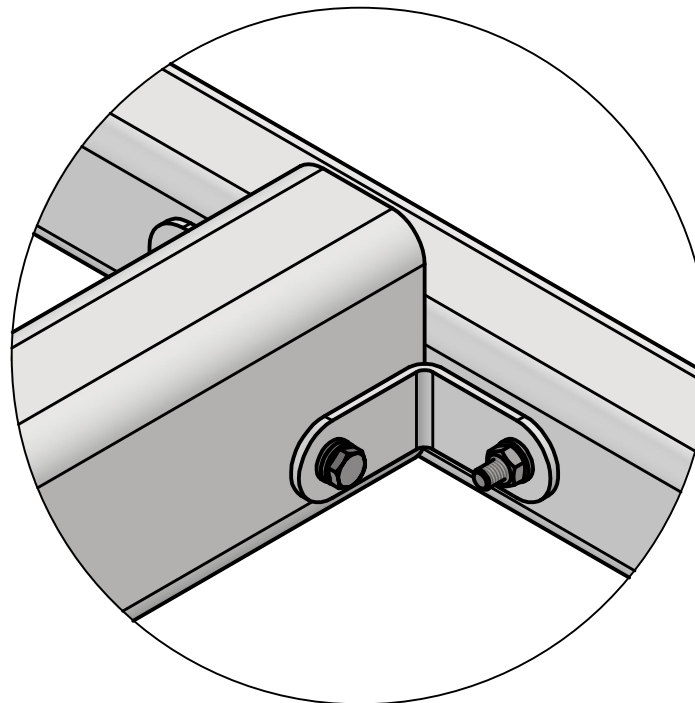
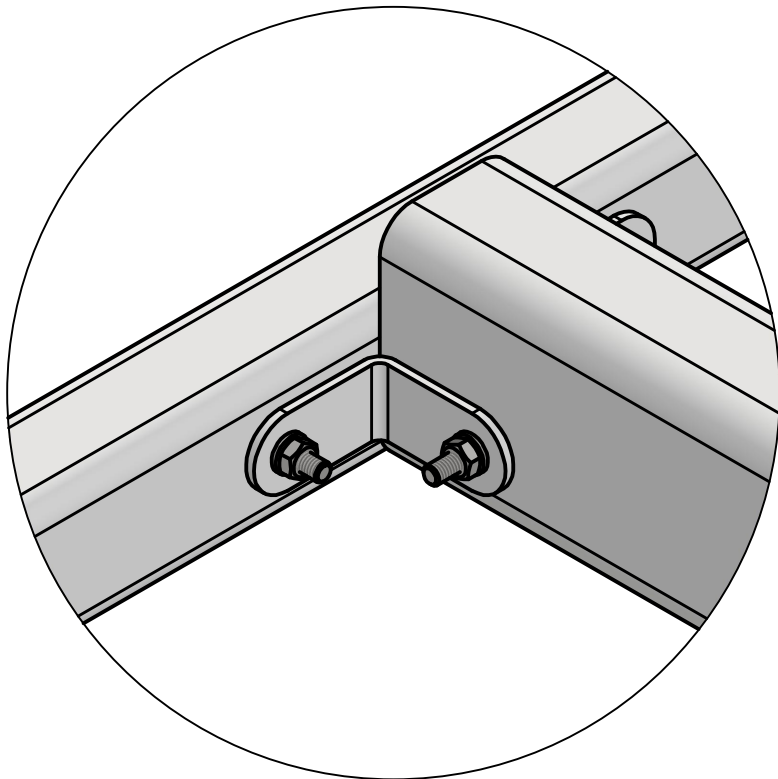
  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala	<b>TIRANTE</b>	Número	2.8
1:2		Sustituye a	
		Sustituido por	

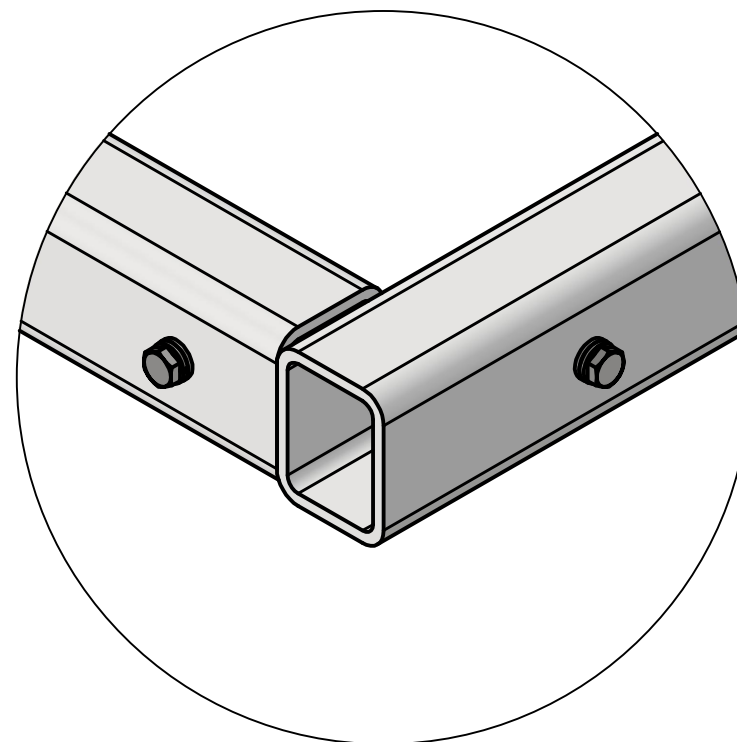
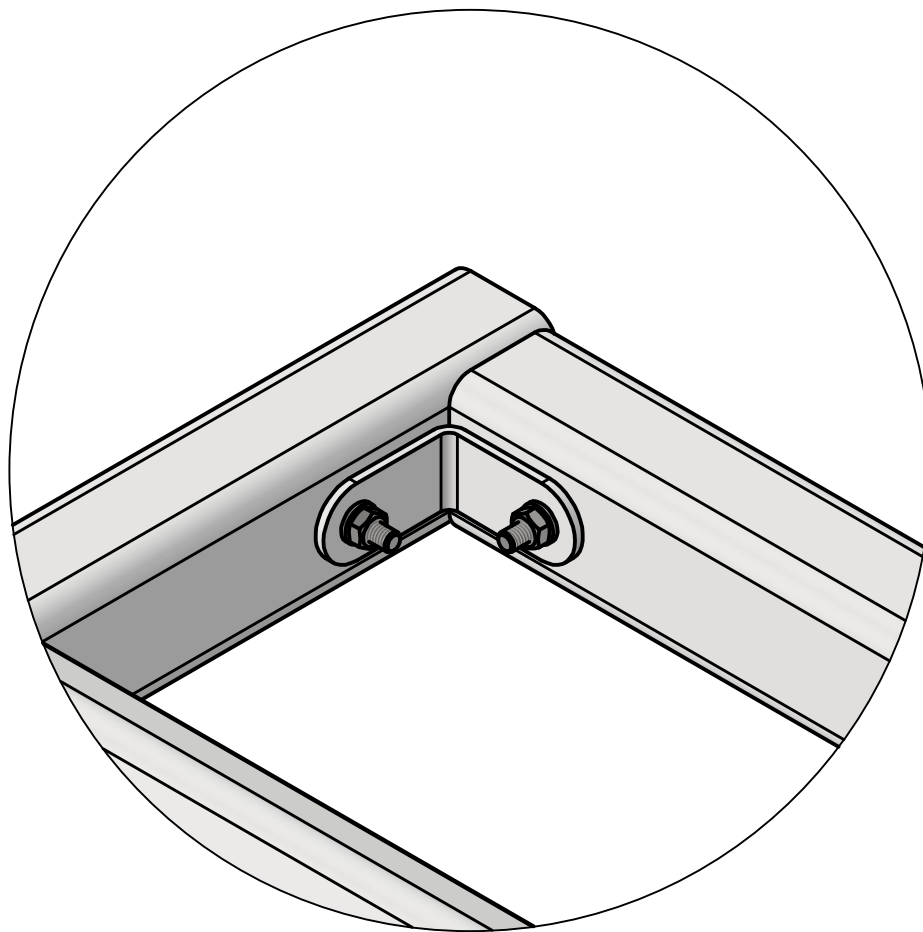




LISTA DE PIEZAS

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L75 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	6	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	3	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	3	Ac. galv. S275JR
	Unión 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	2	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona			
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>UNIÓN P.PERIMETRAL-VIGA</b>			Número	3.1
1:2				Sustituye a	
				Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	4	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	2	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	2	Ac. galv. S275JR
	Unión 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	1	Ac. galv. S275JR

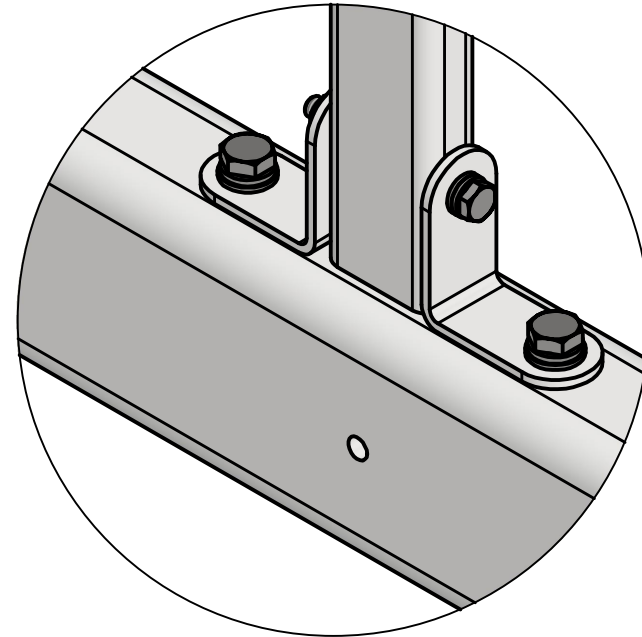
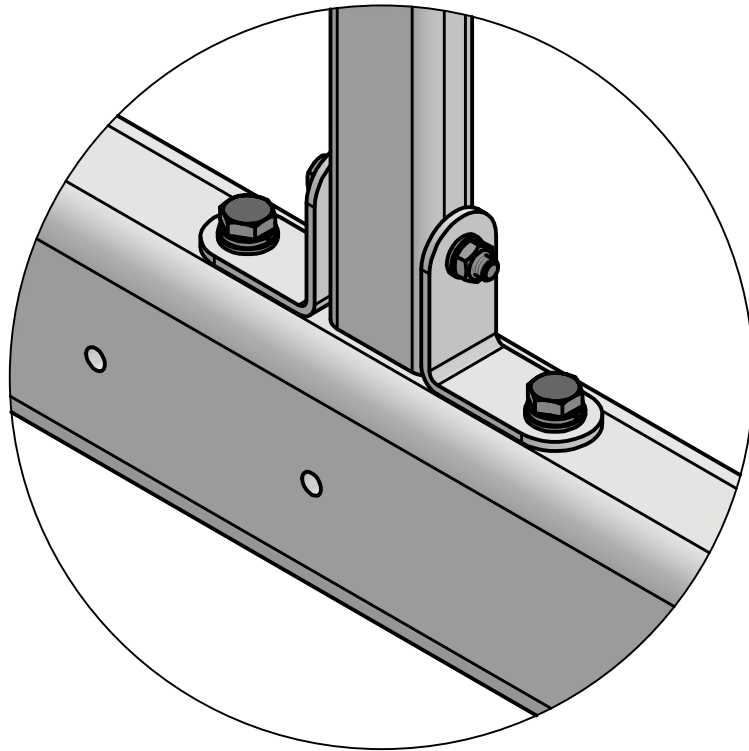
	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño




UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala	<b>UNIÓN P.PERIMETRALES</b>	Número	3.2
1:2		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M8 L100 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M8	4	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M8	2	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M8	2	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	2	Ac. galv. S275JR

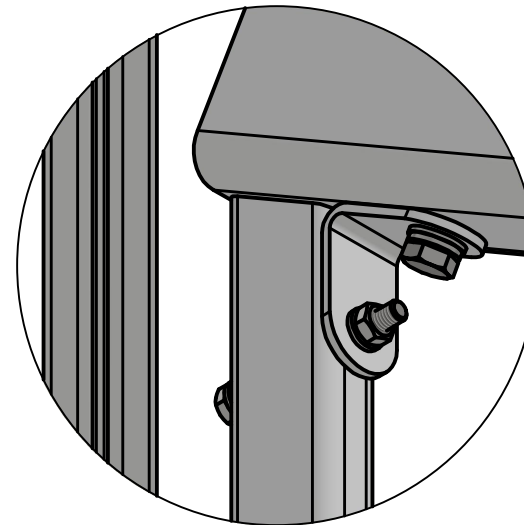
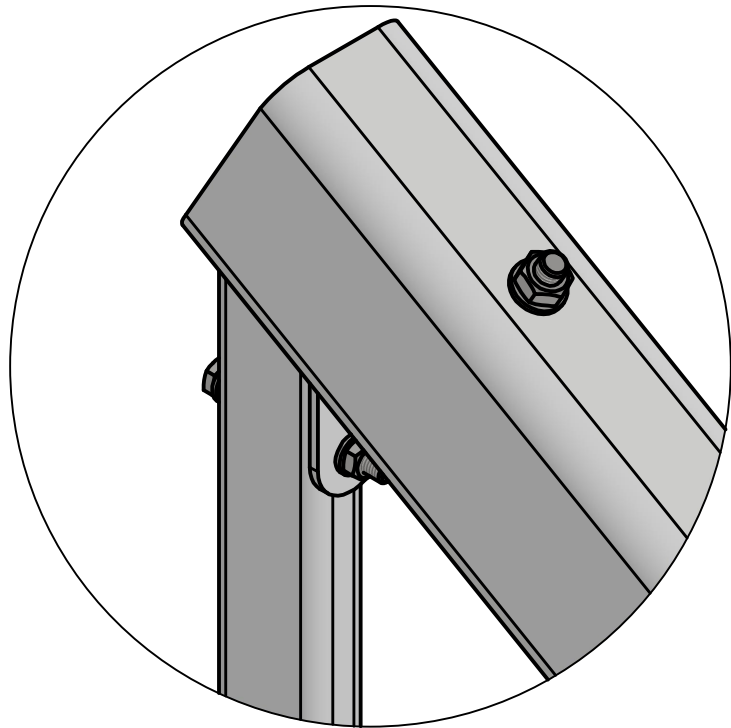
	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



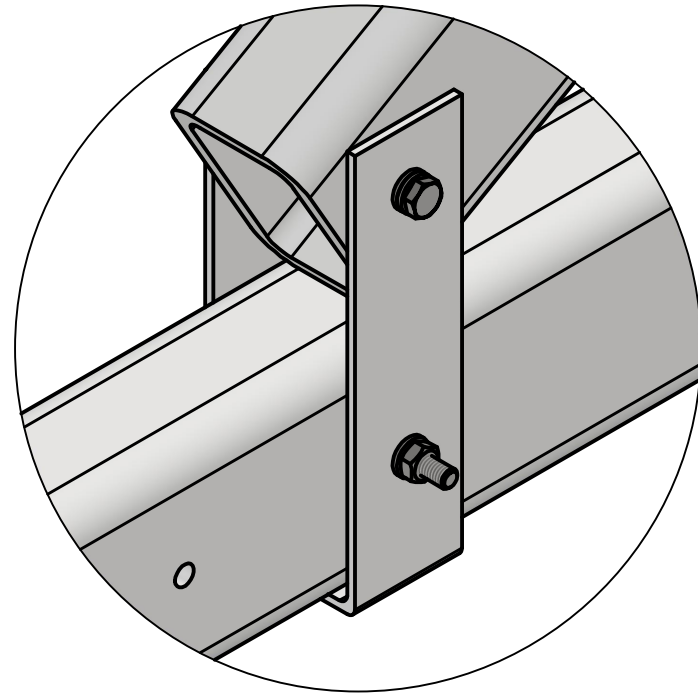
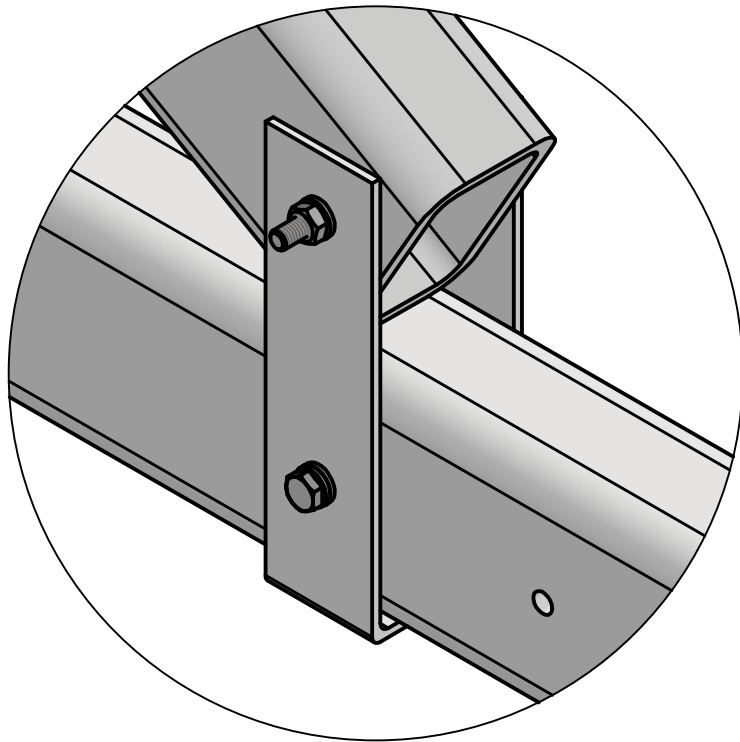
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala	<b>UNIÓN VIGA-PILAR</b>	Número	3.3
1:2		Sustituye a	
		Sustituido por	



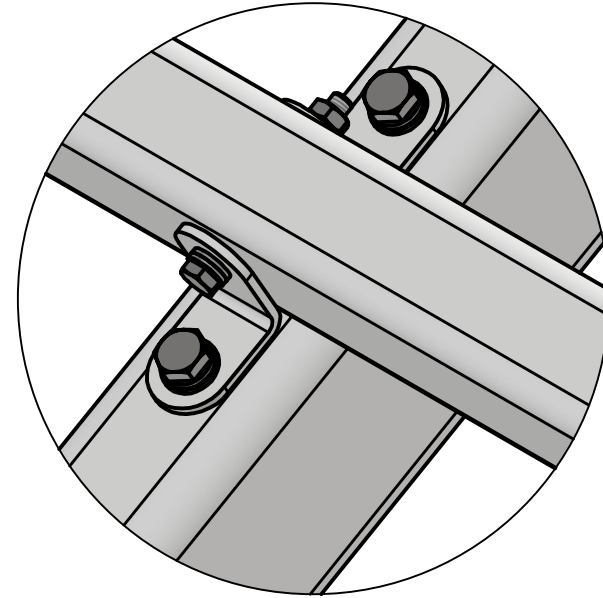
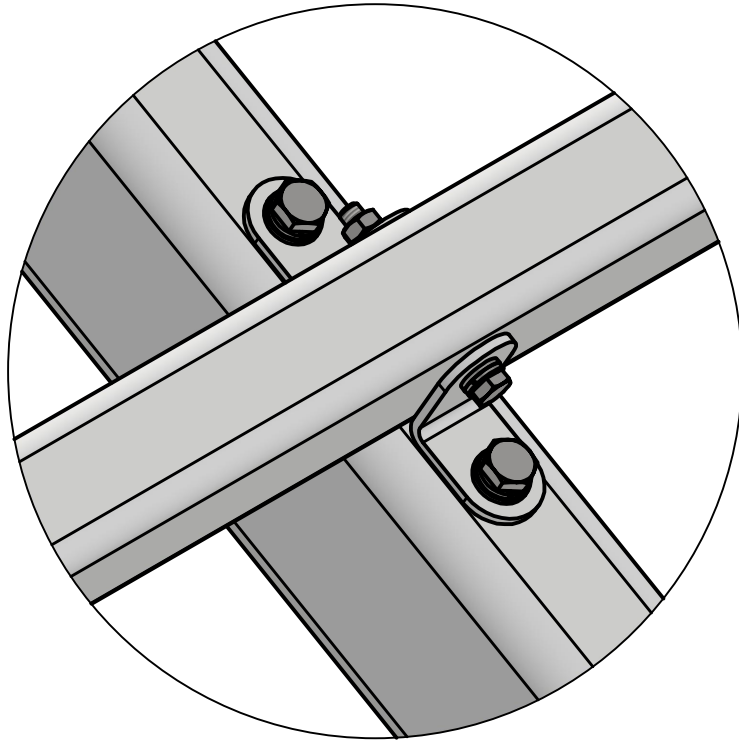
LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M8 L100 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M8	2	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M8	1	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M8	1	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 50x50x25 mm 3 mm espesor 90°	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona			
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>UNIÓN PILAR-DINTEL</b>			Número	3.4
1:2				Sustituye a	
				Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS			
CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L75 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	4	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	2	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	2	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 150x25 mm 3 mm espesor	1	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona			
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>UNIÓN DINTEL-VIGA</b>			Número	3.5
1:2				Sustituye a	
				Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L60 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M8 L100 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	2	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M8	4	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M8	2	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	1	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M8	2	Ac. galv. S275JR
	Unión M6/M8 33x25 mm 3 mm espesor	2	Ac. galv. S275JR

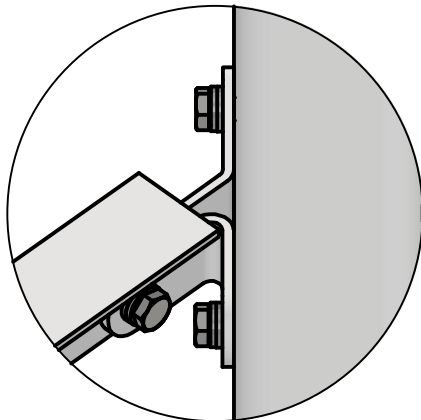
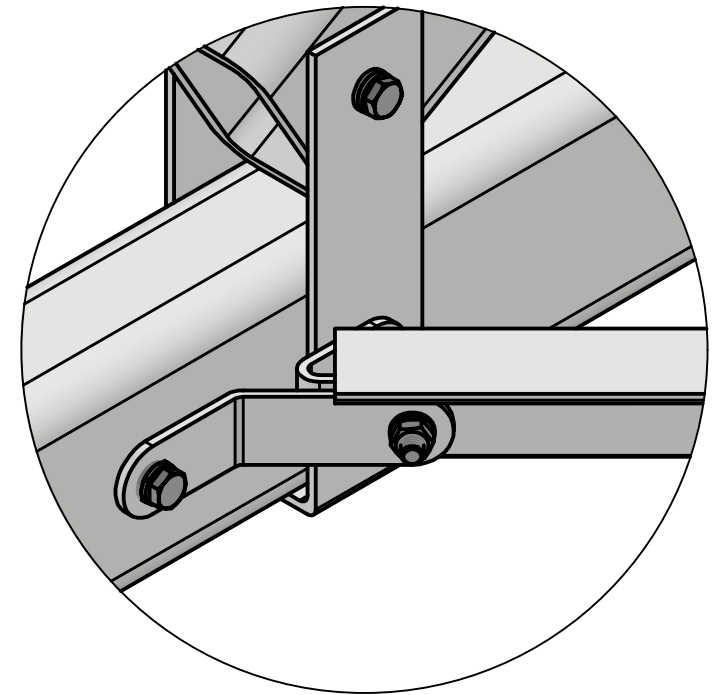
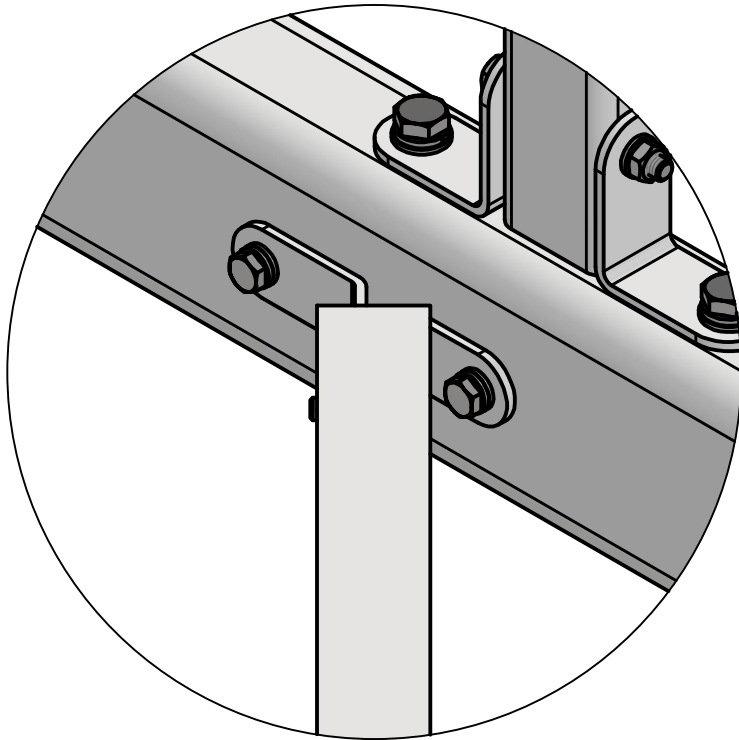
	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

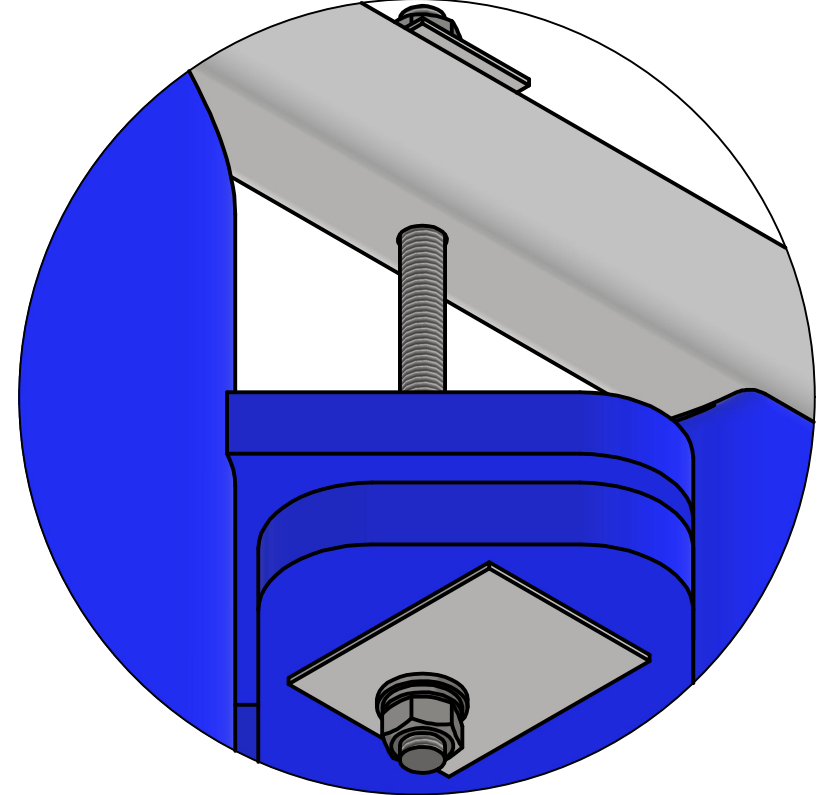
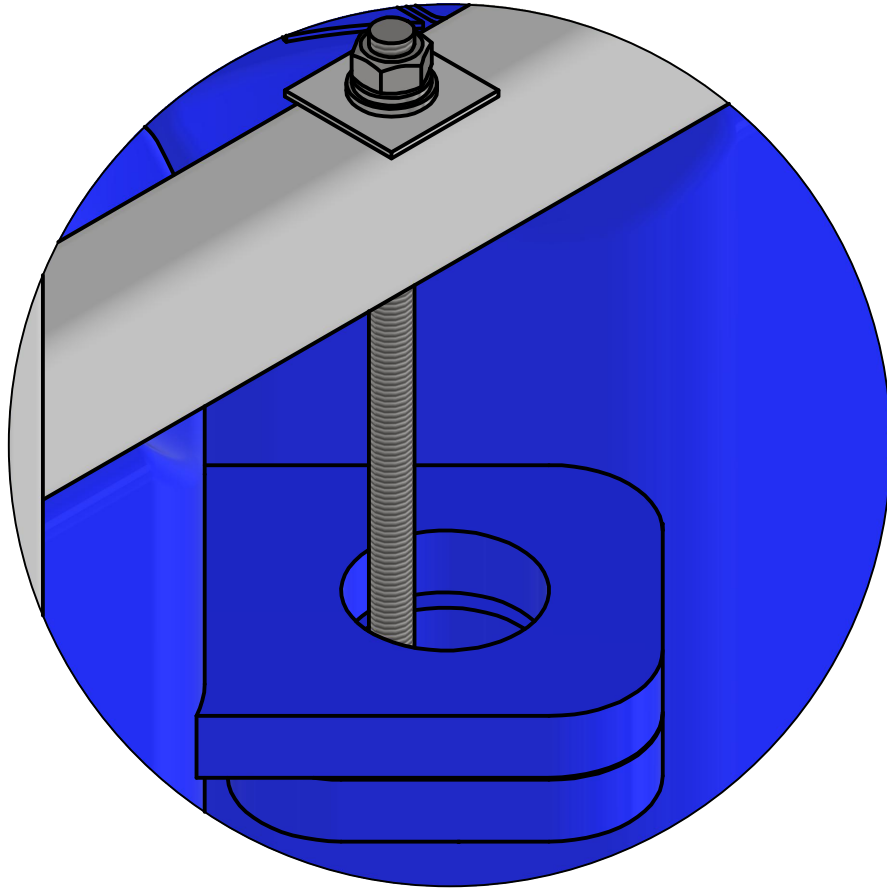
Escala	<b>UNIÓN DINTEL-CORREA</b>	Número	3.6
1:2		Sustituye a	
		Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 933	Tornillo M6 L25 mm	2	Ac. galv. S275JR
DIN 933	Tornillo M6 L75 mm	4	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M6	12	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M6	6	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M6	6	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 50x50x22 mm 3 mm espesor 45°	2	Ac. galv. S275JR
	Unión M6 52x45x22 mm 3 mm espesor 135°	1	
	Unión M6 55x45x22 mm 3 mm espesor 135°	1	

	Fecha	Nombre	Firmas	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona			
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona			
Escala	<b>UNIÓN ARRIOSTRAMIENTO-VIGA</b>			Número	3.7
1:2				Sustituye a	
				Sustituido por	



LISTA DE PIEZAS

CÓDIGO	ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL
DIN 976-1 A	Varilla roscada M12 L240 mm	1	Ac. galv. S275JR
	Chapa cuadrada 40x40x2 mm	1	Ac. galv. S275JR
	Chapa rectangular 75x60x2 mm	1	Ac. galv. S275JR
DIN 125-1 A	Arandela plana M12	2	Ac. galv. S275JR
DIN 127	Arandela grower M12	2	Ac. galv. S275JR
DIN 555	Tuerca hexagonal M12	2	Ac. galv. S275JR

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	25-06-22	Alexis Arbona	
Comprobado	28-06-22	Alexis Arbona	

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Escala	<b>UNIÓN ESTRUCTURA-FLOTADOR</b>	Número	3.8
1:2		Sustituye a	
		Sustituido por	



## BIBLIOGRAFÍA

*Huertos Solares - Rentabilidad 2022*. Mipanel solar.com. (2022). Última consulta 15 de junio de 2022, disponible en <https://mipanel solar.com/blog/huertos-solares>.

*Huerto Solar | Planta Solar | Parques Solares en Navarra*. Alba Renova. (2022). Última consulta 15 de junio de 2022, disponible en <https://albarenova.com/huerto-solar/>.

Granja solar en Honduras. Noticias de Querétaro. (2022). Última consulta 15 de junio de 2022, disponible en <https://noticiasdequeretaro.com.mx/2020/03/15/granja-solar-en-honduras/>.

DomoActiva Sistemas de Seguridad - Fotovoltaica en cubierta. Domoactivarenovables.com. (2022). Última consulta 15 de junio de 2022, disponible en <https://www.domoactivarenovables.com/comunidades-de-propietarios/fotovoltaica-en-cubierta/>.

Instalación Fotovoltaica de 25 kW en Nave Industrial. Albedo Solar. (2022). Última consulta 17 de junio de 2022, disponible en <https://albedosolar.com/project/instalacion-fotovoltaica-de-25-kw-en-nave-industrial/>.

Planta fotovoltaica flotante Sierra Brava | ACCIONA | Business as unusual. Acciona.com. (2022). Última consulta 17 de junio de 2022, disponible en [https://www.acciona.com/es/proyectos/planta-fotovoltaica-flotante-sierra-brava/?\\_adin=01833301559](https://www.acciona.com/es/proyectos/planta-fotovoltaica-flotante-sierra-brava/?_adin=01833301559).

*Plantas solares flotantes, una alternativa en ascenso*. EnchufeSolar. (2022). Última consulta 17 de junio de 2022, disponible en <https://enchufesolar.com/blog/plantas-solares-flotantes/#:~:text=Mayor%20productividad.%20Estos%20sistemas%20flotantes%2C%20debido%20al%20enfriamiento,tejados.%20Una%20alternativa%20a%20la%20escasez%20de%20suelo>.

*PLANTAS FOTOVOLTAICAS FLOTANTES* ». Tu blog de Autoconsumo fotovoltaico y energía renovable. (2022). Última consulta 17 de junio de 2022, disponible en <https://www.cambioenergetico.com/blog/plantas-fotovoltaicas-flotantes/#:~:text=Son%20las%20llamadas%20Plantas%20Fotovoltaicas%20Flotantes.%20Superficies%20de,terreno%20firme%20que%20en%20principio%20es%20lo%20ideal>.

Ministerio de Hacienda. Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (2001). Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Última consulta 5 de julio de 2022

---

*ANEJO I: ANEJO DE CÁLCULOS*

---

## ÍNDICE DEL ANEJO

1. INTRODUCCIÓN.....	- 6 -
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	- 6 -
3. ESTRUCTURA METÁLICA PARA LOS PANELES SOLARES.....	- 7 -
3.1 DESCRIPCIÓN .....	- 7 -
3.2 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	- 7 -
3.2.1 Sistema de cálculo de la estructura.....	- 7 -
3.2.1.1 Descripción del método.....	- 7 -
3.2.1.2 Modelización de la estructura .....	- 8 -
3.2.2 Acciones adoptadas en el cálculo .....	- 8 -
3.2.2.1 Acciones permanentes .....	- 8 -
3.2.2.2 Acciones variables.....	- 10 -
3.2.2.2.1 Sobrecarga de uso .....	- 10 -
3.2.2.2.2 Nieve .....	- 10 -
3.2.2.2.3 Viento.....	- 12 -
3.2.2.4 Acciones accidentales .....	- 20 -
3.2.2.4.1 Sismo.....	- 20 -
3.2.3 Hipótesis de cargas .....	- 20 -
3.2.4 Combinación de hipótesis.....	- 24 -
3.2.5 Predimensionado.....	- 30 -
3.2.6 Dimensionado .....	- 53 -
3.2.6.1 Definición de parámetros necesarios para el cálculo en SAP2000 ..	- 53 -
3.2.6.2 Diagramas de momentos, cortantes y axiles de las barras .....	- 62 -
3.2.6.3 Tensiones y deformaciones .....	- 65 -
3.2.7 Tornillos .....	- 72 -
4. SISTEMA FLOTANTE PARA LA ESTRUCTURA .....	- 76 -
4.1 DESCRIPCIÓN .....	- 76 -
4.2 CÁLCULO DEL SISTEMA FLOTANTE .....	- 77 -
BIBLIOGRAFÍA .....	- 83 -

## ÍNDICE DE IMÁGENES DEL ANEJO

Imagen 1: Peso del panel solar utilizado. ....	- 9 -
Imagen 2: Figura 2 del anejo E del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE. ....	- 11 -
Imagen 3: Figura 1 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE. ....	- 13 -
Imagen 4: Figura de la tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE. ....	- 15 -
Imagen 5: Figura de la tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE. ....	- 15 -
Imagen 6: Zonas de la estructura para viento transversal. ....	- 18 -
Imagen 7: Zonas de la estructura para viento longitudinal. ....	- 19 -
Imagen 8: Componente vertical del viento. ....	- 31 -
Imagen 9: Área de influencia de uno de los pilares centrales. ....	- 32 -
Imagen 10: Sección perfil comercial rectangular del Grupo Condesa. ....	- 34 -
Imagen 11: Ámbito de una de las vigas centrales. ....	- 36 -
Imagen 12: CP perpendicular al dintel. ....	- 41 -
Imagen 13: Ámbito de uno de los dinteles centrales. ....	- 42 -
Imagen 14: Ámbito de una de las correas. ....	- 48 -
Imagen 15: Identificación de nudos de la estructura. ....	- 53 -
Imagen 16: Imagen ampliada de identificación de nudos de la estructura. ....	- 53 -
Imagen 17: Identificación de barras de la estructura. ....	- 54 -
Imagen 18: Imagen ampliada de identificación de nudos de la estructura. ....	- 54 -
Imagen 19: Restricciones de los apoyos de la estructura. ....	- 55 -
Imagen 20: Reacciones en el plano X-Y que deben ejercer los apoyos exteriores de la estructura. ....	- 55 -
Imagen 21: Material a utilizar en la estructura. ....	- 56 -
Imagen 22: Sección de perfil tubular rectangular de 40x20x3 mm. ....	- 57 -
Imagen 23: Sección en T para los arriostramientos de 30x30x4 mm. ....	- 57 -
Imagen 24: Tipos de carga que soportará la estructura. ....	- 58 -
Imagen 25: Combinación ELU 1 introducida en SAP2000. ....	- 59 -
Imagen 26: Ámbitos de las correas para el viento transversal. ....	- 60 -
Imagen 27: Diagrama de axiles que soporta el pilar más solicitado. ....	- 62 -
Imagen 28: Diagrama de cortantes y momentos que soporta el dintel más solicitado. ...	- 63 -

Imagen 29: Diagrama de cortantes y momentos que soporta la viga más solicitada. - 63 -

-

Imagen 30: Diagrama de cortantes y momentos que soporta la correa más solicitada. . - 64 -

Imagen 31: Diagrama de axiles que soporta el perfil perimetral más solicitado..... - 64 -

Imagen 32: Esfuerzo axil máximo que tendrá que soportar la estructura..... - 65 -

Imagen 33: Flecha máxima del tramo central del dintel más solicitado..... - 68 -

Imagen 34: Flecha máxima del tramo extremo del dintel más solicitado. .... - 68 -

Imagen 35: Flecha máxima del tramo central de la viga más solicitada..... - 69 -

Imagen 36: Flecha máxima del tramo extremo de la viga más solicitada. .... - 69 -

Imagen 37: Flecha máxima del tramo interior de correa más solicitada..... - 70 -

Imagen 38: Flecha máxima del voladizo de correa más solicitado. .... - 70 -

Imagen 39: Flecha máxima del tramo de 2000 mm de perfil perimetral más solicitado. - 71 -

Imagen 40: Flecha máxima del tramo de 1620 mm de perfil perimetral más solicitado. - 71 -

Imagen 41: Flecha máxima del tramo de 450 mm de perfil perimetral más solicitado. .. - 71 -

Imagen 42: Esfuerzo axil máximo que tendrá que soportar la estructura..... - 74 -

Imagen 43: Flotador de la empresa HS Floating. .... - 76 -

Imagen 44: Distribución de los flotadores que son necesarios geoméricamente.... - 77 -

Imagen 45: Ubicación de las uniones necesarias geoméricamente para la estructura tipo que más uniones deba tener. .... - 80 -

Imagen 46: Ubicación de los flotadores y uniones necesarios si aumentamos la cantidad de flotadores en 10 más..... - 81 -

## ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO

Tabla 1: Tabla 2 del anejo E del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE. ....	- 11 -
Tabla 2: Tabla 2 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.....	- 14 -
Tabla 3: Tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE....	- 16 -
Tabla 4: Coeficientes de presión para cada zona. ....	- 16 -
Tabla 5: Tabla 4.1 del Documento Básico SE perteneciente al CTE. ....	- 21 -
Tabla 6: Tabla 4.1 del Documento Básico SE perteneciente al CTE. ....	- 22 -
Tabla 7: Tabla 4.2 del Documento Básico SE perteneciente al CTE. ....	- 23 -
Tabla 8: Acciones superficiales que soportan los pilares. ....	- 31 -
Tabla 9: Perfil comercial del Grupo Condesa para los pilares. ....	- 34 -
Tabla 10: Acciones superficiales que soportan las vigas. ....	- 35 -
Tabla 11: Perfil comercial del Grupo Condesa para las vigas por resistencia. ....	- 38 -
Tabla 12: Perfil comercial del Grupo Condesa para las vigas por deformación.....	- 40 -
Tabla 13: Acciones superficiales que soportan los dinteles. ....	- 41 -
Tabla 14: Perfil comercial del Grupo Condesa para los dinteles por resistencia. ....	- 44 -
Tabla 15: Perfil comercial del Grupo Condesa para los dinteles por deformación....	- 46 -
Tabla 16: Acciones superficiales que soportan las correas. ....	- 47 -
Tabla 17: Perfil comercial del Grupo Condesa para las correas por resistencia. ....	- 50 -
Tabla 18: Perfil comercial del Grupo Condesa para las correas por deformación....	- 52 -
Tabla 19: Tabla resumen del resultado del predimensionado. ....	- 52 -
Tabla 20: Perfiles mínimos que cumplen con ELU y ELS. ....	- 65 -
Tabla 21: Tensiones máximas de SVM de la estructura. ....	- 66 -
Tabla 22: Tensiones máximas de SVM de cada tipo de barra de la estructura. ....	- 67 -
Tabla 23: Desplazamientos máximos de los nudos de la estructura. ....	- 67 -
Tabla 24: Perfiles a utilizar en la estructura. ....	- 72 -
Tabla 25: Esfuerzos cortantes máximos que tendrá que soportar la estructura.....	- 75 -
Tabla 26: Peso total de la estructura obtenido del SAP2000. ....	- 78 -

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo, ha sido elaborado con la finalidad de documentar el procedimiento seguido para realizar el dimensionamiento de todos los elementos que forman parte del siguiente proyecto:

“Estructura flotante para instalación fotovoltaica en el pantano de Amadorio, Villajoyosa (Alicante)”

En este anejo aparece el dimensionado de las siguientes estructuras y elementos:

- 1- Estructura metálica para los paneles solares.
- 2- Sistema flotante para la estructura.

Para llevar a cabo el cálculo y dimensionado de los elementos pertenecientes a la estructura metálica haremos una simulación usando el programa SAP2000.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para poder dimensionar las distintas estructuras y sistemas nombrados anteriormente, usaremos la siguiente normativa, la cual define las condiciones que han de reunir los materiales, acciones que debemos tener en cuenta, métodos de cálculo y dimensionamiento de las secciones y recomendaciones para realizar el dimensionamiento:

- CTE SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
- CTE SE Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. SE 1 Resistencia y estabilidad. SE 2 Aptitud al servicio.

Para las estructuras y sistemas a calcular, se hará uso de la normativa mencionada para determinar las características de los materiales que se van a emplear, acciones sobre la propia estructura, cálculo y dimensionado de las secciones a utilizar. Utilizaremos programas y métodos de cálculo acordes a las estructuras y sistemas a dimensionar.

## 3. ESTRUCTURA METÁLICA PARA LOS PANELES SOLARES

### 3.1 DESCRIPCIÓN

Para la correcta dirección, orientación y fijación de los paneles solares necesitaremos una estructura metálica que sea capaz de soportar los esfuerzos que suponga soportar estos paneles.

Esta estructura permitirá la fijación de 5 paneles inclinados  $30^\circ$  y estará formada por sus correspondientes vigas, pilares, dinteles, correas y arriostramientos. También constará de un contorno perimetral formado por perfiles metálicos para facilitar la unión de la estructura con el sistema flotante.

Esta estructura tipo se replicará 20 veces transversalmente y 2 longitudinalmente, haciendo una instalación fotovoltaica de un total de 200 paneles solares.

Todos los elementos serán de acero galvanizado S275JR y los perfiles de cada elemento serán dimensionados acorde a los cálculos realizados.

La estructura estará fijada a los lados del pantano mediante cabos que estarán atadas a unos tirantes fijados en el suelo para que la estructura flotante no se desplace libremente por toda la extensión del pantano y se encuentre siempre en el lugar de la instalación.

### 3.2 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

#### 3.2.1 Sistema de cálculo de la estructura

##### 3.2.1.1 Descripción del método

Para calcular la estructura real que se pretende diseñar haremos los cálculos y dimensionado de una estructura tipo capaz de soportar 5 placas solares.

Definiremos las hipótesis de cargas y las cargas que va a tener que soportar la estructura y posteriormente determinaremos las combinaciones necesarias según las hipótesis de cargas a las que esté sometida la estructura para dimensionarla.

Seguidamente procederemos a realizar el cálculo de los esfuerzos que soporta la estructura, que son los que nos van a servir para elegir las secciones de los perfiles de ésta. Estos esfuerzos los obtendremos introduciendo en el programa SAP2000 las hipótesis de cargas, cargas y combinaciones definidas anteriormente.



El procedimiento de cálculo a seguir será el análisis completo de toda la estructura tipo sometida a las cargas correspondientes nombradas anteriormente. A partir de los esfuerzos obtenidos definiremos los pilares, vigas, dinteles, arriostramientos y correas a utilizar.

El programa que hemos utilizado para llevar a cabo el cálculo de nuestra estructura acoge un modelo elástico y lineal de estructura tridimensional compuesta por barras y basado en elementos finitos, simulando la respuesta ante los esfuerzos soportados de todas las barras que componen la estructura.

Una vez introducidos en el programa todos los datos necesarios para llevar a cabo el cálculo, procedemos a realizar la simulación y el programa nos dará como resultado de ésta valores de tensiones y deformaciones en cada barra.

Estas tensiones y deformaciones nos van a servir para realizar el dimensionado final de nuestra estructura y elegir los perfiles adecuados según las tensiones y deformaciones que deba soportar cada barra.

La estructura se calculará de forma que garantice una respuesta adecuada frente a los Estados Límites Últimos (ELU) y los Estados Límites de Servicio (ELS).

### *3.2.1.2 Modelización de la estructura*

La estructura se modelizará por medio de pórticos constituidos por un pilar, un dintel y una viga que formarán un triángulo de 30º de inclinación. Entre pórtico y pórtico colocaremos un arriostramiento. La estructura estará constituida por 4 pórticos, cada uno de ellos replicado cada 1620 mm y encima de los pórticos se fijarán 2 correas que servirán para apoyar los paneles solares en ellas. Toda la estructura tendrá un contorno perimetral de perfiles metálicos para facilitar la unión de ésta con el sistema flotante.

Todas las uniones de la estructura serán atornilladas, a excepción de las uniones que unen la estructura con el sistema flotante, que estarán unidos mediante abrazaderas.

## *3.2.2 Acciones adoptadas en el cálculo*

### *3.2.2.1 Acciones permanentes*

Las acciones permanentes que va a tener que soportar la estructura son las generadas por el peso propio de la estructura, el peso de los paneles solares y las cargas muertas que en nuestro caso serán elementos de fijación y tornillería:

- **Peso propio de la estructura:** Lo tendrá en cuenta el propio programa y no necesitaremos introducir ningún dato adicional más que la sección de los perfiles y el material de éstos que será acero S275JR.
- **Peso de los paneles solares:** Vamos a utilizar paneles solares de la marca “Jinko Solar”, más concretamente utilizaremos el modelo monofacial “Tiger Pro 54HC 395-415 Watt”. El peso de este modelo de panel solar lo podemos sacar de la ficha técnica del fabricante y sería el siguiente:

Mechanical Characteristics	
Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	108 (2x54)
Dimensions	1722×1134×30mm (67.80×44.65×1.18 inch)
Weight	22.0 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

Imagen 1: Peso del panel solar utilizado.

Cada panel tendrá un peso de 22 kg y las dimensiones de la superficie de cada panel son de 1722x1134 mm, dando una superficie de 1952748 mm<sup>2</sup> o bien 1,952748 m<sup>2</sup>. Por tanto, la carga que tendrá que soportar la estructura por metro cuadrado de panel será:

$$q = \frac{22 \text{ kg}}{1,95 \text{ m}^2} = 11,27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ N}} = 0,111 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Peso de las cargas muertas:** El peso de las cargas muertas será el peso de elementos de fijación para las placas fotovoltaicas y tornillería. Como aún no sabemos que tornillos vamos a utilizar, supondremos que el peso del total de estos elementos será un 10% del peso de las placas solares:

$$q = 0,1 \cdot 0,111 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,0111 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### 3.2.2.2 Acciones variables

Consideraremos las acciones variables de nieve y viento en nuestro caso para realizar el cálculo de la estructura.

#### 3.2.2.2.1 Sobrecarga de uso

No consideraremos sobrecarga de uso porque la estructura no va a tener que soportar ningún tipo de carga de este tipo. Nadie se va a subir encima de los paneles solares porque los podría estropear y nadie va a tener que situarse encima de la estructura para realizar el mantenimiento de los paneles. El mantenimiento se realizará sobre el sistema flotante pero ningún operario debe subirse a la estructura, con el espacio que habrá en el sistema flotante será suficiente para realizar su trabajo.

#### 3.2.2.2.2 Nieve

Las cargas que tendrá que soportar la estructura debidas a la nieve y acumulación de ésta las obtendremos del CTE Documento Básico SE-AE.

Como se trata de una estructura ligera sensible a carga vertical (por su pequeño grado de inclinación) los valores de las cargas debidas a la nieve y la acumulación de ésta se obtendrán como se indica a continuación:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo:

- $\mu$  coeficiente de forma de la cubierta.
- $S_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

El coeficiente de forma será  $\mu=1$  debido a que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve y la inclinación de la estructura es menor o igual a  $30^\circ$ .

La obtención del término  $S_k$  vendrá dado por el siguiente mapa y la siguiente tabla sacados del CTE Documento Básico SE-AE:



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Imagen 2: Figura 2 del anejo E del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

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

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

Tabla 1: Tabla 2 del anejo E del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Por tanto, el  $S_k = 0,3 \frac{kN}{m^2}$  debido a que el pantano de Amadorio está situado en Alicante (zona 5 de clima invernal) y está a una altitud de 123 m por encima del nivel del mar.

Por consiguiente, el valor de la carga de nieve que tendrá que soportar la estructura quedará de la siguiente forma:

$$q_n = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \frac{kN}{m^2}$$

### 3.2.2.2.3 Viento

Las cargas que tendrá que soportar la estructura debidas al viento las obtendremos del CTE Documento Básico SE-AE.

En cuanto a la acción del viento, en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:

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

Siendo:

- $q_b$ , la presión dinámica del viento. Obtendremos valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.
- $c_e$ , el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- $c_p$ , el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

#### Presión dinámica del viento

El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Siendo:

- $\delta$ , la densidad del aire.
- $v_b$ , el valor básico de la velocidad del viento.

La densidad del aire depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m<sup>3</sup>. En emplazamientos muy cercanos al mar, en donde sea muy probable la acción de rocío, la densidad puede ser mayor.

El valor básico de la velocidad del viento lo podemos obtener del siguiente mapa:



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

Imagen 3: Figura 1 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Al estar situada la estructura en zona B (Alicante), el valor básico de la velocidad del viento será  $v_b = 27 \frac{m}{s}$

Y, por tanto, la presión dinámica del viento quedaría de la siguiente forma:

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \frac{kg}{m^3} \cdot (27 \frac{m}{s})^2 = 455,625 \frac{kg}{m \cdot s^2} = 455,625 \frac{m}{m} \frac{kg}{m \cdot s^2} = 455,625 \frac{N}{m^2} = 0,456 \frac{kN}{m^2}$$

Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición  $c_e$  para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

Siendo k, L y Z parámetros característicos de cada tipo de entorno que los podemos sacar de la siguiente tabla:

**Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno**

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 2: Tabla 2 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Como el pantano donde va a situarse la estructura no tiene una extensión mayor de 5 km de longitud, tomaremos grado II de aspereza del entorno.

Por tanto, quedarán los siguientes valores para los parámetros definidos anteriormente:

$$k=0,17 \quad L=0,01 \text{ m} \quad Z=1 \text{ m}$$

Todavía no sabemos la altura que tendrá la estructura, pero sabiendo que los pilares tienen una altura de 863 mm y que los flotadores tienen 400 mm de altura, podemos suponer que la estructura tendrá como mucho 1,5 m de altura. Por consiguiente, el valor del parámetro "F" quedará de la siguiente forma:

$$F = 0,17 \cdot \ln(1,5 / 0,01) = 0,852$$

Y el coeficiente de exposición entonces será:

$$c_e = 0,852 \cdot (0,852 + 7 \cdot 0,17) = 1,74$$

### Coeficiente eólico o de presión

Para hallar el coeficiente eólico o de presión vamos a considerar que nuestra estructura es una marquesina a un agua como se indica en el Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Analizaremos las cargas del viento en 2 direcciones, ortogonales entre ellas, y en un solo sentido en cada dirección, ya que si analizamos el sentido contrario nos daremos cuenta de que nos saldrán los mismos coeficientes debido a la distribución de las zonas que nos indica la norma donde se van a aplicar las cargas en la marquesina.

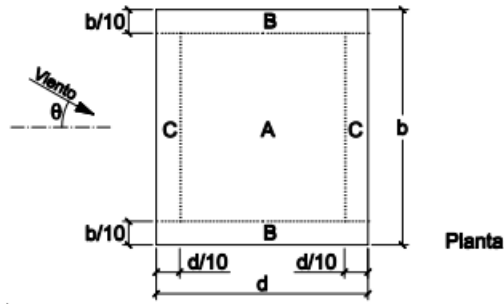


Imagen 4: Figura de la tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

El factor de obstrucción  $\varphi$ , es definido como la relación entre el área obstruida y el área de la sección total bajo la marquesina. Ambas áreas se consideran en un plano perpendicular a la dirección del viento.

Tomaremos  $\varphi=1$  debido a que la diferencia entre el área obstruida y el área de la sección total bajo la marquesina es mínima.

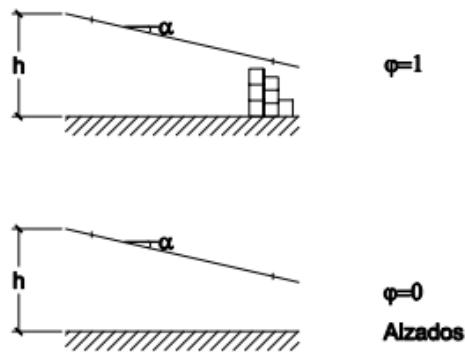


Imagen 5: Figura de la tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Seguidamente, obtendremos los coeficientes de presión de cada zona de la estructura (mostradas en la imagen 6) para presión y succión mediante la siguiente tabla:



Pendiente de la cubierta $\alpha$	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\varphi$	Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 3: Tabla 10 del anejo D del Documento Básico SE-AE perteneciente al CTE.

Habiendo definido ya el valor del factor de obstrucción y sabiendo que la estructura tiene una inclinación de 30°, definiremos a continuación los diferentes valores del coeficiente de presión según la zona de la estructura y según si el viento es de presión o de succión.

ZONA	COEFICIENTES DE PRESIÓN		
	A	B	C
PRESIÓN	2,2	3,2	2,4
SUCCIÓN	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 4: Coeficientes de presión para cada zona.

Finalmente, podremos calcular los valores de la presión estática del viento ( $q_e$ ) para cada zona de la estructura según sea de presión o de succión. Los calcularemos para 2

hipótesis distintas, una referente al viento longitudinal y otra referente al viento transversal.

### Presión estática del viento

$$q_{\text{presión } A} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot 2,2 = 1,75 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{presión } B} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot 3,2 = 2,54 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{presión } C} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot 2,4 = 1,9 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } A} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot (-1,5) = -1,19 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } B} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot (-2,2) = -1,75 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } C} = 0,456 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,74 \cdot (-2,7) = -2,1423 \frac{kN}{m^2}$$

Ahora según la dirección del viento (longitudinal o transversal), la demarcación de las zonas de la estructura será de una forma u otra. Seguidamente procedemos a definir dichas demarcaciones de las zonas de la estructura según la dirección del viento.

### Viento transversal

Las dimensiones de las zonas donde aplicaremos las cargas de viento vendrán dadas por las dimensiones de las placas fotovoltaicas (1722x1134 mm).

De este modo, al dejar 20 mm de distancia entre placa y placa y teniendo en cuenta que hay 5 placas por estructura los parámetros “b” y “d” se obtendrán de la siguiente forma:

$$b = 1134 \cdot 5 + 20 \cdot 4 = 5750 \text{ mm}$$

$$d = 1722 \text{ mm}$$

Si el viento incide de forma transversal a la estructura, entonces la demarcación de zonas de la estructura y, por tanto, de las cargas que tendrá que soportar quedará de la siguiente manera:

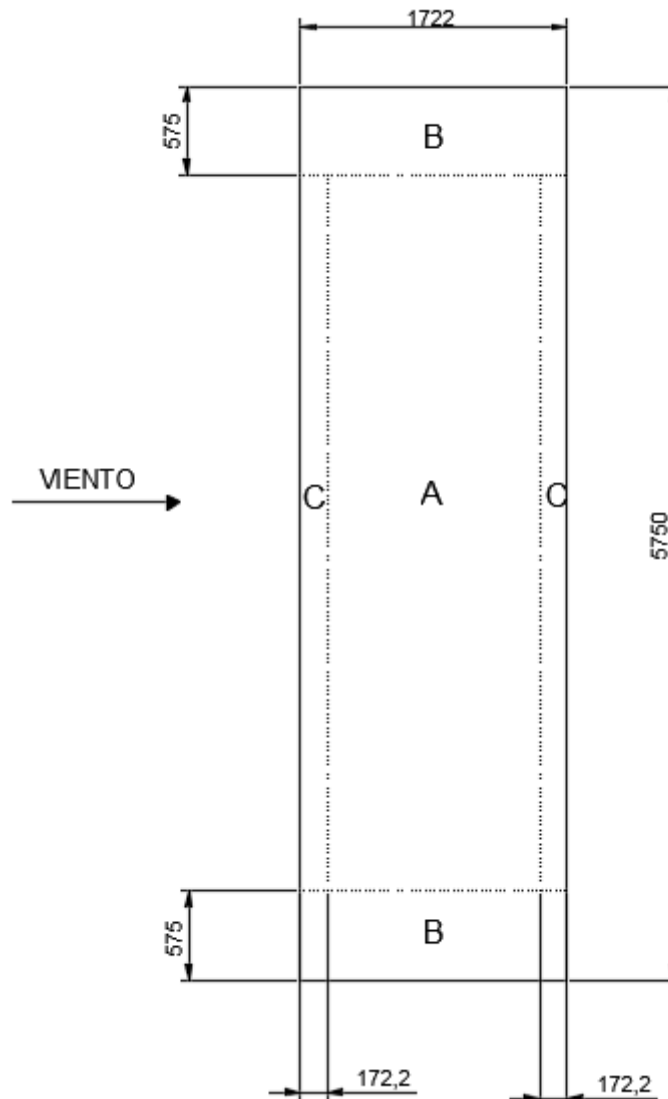


Imagen 6: Zonas de la estructura para viento transversal.

### Viento longitudinal

Las dimensiones de las zonas donde aplicaremos las cargas de viento se hallarán de la misma forma, pero ahora “b” y “d” se intercambiarán los valores:

$$b = 1722 \text{ mm}$$

$$d = 5750 \text{ mm}$$

Si el viento incide de forma longitudinal a la estructura, entonces la demarcación de zonas de la estructura y, por tanto, de las cargas que tendrá que soportar quedará de la siguiente manera:

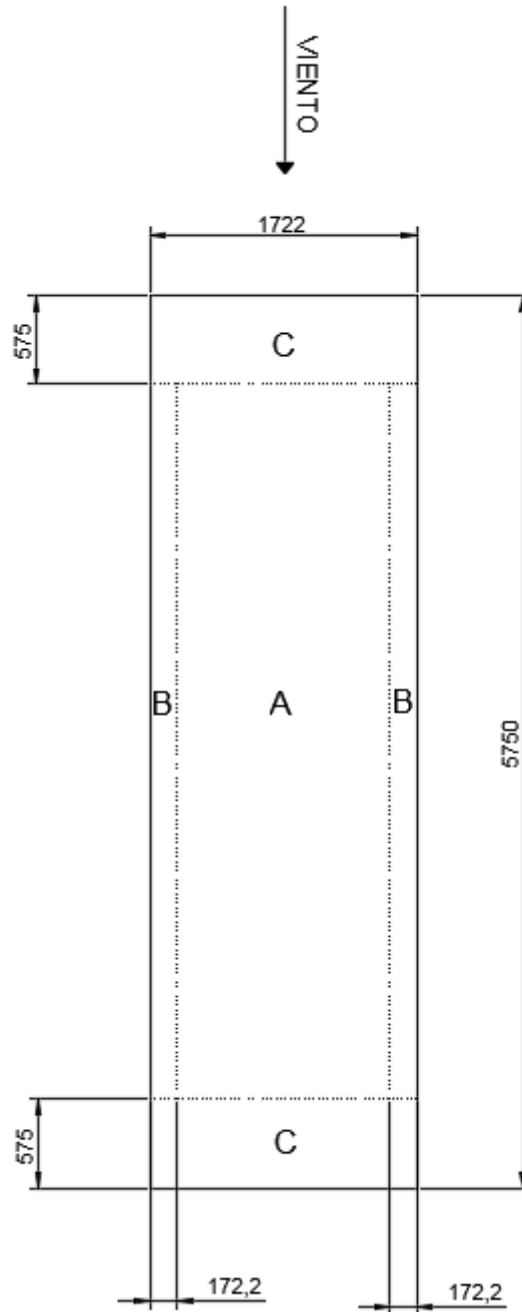


Imagen 7: Zonas de la estructura para viento longitudinal.

### 3.2.2.4 Acciones accidentales

#### 3.2.2.4.1 Sismo

En cuanto a las acciones accidentales, no tendremos en cuenta el sismo, puesto que la estructura no está en contacto directo con el suelo y los movimientos que puede producir un sismo van a ser transmitidos a la estructura por medio del agua.

Por tanto, podremos despreciar los posibles efectos que pueda tener el sismo en la estructura.

### 3.2.3 Hipótesis de cargas

A modo de resumen, procedemos a describir las hipótesis de cargas que se van a tener en cuenta para la posterior combinación de acciones que se introducirá en el programa SAP2000 para dimensionar finalmente la estructura:

#### Acciones permanentes

Las acciones permanentes que va a tener que soportar la estructura serán la suma de:

- Peso propio de la estructura: Lo va a tener en cuenta el propio programa y no deberemos realizar ningún cálculo para obtener su valor. De otra forma, sí que nos va a hacer falta tenerlo en cuenta a la hora de hacer combinaciones.
- Peso de los paneles solares: Ya lo hemos obtenido en apartados anteriores a partir del peso de cada placa que aparecía en la ficha técnica del fabricante. Lo aplicaremos como una carga lineal uniformemente distribuida sobre las correas.
- Peso de las cargas muertas: Éste será el peso de elementos de unión y fijaciones de la estructura. Procederemos de igual forma que con el peso de los paneles solares y lo aplicaremos como una carga lineal uniformemente distribuida sobre las correas.

Cuando procedamos a realizar combinaciones de acciones deberemos tener en cuenta los coeficientes parciales de seguridad para cada acción, según sea favorable o desfavorable:

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
<b>Resistencia</b>	Permanente		
	<u>Peso propio</u> , peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
<b>Estabilidad</b>		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 5: Tabla 4.1 del Documento Básico SE perteneciente al CTE.

Por tanto, para acciones permanentes tendremos los siguientes coeficientes parciales de seguridad:

$\gamma_G = 1,35$ , si tiene un efecto desfavorable.

$\gamma_G = 0,8$ , si tiene un efecto favorable.

### Acciones variables

Las acciones variables que va a tener que soportar la estructura son las siguientes:

- **Nieve:** Hemos obtenido el valor de su carga en apartados anteriores y va a ser una carga gravitatoria. Se aplicará como una carga lineal uniformemente distribuida sobre las correas.
- **Viento:** Hemos obtenido el valor de su carga en apartados anteriores para cada zona de la superficie que forme el conjunto de los paneles solares y va a ser una carga perpendicular a la superficie de las placas fotovoltaicas. Se aplicará como una carga lineal distribuida de forma desigual sobre las correas, según en la zona que se encuentre cada tramo de correa. Aplicaremos las cargas del viento a través de 4 hipótesis:

- Viento longitudinal de presión
- Viento longitudinal de succión
- Viento transversal de presión
- Viento transversal de succión

Cuando procedamos a realizar combinaciones de acciones deberemos tener en cuenta los coeficientes parciales de seguridad para cada acción, según sea favorable o desfavorable:

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
<b>Resistencia</b>	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	<b>Variable</b>	<b>1,50</b>	<b>0</b>
<b>Estabilidad</b>		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 6: Tabla 4.1 del Documento Básico SE perteneciente al CTE.

Por tanto, para acciones variables tendremos los siguientes coeficientes parciales de seguridad:

$\gamma_Q = 1,5$ , si tiene un efecto desfavorable.

$\gamma_Q = 0$ , si tiene un efecto favorable.

Para acciones variables también deberemos tener en cuenta los coeficientes de simultaneidad, que para la nieve y el viento serán los siguientes:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
<b>Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)</b>			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
<b>Nieve</b>			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• <u>para altitudes <math>\leq</math> 1000 m</u>	0,5	0,2	0
<b>Viento</b>	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 7: Tabla 4.2 del Documento Básico SE perteneciente al CTE.

Por tanto, para acciones variables tendremos los siguientes coeficientes de simultaneidad:

$\Psi_0 = 0,5$ , para la nieve.

$\Psi_0 = 0,6$ , para el viento.

$\Psi_1 = 0,2$ , para la nieve.

$\Psi_1 = 0,5$ , para el viento.

$\Psi_2 = 0$ , para la nieve.

$\Psi_2 = 0$ , para el viento.



### 3.2.4 Combinación de hipótesis

A continuación, pasaremos a definir las combinaciones a utilizar para dimensionar la estructura, que se introducirán en el programa SAP2000

#### Estados Límites Últimos

Para evaluar los efectos de las acciones frente a una situación persistente o transitoria se utiliza la siguiente expresión:

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

Siendo:

- $G_k$  Valor característico de una acción permanente
- $Q_k$  Valor característico de una acción variable simple
- $\Psi_0$  Coeficiente para el valor de combinación de una acción variable
- $\gamma_G$  Coeficiente parcial para una acción permanente
- $\gamma_Q$  Coeficiente parcial para una acción variable

De este modo, nos quedarán las siguientes combinaciones para los Estados Límites Últimos:

- ELU 1 - Máxima carga permanente, máxima nieve y viento longitudinal de presión:

$$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot N + 1,5 \cdot 0,6 \cdot VLP$$

El viento longitudinal de presión tendrá un efecto desfavorable cuando la carga de nieve sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 1,5. La carga permanente tendrá un efecto desfavorable y su coeficiente parcial de seguridad será igual a 1,35.

- ELU 2 – Máxima carga permanente, máxima nieve y viento transversal de presión:

$$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot N + 1,5 \cdot 0,6 \cdot VTP$$

El viento transversal de presión tendrá un efecto desfavorable cuando la carga de nieve sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 1,5. La carga permanente tendrá un efecto desfavorable y su coeficiente parcial de seguridad será igual a 1,35.

- ELU 3 - Máxima carga permanente, máximo viento longitudinal de presión y nieve:

$$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot VLP + 1,5 \cdot 0,5 \cdot N$$

La nieve tendrá un efecto desfavorable cuando la carga del viento longitudinal de presión sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 1,5. La carga permanente tendrá un efecto desfavorable y su coeficiente parcial de seguridad será igual a 1,35.

- ELU 4 - Máxima carga permanente, máximo viento transversal de presión y nieve:

$$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot VTP + 1,5 \cdot 0,5 \cdot N$$

La nieve tendrá un efecto desfavorable cuando la carga del viento transversal de presión sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 1,5. La carga permanente tendrá un efecto desfavorable y su coeficiente parcial de seguridad será igual a 1,35.

- ELU 5 – Actúa el viento longitudinal de succión:

$$0,8 \cdot CP + 1,5 \cdot VLS$$

La carga permanente tendrá un efecto favorable cuando la carga del viento longitudinal de succión sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 0,8. La carga de nieve tendrá un efecto favorable y tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 0.

- ELU 6 – Actúa el viento transversal de succión:

$$0,8 \cdot CP + 1,5 \cdot VTS$$

La carga permanente tendrá un efecto favorable cuando la carga del viento transversal de succión sea la acción variable principal y, por tanto, tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 0,8. La carga de nieve tendrá un efecto favorable y tendrá un coeficiente parcial de seguridad igual a 0.

Por tanto, deberemos introducir estas 6 combinaciones en el programa SAP2000 para verificar los Estados Límites Últimos y veremos cuál de estas combinaciones será la más desfavorable para la estructura.

### Estados Límites de Servicio

Para verificar los Estados Límites de Servicio deberemos realizar otras combinaciones que detallaremos a continuación.

Para evaluar los efectos de las acciones de corta duración que pueden producir efectos irreversibles, se utilizará esta expresión para realizar combinaciones:

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

A partir de la expresión anterior obtendremos las siguientes combinaciones:

- ELS 1 – Carga permanente, nieve como variable principal y viento longitudinal de presión:

$$CP + N + 0,6 \cdot VLP$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, la nieve como acción variable principal y el viento longitudinal de presión como acción concomitante.

- ELS 2 – Carga permanente, nieve como variable principal y viento transversal de presión:

$$CP + N + 0,6 \cdot VTP$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, la nieve como acción variable principal y el viento transversal de presión como acción concomitante.

- ELS 3 – Carga permanente, viento longitudinal de presión como variable principal y nieve:

$$CP + VLP + 0,5 \cdot N$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, el viento longitudinal de presión como acción variable principal y la nieve como acción concomitante.

- ELS 4 – Carga permanente, viento transversal de presión como variable principal y nieve:

$$CP + VTP + 0,5 \cdot N$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, el viento transversal de presión como acción variable principal y la nieve como acción concomitante.

- ELS 5 – Carga permanente, viento longitudinal de succión como variable principal y nieve:

$$CP + VLS + 0,5 \cdot N$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, el viento longitudinal de succión como acción variable principal y la nieve como acción concomitante.

- ELS 6 – Carga permanente, viento transversal de succión como variable principal y nieve:

$$CP + VTS + 0,5 \cdot N$$

En esta combinación tendremos la carga permanente, el viento transversal de succión como acción variable principal y la nieve como acción concomitante.

Para evaluar los efectos de las acciones de corta duración que pueden producir efectos reversibles, se utilizará esta expresión para realizar combinaciones:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- ELS 7 – Carga permanente y nieve como acción variable principal:

$$CP + 0,2 \cdot N$$

En esta combinación tendremos la carga permanente y la nieve como acción variable principal. El viento no lo tendremos en cuenta como acción concomitante porque su coeficiente de simultaneidad en este caso es igual a 0.

- ELS 8 – Carga permanente y viento longitudinal de presión como acción variable principal:

$$CP + 0,5 \cdot VLP$$

En esta combinación tendremos la carga permanente y el viento longitudinal de presión como acción variable principal. La nieve no la tendremos en cuenta como acción concomitante porque su coeficiente de simultaneidad en este caso es igual a 0.

- ELS 9 – Carga permanente y viento transversal de presión como acción variable principal:

$$CP + 0,5 \cdot VTP$$

En esta combinación tendremos la carga permanente y el viento transversal de presión como acción variable principal. La nieve no la tendremos en cuenta como acción concomitante porque su coeficiente de simultaneidad en este caso es igual a 0.

- ELS 10 – Carga permanente y viento longitudinal de succión como acción variable principal:

$$CP + 0,5 \cdot VLS$$

En esta combinación tendremos la carga permanente y el viento longitudinal de succión como acción variable principal. La nieve no la tendremos en cuenta como acción concomitante porque su coeficiente de simultaneidad en este caso es igual a 0.

- ELS 11 – Carga permanente y viento transversal de succión como acción variable principal:

$$CP + 0,5 \cdot VTS$$

En esta combinación tendremos la carga permanente y el viento transversal de succión como acción variable principal. La nieve no la tendremos en cuenta como acción concomitante porque su coeficiente de simultaneidad en este caso es igual a 0.

Para evaluar los efectos de las acciones de larga duración se utilizará esta expresión para realizar combinaciones:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- ELS 12 – Carga permanente:

*CP*

De esta expresión solo podemos sacar como combinación la que incluye a la carga permanente nada más, debido a que los coeficientes de simultaneidad del viento y la nieve para esta expresión son iguales a 0.

Una vez analizadas todas las combinaciones posibles para verificar los ELS, vemos útil introducir solo las 6 primeras mencionadas anteriormente, ya que las otras van a producir esfuerzos menores y no será necesario tenerlas en cuenta para el cálculo de la estructura.

### 3.2.5 Predimensionado

A continuación, elaboraremos los cálculos para predimensionar el pilar, dintel, viga y correa más desfavorable de la estructura:

#### Pilar

El pilar más desfavorable será aquel que tenga una mayor área de influencia y esté solicitado a mayores cargas de viento. Predimensionaremos el pilar solamente frente a axil, debido a que el efecto que puedan tener cortantes y momentos es despreciable.

Las cargas de viento las multiplicaremos por el coseno de  $30^\circ$  porque queremos saber la carga vertical de viento para determinar el axil de los pilares:

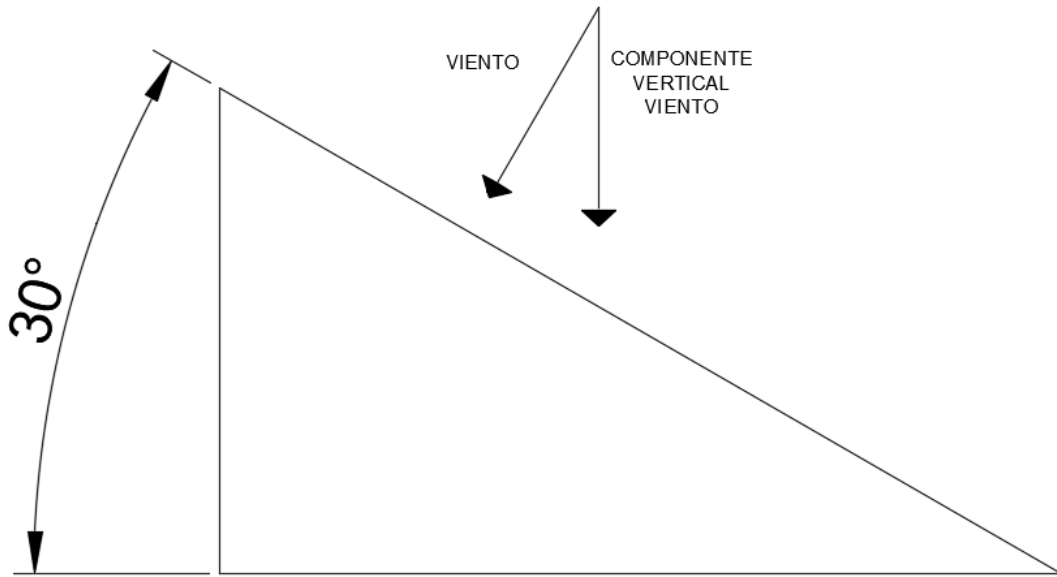


Imagen 8: Componente vertical del viento.

Así pues, las acciones superficiales que tomaremos para predimensionar los pilares serán las siguientes:

ZONA	CP	N	VLP	VTP	VLS	VTS
A	0,1221	0,3	1,52	1,52	-1,03	-1,03
B	0,1221	0,3	2,2	2,2	-1,52	-1,52
C	0,1221	0,3	1,9	1,9	-1,86	-1,86

Tabla 8: Acciones superficiales que soportan los pilares.

Las acciones de la tabla anterior que están subrayadas en color amarillo serán las que tendremos en cuenta para sacar el axil:

- Carga permanente.
- Mayor acción variable.

Sacaremos 2 axiles de cálculo, uno para viento de presión y otro para viento de succión, y predimensionaremos con el más grande de los 2.

Para sacar los axiles de cálculo utilizaremos la siguiente expresión:



$$N = A_i \cdot (\gamma_G \cdot CP + \gamma_Q \cdot Mayor CV)$$

Siendo:

$A_i$ : Área de influencia del pilar.

$\gamma_G$ : Coeficiente parcial para una acción permanente

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\gamma_Q$ : Coeficiente parcial para una acción variable.

$Mayor CV$ : El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

El pilar que más área de influencia tendrá será cualquiera de los 2 centrales y su área de influencia será:

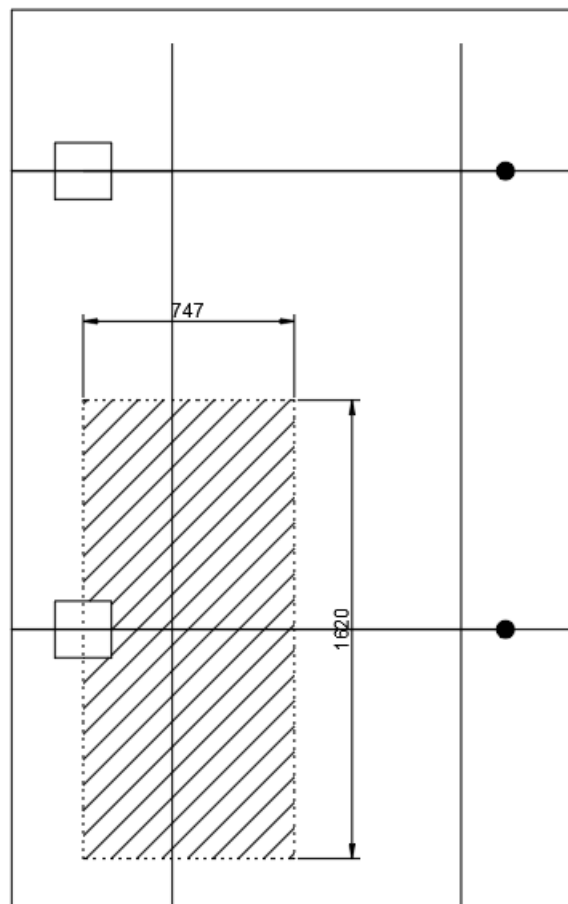


Imagen 9: Área de influencia de uno de los pilares centrales.

El área de influencia de este pilar será la multiplicación de la mitad de la distancia entre el pilar y el apoyo del dintel por la mitad de la distancia entre este pilar y sus pilares contiguos:

$$A_i = 0,747 \cdot 1,62 = 1,21 \text{ m}^2$$

Por tanto, los axiles de cálculo serán:

$$N = 1,21 \cdot (1,35 \cdot 0,1221 + 1,5 \cdot 2,2) = 4,19 \text{ kN}$$

$$N = 1,21 \cdot (0,8 \cdot 0,1221 + 1,5 \cdot (-1,86)) = -3,26 \text{ kN}$$

Como despreciamos el valor del momento y el cortante para el predimensionado, la expresión de tensión de Von Mises quedará de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f_{yd}$$

Tomaremos  $f_{yd}=200$  MPa por seguridad.

$$A \geq \frac{N}{f_{yd}} = \frac{4190 \text{ N}}{200 \text{ MPa}} = 20,95 \text{ mm}^2 = 0,2095 \text{ cm}^2$$

Para determinar qué perfil será necesario para que los pilares aguanten el axil de cálculo utilizaremos la tabla de perfiles comerciales de la empresa “Grupo Condesa”:

**RECTANGULAR** RECTANGULAIRE  
**RECTANGULAR**

Tamaño Taille Size		Espesor Épaisseur Thickness		Masa lineal Masse linéaire Mass per unit length		Área de la sección Surface de la section Sectional area		Momento de inercia Moment d'inertie Moment of inertia		Radio de giro Rayon d'inertie Radius of gyration		Módulo elástico Module élastique Elastic modulus		Módulo plástico Module plastique Plastic modulus		Constantes de torsión Constantes de torsion Torsion constants		Área superficial Surface superficielle Superficial area
H	B	T	M	A	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$i_{xx}$	$i_{yy}$	$W_{elxx}$	$W_{elyy}$	$W_{plxx}$	$W_{plyy}$	$I_t$	$C_t$	$A_s$			
mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124			

Tabla 9: Perfil comercial del Grupo Condesa para los pilares.

Refiriéndose H, B y T a las siguientes dimensiones:

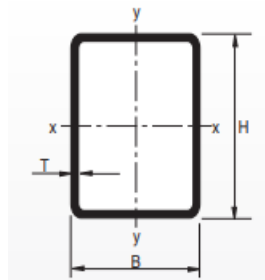


Imagen 10: Sección perfil comercial rectangular del Grupo Condesa.

Por tanto, para los pilares nos dará como resultado del predimensionado perfiles de 40x20x3 mm.

## Viga

La viga la predimensionaremos mediante 2 métodos, por resistencia y por deformación.

### Por resistencia:

La viga más desfavorable será aquella que tenga un mayor ámbito y esté solicitada a mayores cargas de viento. Predimensionaremos la viga solamente frente a momento, debido a que el efecto que puedan tener cortantes y axiles es despreciable.

Las cargas del viento las multiplicaremos también por el coseno de 30º para determinar la componente vertical del viento, de forma que las acciones superficiales que aplicaremos para predimensionar la viga serán las siguientes:

ZONA	CP	N	VLP	VTP	VLS	VTS
A	0,1221	0,3	1,52	1,52	-1,03	-1,03
B	0,1221	0,3	2,2	2,2	-1,52	-1,52
C	0,1221	0,3	1,9	1,9	-1,86	-1,86

Tabla 10: Acciones superficiales que soportan las vigas.

Las acciones de la tabla anterior que están subrayadas en color amarillo serán las que tendremos en cuenta para sacar el momento:

- Carga permanente.
- Mayor acción variable.

Sacaremos 2 cargas por metro lineal, una para viento de presión y otra para viento de succión, y predimensionaremos con la más grande de las 2.

Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (\gamma_G \cdot CP + \gamma_Q \cdot \text{Mayor CV})$$

Siendo:

$A$ : Ámbito de la viga.

$\gamma_G$ : Coeficiente parcial para una acción permanente

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\gamma_Q$ : Coeficiente parcial para una acción variable.

*Mayor CV*: El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

La viga que más ámbito tendrá será cualquiera de las 2 centrales y su ámbito será:

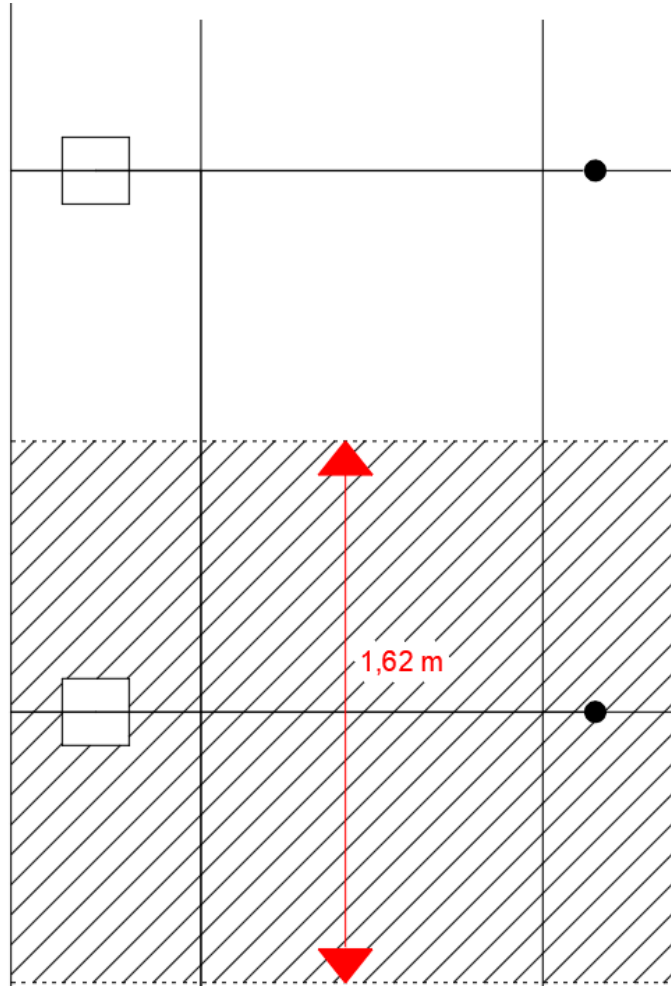


Imagen 11: Ámbito de una de las vigas centrales.

Tendrá un ámbito de 1,62 m.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 1,62 \cdot (1,35 \cdot 0,1221 + 1,5 \cdot 2,2) = 5,613 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 1,62 \cdot (0,8 \cdot 0,1221 + 1,5 \cdot (-1,86)) = -4,362 \frac{kN}{m}$$

Seguidamente deberemos calcular el momento de diseño de la viga, que para una viga biapoyada será el siguiente:

$$Md = \frac{qd \cdot (0,8 \cdot L)^2}{8} = \frac{5,613 \frac{kN}{m} \cdot (0,8 \cdot 1,494 m)^2}{8} = 1,0023 kN \cdot m$$

L será la longitud del tramo más largo de la viga, que medirá 1,494 m

Como despreciamos el valor del axil y el cortante para el predimensionado, la expresión de tensión de Von Mises quedará de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{Md}{W_x} \leq f_{yd}$$

Tomaremos  $f_{yd}=262$  MPa ya que la tensión de cálculo en aceros (275 MPa) debe dividirse por 1,05.

$$W_x \geq \frac{Md}{f_{yd}} = \frac{1002300 N \cdot mm}{262 MPa} = 3825,57 mm^3 = 3,826 cm^3$$

Para determinar qué perfil será necesario para que las vigas aguanten el momento de cálculo utilizaremos la tabla de perfiles comerciales de la empresa "Grupo Condesa":

Tamaño Taille Size	Espeesor Epaisseur Thickness	Massa lineal Masse linéaire Mass per unit length	Àrea de la secció Surface de la section Sectional area	Moment d'inèrcia Moment d'inertie Moment of inertia	Radio de giro Rayon d'inertie Radius of gyration	Mòdul elàstic Module élastique Elastic modulus	Mòdul plàstic Module de plasticité Plastic modulus	Constants de torsió Constantes de torsion Torsion constants	Àrea superficial ext. Surface superficielle Superficial area						
H mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plyy</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124
40	30	3	2,83	3,61	7,27	4,60	1,42	1,13	3,63	3,07	4,61	3,77	9,72	5,03	0,130
40	35	3	3,07	3,91	8,29	6,72	1,46	1,31	4,15	3,84	5,17	4,71	12,7	6,05	0,140
45	20	3	2,60	3,31	7,15	1,90	1,47	0,759	3,18	1,90	4,29	2,37	5,38	3,44	0,120

Tabla 11: Perfil comercial del Grupo Condesa para las vigas por resistencia.

Como podemos observar el primer perfil que tiene un módulo elástico superior al calculado es el que tiene las dimensiones de 40x35x3 mm.

Por deformación:

Para realizar el predimensionado por deformación utilizaremos la siguiente expresión:

$$f_{max} = \frac{5 \cdot qd \cdot (0,8 \cdot L)^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \leq \frac{L}{300}$$

Siendo:

*qd*: Carga por metro lineal

*L*: Longitud del tramo de viga más larga

*E*: Módulo elástico del acero, 210000 MPa.

*I<sub>x</sub>*: Momento de inercia respecto al eje x del perfil.

Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (CP + 0,7 \cdot \text{Mayor CV})$$

Siendo:

$A$ : Ámbito de la viga.

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\text{Mayor CV}$ : El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 1,62 \cdot (0,1221 + 0,7 \cdot 2,2) = 2,7 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 1,62 \cdot (0,1221 + 0,7 \cdot (-1,86)) = -1,91 \frac{kN}{m}$$

Y, por tanto, la expresión de la flecha máxima quedará así:

$$\frac{5 \cdot 2,7 \frac{N}{mm} \cdot (0,8 \cdot 1494 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \text{ MPa} \cdot I_x} \leq \frac{1494 \text{ mm}}{300}$$

$$I_x \geq 6,8599 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Observaremos en las tablas de perfiles mostrada anteriormente cuál de los perfiles cumple con lo establecido:



Tamaño Taille Size		Espesor Épaisseur Thickness		Masa lineal Masse linéaire Mass per unit length		Área de la sección Surface de la section Sectional area		Momento de inercia Moment d'inertie Moment of inertia		Radio de giro Rayon d'inertie Radius of gyration		Módulo elástico Module élastique Elastic modulus		Módulo plástico Module de résistance Plastic modulus		Constantes de torsión Constantes de torsion Torsional constants		Área superficial ex- Surface superficielle ex- Superficial area
H	B	T	M	A	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$i_{xx}$	$i_{yy}$	$W_{elxx}$	$W_{elyy}$	$W_{plxx}$	$W_{plyy}$	$I_t$	$C_t$	$A_s$			
mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124			
40	30	3	2,83	3,61	7,27	4,60	1,42	1,13	3,63	3,07	4,61	3,77	9,72	5,03	0,130			
40	35	3	3,07	3,91	8,29	6,72	1,46	1,31	4,15	3,84	5,17	4,71	12,7	6,05	0,140			

Tabla 12: Perfil comercial del Grupo Condesa para las vigas por deformación.

Como podemos observar en la tabla, el primer perfil que cumple con la inercia establecida es el de las dimensiones 40x30x3 mm.

Por tanto, para las vigas tomaremos perfiles 40x35x3 mm debido a que el cálculo por resistencia en este caso es más restrictivo que el cálculo por deformación.

### Dintel

El dintel lo predimensionaremos mediante 2 métodos, por resistencia y por deformación.

#### Por resistencia:

El dintel más desfavorable será aquel que tenga un mayor ámbito y esté solicitado a mayores cargas de viento. Predimensionaremos el dintel solamente frente a momento, debido a que el efecto que puedan tener cortantes y axiles es despreciable.

Las cargas de viento serán las que hemos calculado en los apartados de acciones variables y la carga permanente y la nieve las deberemos dividir por el coseno de 30°:

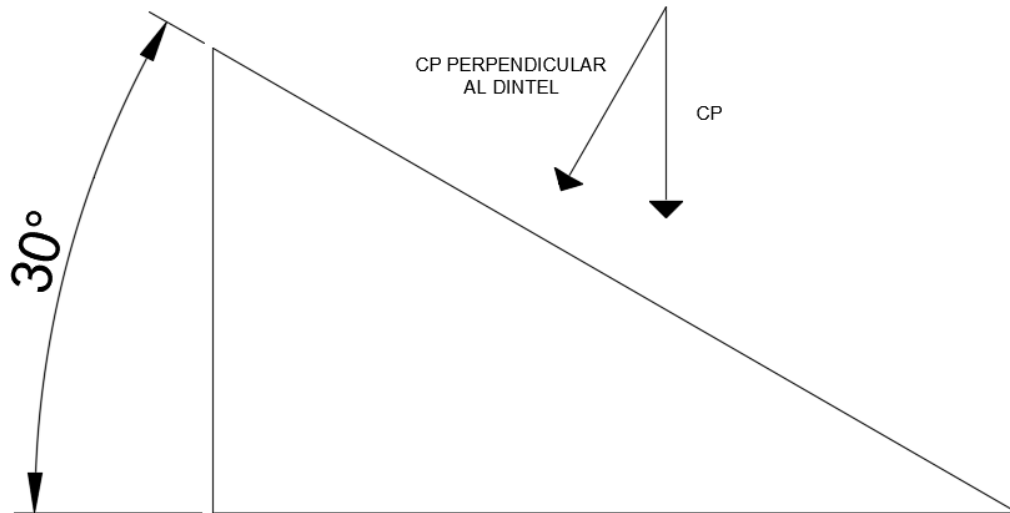


Imagen 12: CP perpendicular al dintel.

La nieve tendrá la misma dirección que la carga permanente y también la dividiremos por el coseno de  $30^\circ$ .

De forma que las acciones superficiales que aplicaremos para predimensionar el dintel serán las siguientes:

ZONA	CP	N	VLP	VTP	VLS	VTS
A	0,141	0,3464	1,75	1,75	-1,19	-1,19
B	0,141	0,3464	2,54	2,54	-1,75	-1,75
C	0,141	0,3464	1,9	1,9	-2,1423	-2,1423

Tabla 13: Acciones superficiales que soportan los dinteles.

Las acciones de la tabla anterior que están subrayadas en color amarillo serán las que tendremos en cuenta para sacar el momento:

- Carga permanente.
- Mayor acción variable.

Sacaremos 2 cargas por metro lineal, una para viento de presión y otra para viento de succión, y predimensionaremos con la más grande de las 2.

Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (\gamma_G \cdot CP + \gamma_Q \cdot Mayor CV)$$

Siendo:

$A$ : Ámbito del dintel.

$\gamma_G$ : Coeficiente parcial para una acción permanente

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\gamma_Q$ : Coeficiente parcial para una acción variable.

$Mayor CV$ : El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

El dintel que más ámbito tendrá será cualquiera de los 2 centrales y su ámbito será:

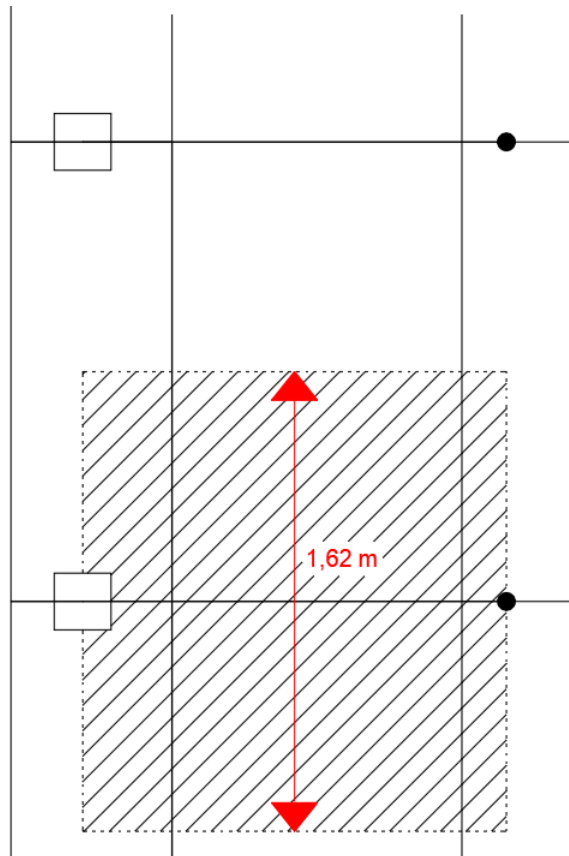


Imagen 13: Ámbito de uno de los dinteles centrales.

Tendrá un ámbito de 1,62 m.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 1,62 \cdot (1,35 \cdot 0,141 + 1,5 \cdot 2,54) = 6,481 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 1,62 \cdot (0,8 \cdot 0,141 + 1,5 \cdot (-2,1423)) = -5,0231 \frac{kN}{m}$$

Seguidamente deberemos calcular el momento de diseño del dintel, que para una viga biapoyada será el siguiente:

$$Md = \frac{qd \cdot (0,8 \cdot 1,725)^2}{8} = -1,543 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Como despreciamos el valor del axil y el cortante para el predimensionado, la expresión de tensión de Von Mises quedará de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{Md}{W_x} \leq f_{yd}$$

Tomaremos  $f_{yd}=262$  MPa ya que la tensión de cálculo en aceros (275 MPa) debe dividirse por 1,05.

$$W_x \geq \frac{Md}{f_{yd}} = \frac{1543000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{262 \text{ MPa}} = 5889,31 \text{ mm}^3 = 5,89 \text{ cm}^3$$

Para determinar qué perfil será necesario para que los dinteles aguanten el momento de cálculo utilizaremos la tabla de perfiles comerciales vista anteriormente:

Tamaño Size		Espesor Thickness		Masa lineal Mass per unit length		Área de la sección Sectional area		Momento de inercia Moment of inertia		Radio de giro Radius of gyration		Módulo elástico Elastic modulus		Módulo plástico Plastic modulus		Constantes de torsión Torsional constants		Área superficial Surface area
H mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plyy</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124			
40	30	3	2,83	3,61	7,27	4,60	1,42	1,13	3,63	3,07	4,61	3,77	9,72	5,03	0,130			
40	35	3	3,07	3,91	8,29	6,72	1,46	1,31	4,15	3,84	5,17	4,71	12,7	6,05	0,140			
45	20	3	2,60	3,31	7,15	1,90	1,47	0,759	3,18	1,90	4,29	2,37	5,38	3,44	0,120			
45	25	3	2,83	3,61	8,48	3,30	1,53	0,957	3,77	2,64	4,92	3,23	8,31	4,60	0,130			
45	30	3	3,07	3,91	9,80	5,15	1,58	1,15	4,36	3,43	5,55	4,17	11,6	5,76	0,140			
45	35	3	3,30	4,21	11,1	7,49	1,63	1,33	4,95	4,28	6,18	5,19	15,2	6,93	0,150			
45	35	4	4,20	5,35	13,2	8,86	1,57	1,29	5,88	5,06	7,58	6,35	18,7	8,29	0,146			
50	20	3	2,83	3,61	9,51	2,12	1,62	0,767	3,81	2,12	5,16	2,63	6,20	3,88	0,130			
50	25	3	3,07	3,91	11,2	3,67	1,69	0,969	4,47	2,93	5,86	3,56	9,64	5,18	0,140			
50	30	3	3,30	4,21	12,8	5,70	1,75	1,16	5,13	3,80	6,57	4,58	13,5	6,49	0,150			
50	30	4	4,20	5,35	15,3	6,69	1,69	1,12	6,10	4,46	8,05	5,58	16,5	7,71	0,146			

Tabla 14: Perfil comercial del Grupo Condesa para los dinteles por resistencia.

Como podemos observar el primer perfil que tiene un módulo elástico superior al calculado es el que tiene las dimensiones de 50x30x4 mm.

Por deformación:

Para realizar el predimensionado por deformación utilizaremos la siguiente expresión:

$$f_{max} = \frac{5 \cdot qd \cdot (0,8 \cdot L)^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \leq \frac{L}{300}$$

Siendo:

$qd$ : Carga por metro lineal

$L$ : Longitud del dintel

$E$ : Módulo elástico del acero, 210000 MPa.

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje x del perfil.

Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (CP + 0,7 \cdot \text{Mayor CV})$$

Siendo:

$A$ : Ámbito del dintel.

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\text{Mayor CV}$ : El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 1,62 \cdot (0,141 + 0,7 \cdot 2,54) = 3,11 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 1,62 \cdot (0,141 + 0,7 \cdot (-2,1423)) = -2,2 \frac{kN}{m}$$

Y, por tanto, la expresión de la flecha máxima quedará así:

$$\frac{5 \cdot 3,11 \frac{N}{mm} \cdot (0,8 \cdot 1725 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \text{ MPa} \cdot I_x} \leq \frac{1725 \text{ mm}}{300}$$

$$I_x \geq 12,1626 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Observaremos en las tablas de perfiles mostrada anteriormente cuál de los perfiles cumple con lo establecido:

Tamaño Tale Size		Espesor Thickness		Masa lineal Mass per unit length		Área de la sección Sectional area		Momento de inercia Moment of inertia		Radio de giro Radius of gyration		Módulo elástico Elastic modulus		Módulo plástico Plastic modulus		Constantes de torsión Torsion constants		Área superficial ext. Superficial area
H mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plyy</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124			
40	30	3	2,83	3,61	7,27	4,60	1,42	1,13	3,63	3,07	4,61	3,77	9,72	5,03	0,130			
40	35	3	3,07	3,91	8,29	6,72	1,46	1,31	4,15	3,84	5,17	4,71	12,7	6,05	0,140			
45	20	3	2,60	3,31	7,15	1,90	1,47	0,759	3,18	1,90	4,29	2,37	5,38	3,44	0,120			
45	25	3	2,83	3,61	8,48	3,30	1,53	0,957	3,77	2,64	4,92	3,23	8,31	4,60	0,130			
45	30	3	3,07	3,91	9,80	5,15	1,58	1,15	4,36	3,43	5,55	4,17	11,6	5,76	0,140			
45	35	3	3,30	4,21	11,1	7,49	1,63	1,33	4,95	4,28	6,18	5,19	15,2	6,93	0,150			
45	35	4	4,20	5,35	13,2	8,86	1,57	1,29	5,88	5,06	7,58	6,35	18,7	8,29	0,146			
50	20	3	2,83	3,61	9,51	2,12	1,62	0,767	3,81	2,12	5,16	2,63	6,20	3,88	0,130			
50	25	3	3,07	3,91	11,2	3,67	1,69	0,969	4,47	2,93	5,86	3,56	9,64	5,18	0,140			
50	30	3	3,30	4,21	12,8	5,70	1,75	1,16	5,13	3,80	6,57	4,58	13,5	6,49	0,150			
50	30	4	4,20	5,35	15,3	6,69	1,69	1,12	6,10	4,46	8,05	5,58	16,5	7,71	0,146			

Tabla 15: Perfil comercial del Grupo Condesa para los dinteles por deformación.

Como podemos observar en la tabla, el primer perfil que cumple con la inercia establecida es el de las dimensiones 50x30x3 mm.

Por tanto, para los dinteles tomaremos perfiles 50x30x4 mm debido a que el cálculo por resistencia en este caso es más restrictivo que el cálculo por deformación.

## Correas

La correa la predimensionaremos mediante 2 métodos, por resistencia y por deformación.

### Por resistencia:

Analizaremos cualquier tramo de correa que no sea voladizo, ya que cualquiera de los otros tramos tiene la misma longitud y ámbito. Predimensionaremos la correa solamente frente a momento, debido a que el efecto que puedan tener cortantes y axiles es despreciable.

Las cargas de viento serán las que hemos calculado en los apartados de acciones variables y la carga permanente y la nieve las deberemos dividir por el coseno de 30º.

De este modo, las acciones superficiales para las correas serán las mismas que para los dinteles:

ZONA	CP	N	VLP	VTP	VLS	VTS
A	0,141	0,3464	1,75	1,75	-1,19	-1,19
B	0,141	0,3464	2,54	2,54	-1,75	-1,75
C	0,141	0,3464	1,9	1,9	-2,1423	-2,1423

Tabla 16: Acciones superficiales que soportan las correas.

Las acciones de la tabla anterior que están subrayadas en color amarillo serán las que tendremos en cuenta para sacar el momento:

- Carga permanente.
- Mayor acción variable.

Sacaremos 2 cargas por metro lineal, una para viento de presión y otra para viento de succión, y predimensionaremos con la más grande de las 2.



Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (\gamma_G \cdot CP + \gamma_Q \cdot \text{Mayor CV})$$

Siendo:

$A$ : Ámbito de la correa.

$\gamma_G$ : Coeficiente parcial para una acción permanente

$CP$ : El valor de la carga permanente

$\gamma_Q$ : Coeficiente parcial para una acción variable.

$\text{Mayor CV}$ : El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

Las 2 correas tendrán el mismo ámbito y será:

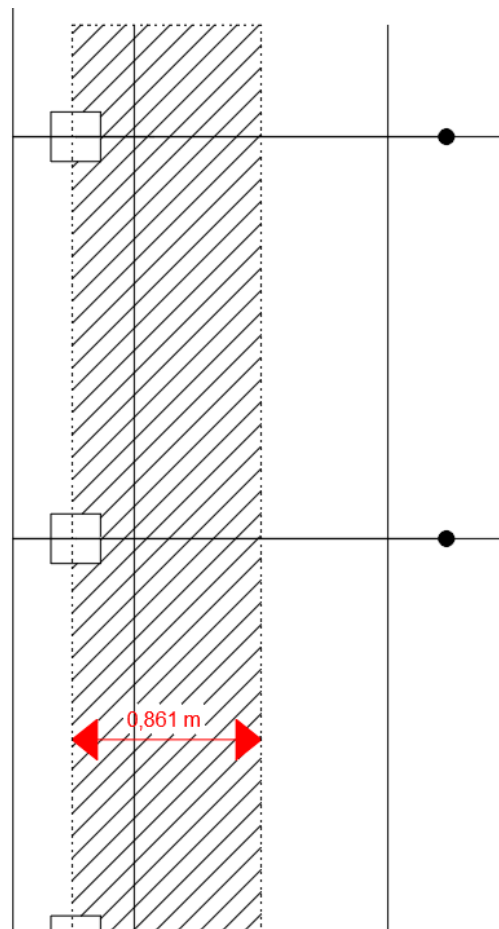


Imagen 14: Ámbito de una de las correas.

Tendrá un ámbito de 0,861 m.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 0,861 \cdot (1,35 \cdot 0,141 + 1,5 \cdot 2,54) = 3,444 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 0,861 \cdot (0,8 \cdot 0,141 + 1,5 \cdot (-2,1423)) = -2,67 \frac{kN}{m}$$

Seguidamente deberemos calcular el momento de diseño de la correa, que para una viga biapoyada será el siguiente:

$$Md = \frac{qd \cdot (0,8 \cdot 1,62)^2}{8} = 0,7231 kN \cdot m$$

Como despreciamos el valor del axil y el cortante para el predimensionado, la expresión de tensión de Von Mises quedará de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{Md}{W_x} \leq f_{yd}$$

Tomaremos  $f_{yd}=262$  MPa ya que la tensión de cálculo en aceros (275 MPa) debe dividirse por 1,05.

$$W_x \geq \frac{Md}{f_{yd}} = \frac{723100 N \cdot mm}{262 MPa} = 2760 mm^3 = 2,76 cm^3$$

Para determinar qué perfil será necesario para que las correas aguanten el momento de cálculo utilizaremos la tabla de perfiles comerciales vista anteriormente:

Tamaño Size		Espesor Thickness		Masa lineal Mass per unit length		Área de la sección Sectional area		Momento de inercia Moment of inertia		Radio de giro Radius of gyration		Módulo elástico Elastic modulus		Módulo plástico Plastic modulus		Constantes de torsión Torsional constants		Área superficial Superficial area
H mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			
40	27	3	2,69	3,43	6,65	3,55	1,39	1,02	3,32	2,63	4,28	3,24	8,06	4,42	0,124			

Tabla 17: Perfil comercial del Grupo Condesa para las correas por resistencia.

Como podemos observar el primer perfil que tiene un módulo elástico superior al calculado es el que tiene las dimensiones de 40x25x3 mm.

### Por deformación:

Para realizar el predimensionado por deformación utilizaremos la siguiente expresión:

$$f_{max} = \frac{5 \cdot qd \cdot (0,8 \cdot L)^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \leq \frac{L}{300}$$

Siendo:

$qd$ : Carga por metro lineal

$L$ : Longitud del tramo de correa analizado

$E$ : Módulo elástico del acero, 210000 MPa.

$I_x$ : Momento de inercia respecto el eje x del perfil.

Para sacar las cargas por metro lineal utilizaremos la siguiente expresión:

$$qd = A \cdot (CP + 0,7 \cdot \text{Mayor CV})$$

Siendo:

*A*: Ámbito de la correa.

*CP*: El valor de la carga permanente

*Mayor CV*: El valor más grande de cualquiera de las cargas variables.

Por tanto, las cargas por metro lineal serán:

$$qd = 0,861 \cdot (0,141 + 0,7 \cdot 2,54) = 1,6523 \frac{kN}{m}$$

$$qd = 0,861 \cdot (0,141 + 0,7 \cdot (-2,1423)) = -1,17 \frac{kN}{m}$$

Y, por tanto, la expresión de la flecha máxima quedará así:

$$\frac{5 \cdot 1,6523 \frac{N}{mm} \cdot (0,8 \cdot 1620 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \text{ MPa} \cdot I_x} \leq \frac{1620 \text{ mm}}{300}$$

$$I_x \geq 5,3522 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Observaremos en las tablas de perfiles mostrada anteriormente cuál de los perfiles cumple con lo establecido:

Tamaño Talle Size		Espesor Epaisseur Thickness		Masa lineal Masse linéaire Mass per unit length		Área de la sección Surface de la section Sectional area		Momento de inercia Moment of inertia		Radio de giro Rayon d'inertie Radius of gyration		Módulo elástico Modulo elastique Elastic modulus		Módulo plástico Module de résistance Plastic modulus		Constantes de torsión Torsional constants		Área superficial Surface superficielle Superficial area
H mm	B mm	T mm	M kg/m	A cm <sup>2</sup>	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>xx</sub> cm	i <sub>yy</sub> cm	W <sub>elxx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>elyy</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>plx</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	C <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup> /m			
40	20	3	2,36	3,01	5,21	1,68	1,32	0,748	2,60	1,68	3,50	2,12	4,57	3,00	0,110			
40	25	3	2,60	3,31	6,24	2,94	1,37	0,942	3,12	2,35	4,06	2,90	7,00	4,01	0,120			

Tabla 18: Perfil comercial del Grupo Condesa para las correas por deformación.

Como podemos observar en la tabla, el primer perfil que cumple con la inercia establecida es el de las dimensiones 40x25x3 mm.

Así que, como nos da el mismo perfil calculando por resistencia y por deformación, utilizaremos el perfil de 40x25x3 mm para las correas.

A modo de resumen del predimensionado estas son las dimensiones de los perfiles que utilizaremos para cada elemento de la estructura:

DIMENSIONES	PILAR	VIGA	DINTEL	CORREA
HxBxT (mm)	40x20x3	40x35x3	50x30x4	40x25x3

Tabla 19: Tabla resumen del resultado del predimensionado.

### 3.2.6 Dimensionado

#### 3.2.6.1 Definición de parámetros necesarios para el cálculo en SAP2000

Para llevar a cabo el cálculo necesitaremos modelar la estructura en el SAP2000. Primeramente, dibujaremos la estructura y asignaremos cada barra y cada nudo con un número para diferenciarlos:

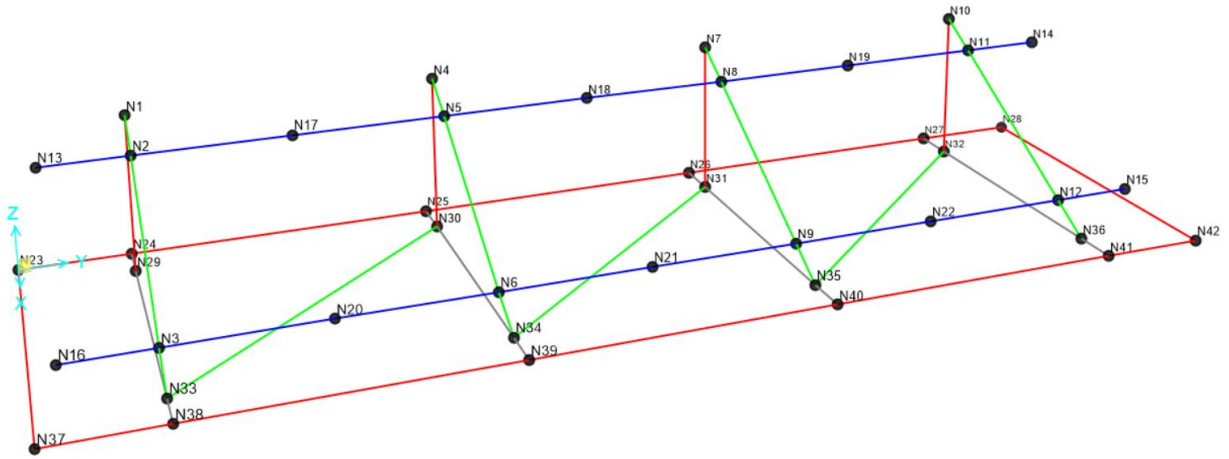


Imagen 15: Identificación de nudos de la estructura.

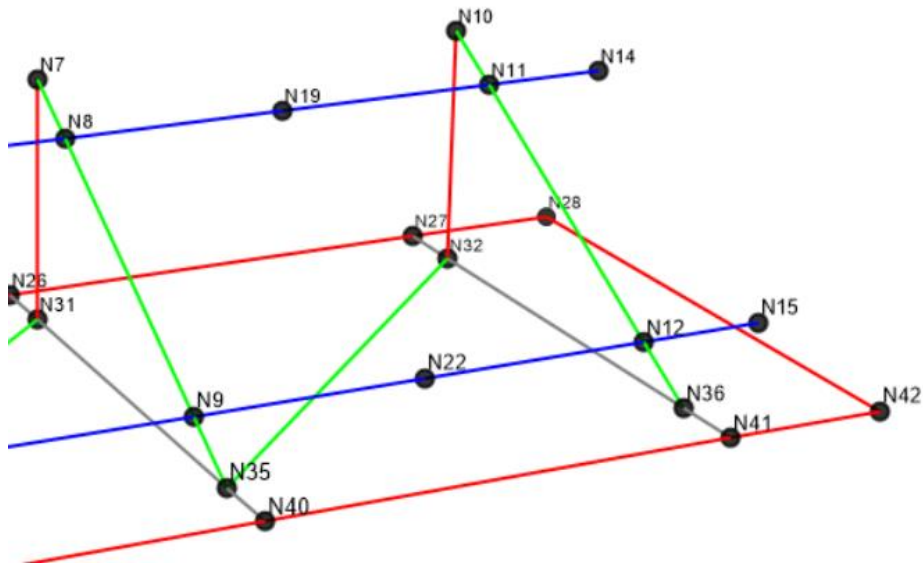


Imagen 16: Imagen ampliada de identificación de nudos de la estructura.

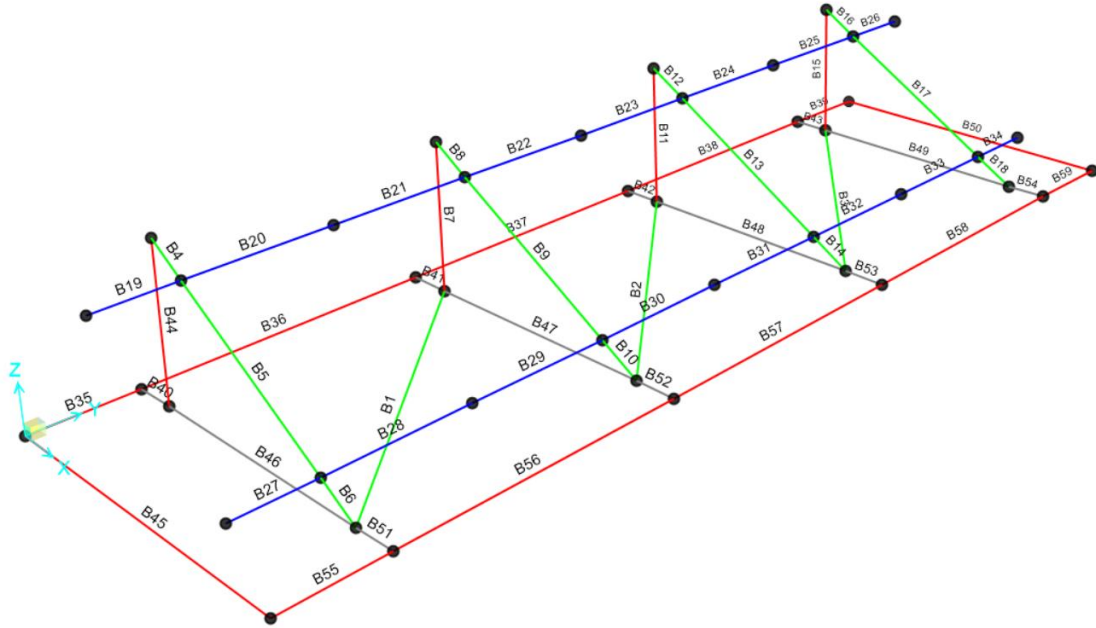


Imagen 17: Identificación de barras de la estructura.

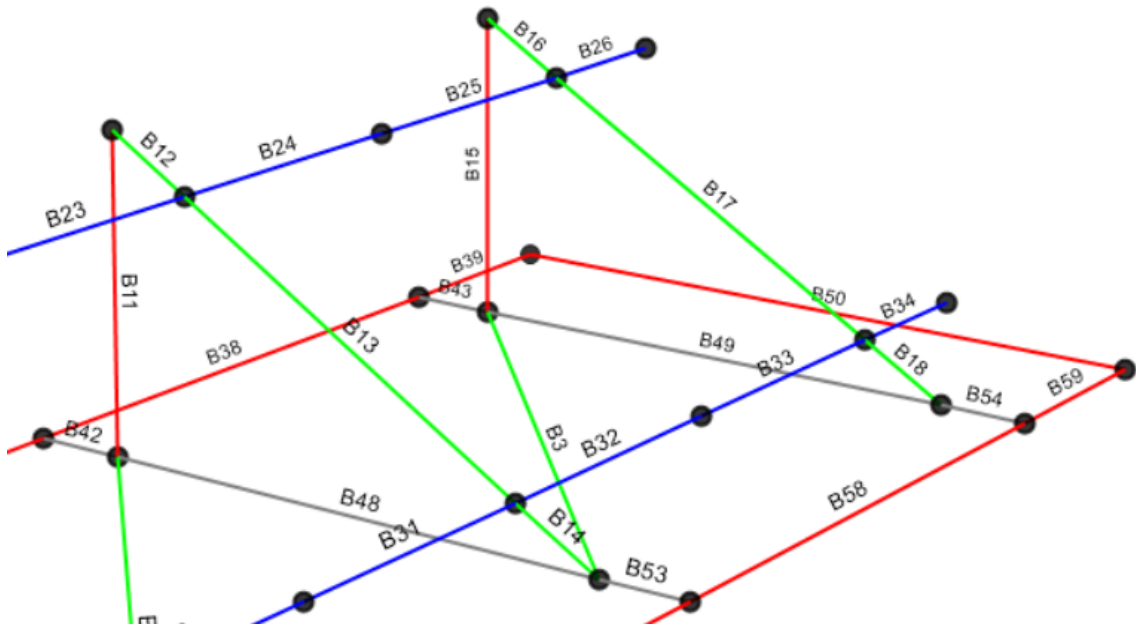


Imagen 18: Imagen ampliada de identificación de nudos de la estructura.

Una vez dibujada la estructura en el programa, definiremos como van a ser los apoyos de ésta, que en nuestro caso van a ser de la siguiente forma:

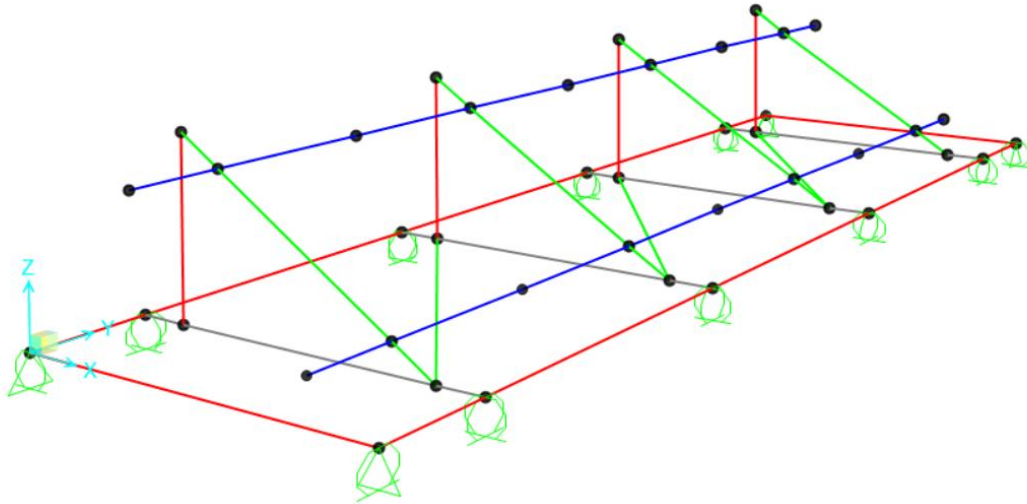


Imagen 19: Restricciones de los apoyos de la estructura.

Los nudos de los apoyos interiores tendrán la restricción de no poder desplazarse en el eje Z y los nudos de los apoyos extremos tendrán restricciones suficientes para que la estructura no se mueva al recibir fuerzas en 2 sentidos distintos que sean ortogonales entre ellos:

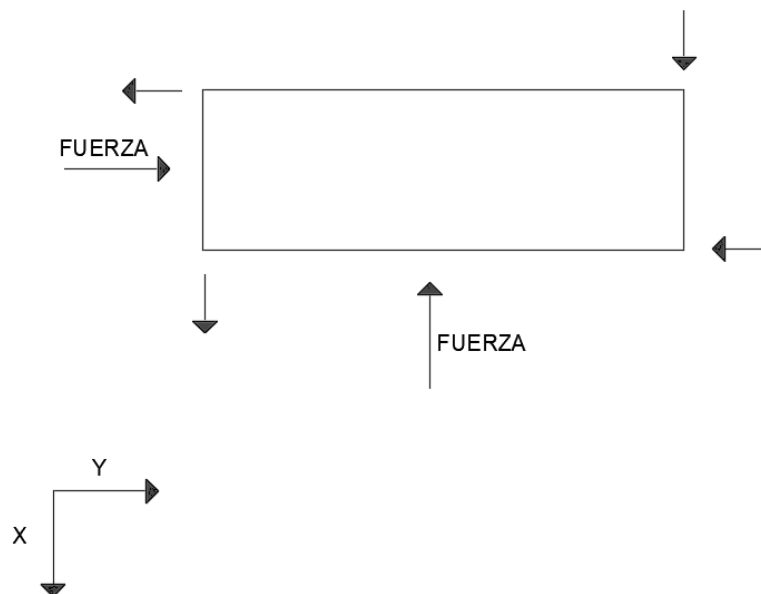


Imagen 20: Reacciones en el plano X-Y que deben ejercer los apoyos exteriores de la estructura.



Como podemos apreciar en la imagen anterior, los apoyos exteriores (nudos N23, N37, N28, N42) deben ejercer las reacciones que aparecen en la imagen para que el sistema no sea un mecanismo y sea lo más real posible. Para ello deberemos restringir el movimiento de los nudos N23 y N42 para que no puedan desplazarse en el eje Y ni en el eje Z y deberemos restringir el movimiento de los nudos N37 y N28 para que no puedan desplazarse en el eje X ni en el eje Z.

Posteriormente, definiremos los materiales a utilizar, que en nuestro caso va a ser acero S275JR:

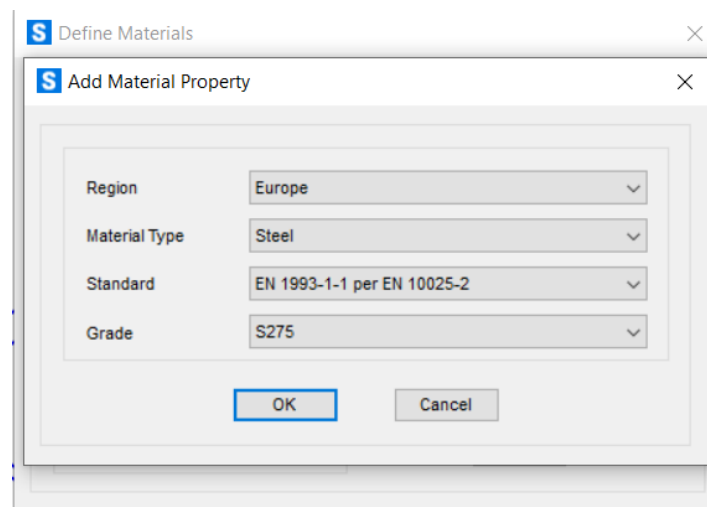


Imagen 21: Material a utilizar en la estructura.

Seguidamente procederemos a asignar los perfiles obtenidos en el predimensionado a cada barra. Para los perfiles perimetrales utilizaremos los más pequeños (40x20x3mm) y si no cumple para ELU o para ELS los cambiaremos por otros de sección mayor.

Para asignar los perfiles correspondientes, crearemos secciones nuevas indicando su geometría. Todos los perfiles serán tubulares rectangulares, excepto los arriostramientos, que serán perfiles en T.

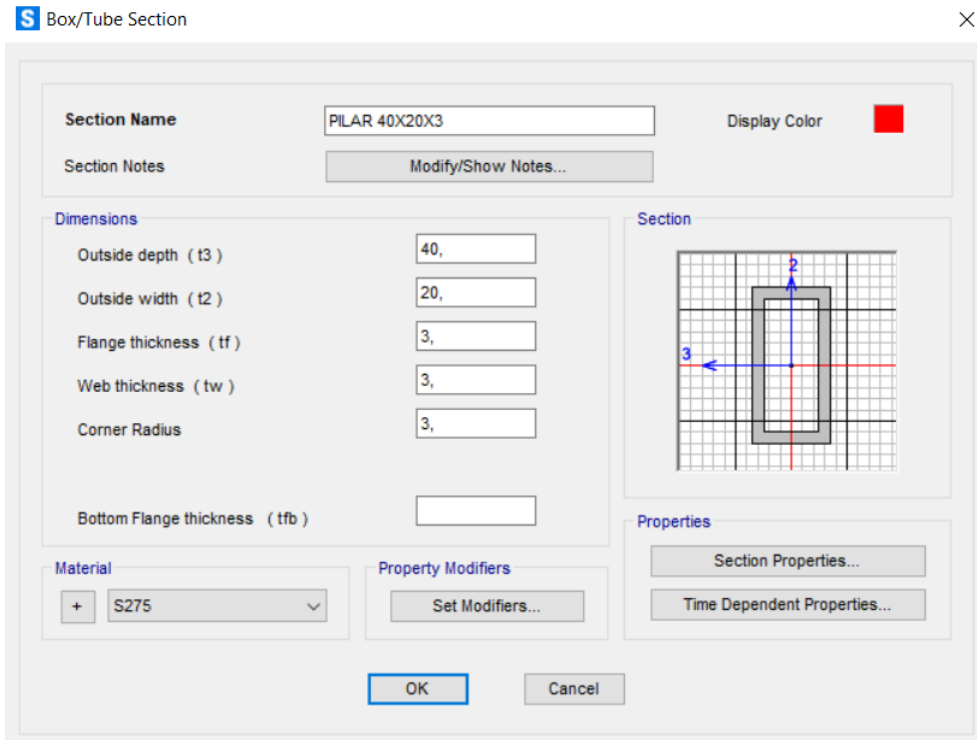


Imagen 22: Sección de perfil tubular rectangular de 40x20x3 mm.

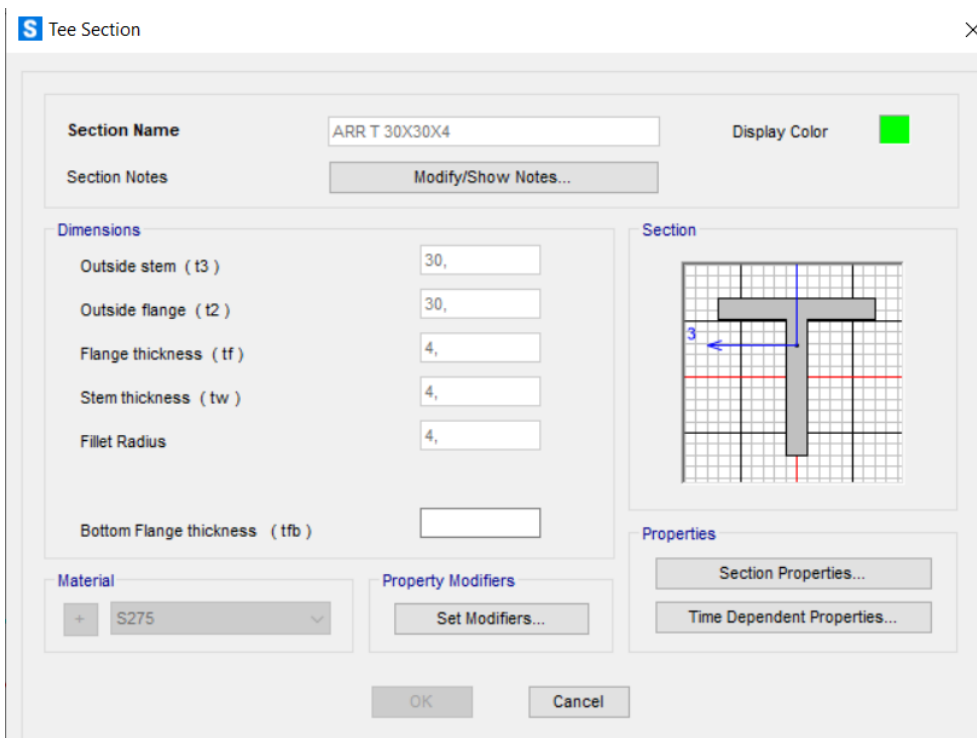


Imagen 23: Sección en T para los arriostramientos de 30x30x4 mm.

Introduciremos todas las secciones a utilizar de la misma forma y seguidamente asignaremos la sección correspondiente a cada barra.

A continuación, definiremos los tipos de carga que va a tener que soportar la estructura, serán:

- Peso de los elementos estructurales (DEAD) (generado por el propio SAP2000)
- Carga permanente (CP)
- Nieve (N)
- Viento longitudinal de presión (VLP)
- Viento transversal de presión (VTP)
- Viento longitudinal de succión (VLS)
- Viento transversal de succión (VTS)

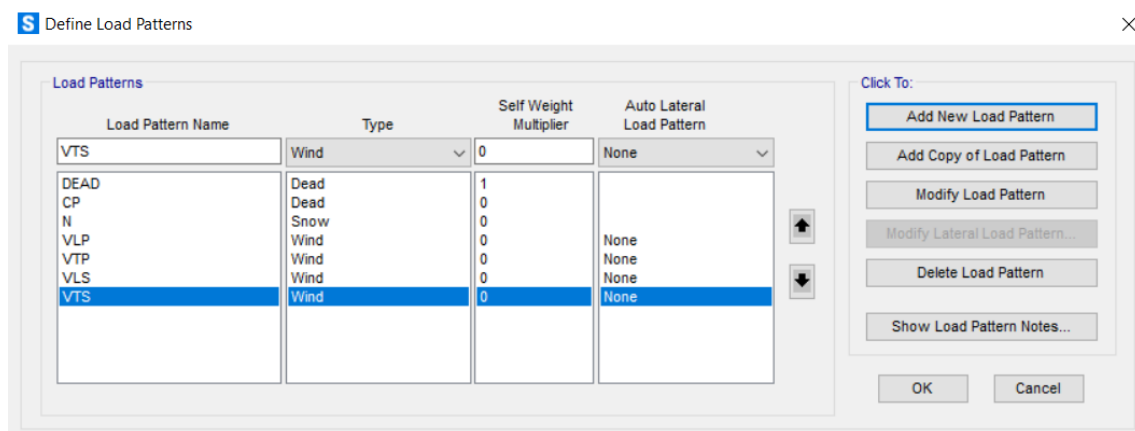


Imagen 24: Tipos de carga que soportará la estructura.

Posteriormente introduciremos las combinaciones definidas anteriormente, un total de 6 para verificar los ELU y 6 más para verificar los ELS.

**S** Load Combination Data ×

**Load Combination Name** (User-Generated)

**Notes**

**Load Combination Type**  ▾

**Options**

**Define Combination of Load Case Results**

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
DEAD ▾	Linear Static		1,35
DEAD	Linear Static		1,35
CP	Linear Static		1,35
N	Linear Static		1,5
VLP	Linear Static		0,9

Imagen 25: Combinación ELU 1 introducida en SAP2000.

Vamos a introducir las cargas sobre las correas, por tanto, necesitaremos calcular las cargas por metro lineal que aplicaremos. Las sacaremos a partir del ámbito de las correas y de las cargas por metro cuadrado ya calculadas. Las cargas por metro cuadrado serán las siguientes:

- CP:  $q = 0,1221 \frac{kN}{m^2}$
- N:  $q = 0,3 \frac{kN}{m^2}$

- Viento:

$$q_{\text{presión } A} = 1,75 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{presión } B} = 2,54 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{presión } C} = 1,9 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } A} = -1,19 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } B} = -1,75 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{\text{succión } C} = -2,1423 \frac{kN}{m^2}$$

En cuanto a los ámbitos, para la carga permanente y la nieve cada correa tendrá un ámbito de 0,861 m porque estas cargas están repartidas de la misma forma sobre toda la mesa que forman las placas fotovoltaicas, como podemos apreciar en la imagen 30.

Por tanto, las cargas debidas a la carga permanente y a la nieve que aplicaremos sobre las correas serán:

$$q_{CP, \text{lineal}} = 0,1221 \frac{kN}{m^2} \cdot 0,861 m = 0,10513 \frac{kN}{m}$$

$$q_{N, \text{lineal}} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 0,861 m = 0,2583 \frac{kN}{m}$$

En cuanto a los ámbitos para las cargas del viento, las correas tendrán diferentes ámbitos para cada carga según el viento sea longitudinal o transversal:

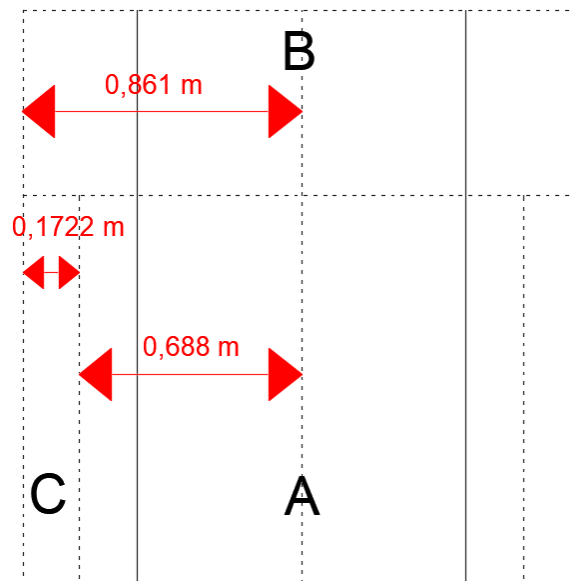


Imagen 26: Ámbitos de las correas para el viento transversal.

Los ámbitos para el viento longitudinal serán los mismos solo que los de la zona B serán los de la zona C y viceversa.

Por tanto, ahora sí, podemos realizar el cálculo de las cargas lineales del viento sobre las correas. Habrá 4 fuerzas distintas para cada viento, una de presión y una de succión desde el inicio de la mesa hasta los 575 mm y en la misma zona pero en el otro extremo de la mesa, y una de presión y otra de succión en la zona central de la mesa.

Sacaremos las cargas lineales multiplicando el ámbito de cada zona por la carga superficial correspondiente a esa zona, según en que zona se encuentre el tramo de correa del que queremos sacar la carga.

### Viento longitudinal

$$q_{\text{presión},0-573,573-0} = 0,861 \text{ m} \cdot 1,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,64 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{succión},0-575,575-0} = 0,861 \text{ m} \cdot \left(-2,1423 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = -1,845 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{presión,zona central}} = 0,688 \text{ m} \cdot 1,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,1722 \text{ m} \cdot 2,54 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,643 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{succión,zona central}} = 0,688 \text{ m} \cdot \left(-1,19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) + 0,1722 \text{ m} \cdot \left(-1,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = -1,121 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Viento transversal

$$q_{\text{presión},0-575,575-0} = 0,861 \text{ m} \cdot 2,54 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,19 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{succión},0-575,575-0} = 0,861 \text{ m} \cdot \left(-1,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = -1,51 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{presión,zona central}} = 0,688 \text{ m} \cdot 1,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,1722 \text{ m} \cdot 1,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,533 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{succión, zona central}} = 0,688 \text{ m} \cdot \left(-1,19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) + 0,1722 \text{ m} \cdot \left(-2,1423 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = -1,189 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Para finalizar, el último paso que deberemos hacer antes de simular con el programa será añadir estas cargas sobre las correas en su correspondiente dirección y sentido.

A continuación, simularemos con el programa y obtendremos resultados para poder analizar al detalle nuestra estructura.

### 3.2.6.2 Diagramas de momentos, cortantes y axiles de las barras

En el siguiente apartado procederemos a representar los diagramas de momentos de cada tipo de barra más solicitada, y en el apartado siguiente, según las solicitaciones de cada barra dimensionaremos la estructura con unos perfiles u otros:

#### Pilares

Debido a que los pilares están articulados con los dinteles los esfuerzos debido a los momentos que puede recibir son despreciables, y nos centraremos solo en su axil, siendo el diagrama del pilar más solicitado:

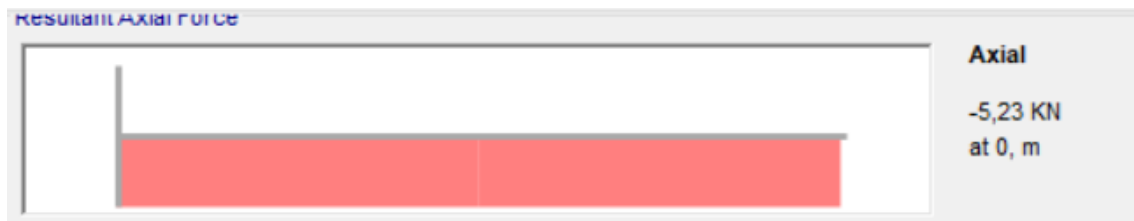


Imagen 27: Diagrama de axiles que soporta el pilar más solicitado.

La combinación más desfavorable para los pilares será la ELU 4 y el pilar más solicitado será el B11.

## Dinteles

Para dimensionar los dinteles nos centraremos en los momentos y cortantes a los que estén sometido, siendo éste el diagrama de momentos y cortantes del tramo del dintel más solicitado:

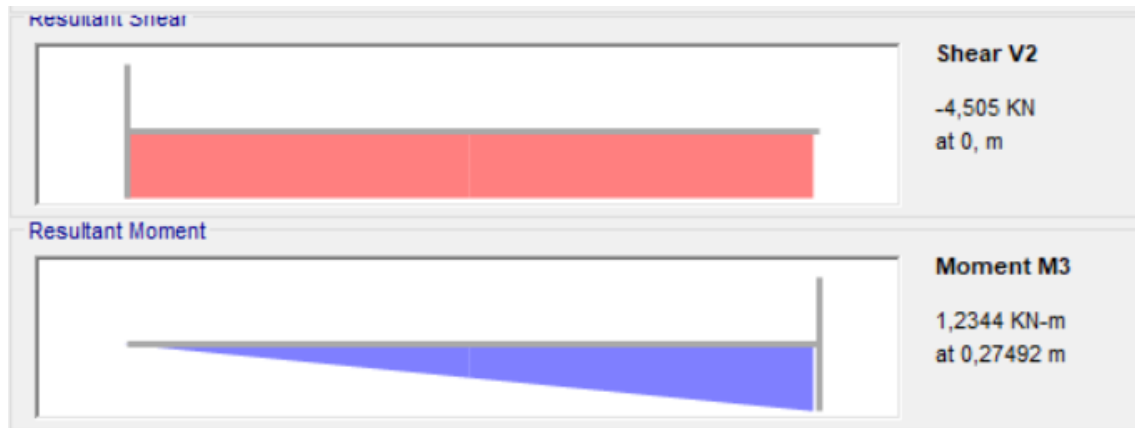


Imagen 28: Diagrama de cortantes y momentos que soporta el dintel más solicitado. La combinación más desfavorable para los dinteles será la ELU 4 y el tramo de dintel más solicitado será el B12.

## Vigas

Para dimensionar las vigas nos centraremos en los momentos y cortantes a los que estén sometidas, siendo éste el diagrama de momentos y cortantes del tramo de viga más solicitada:

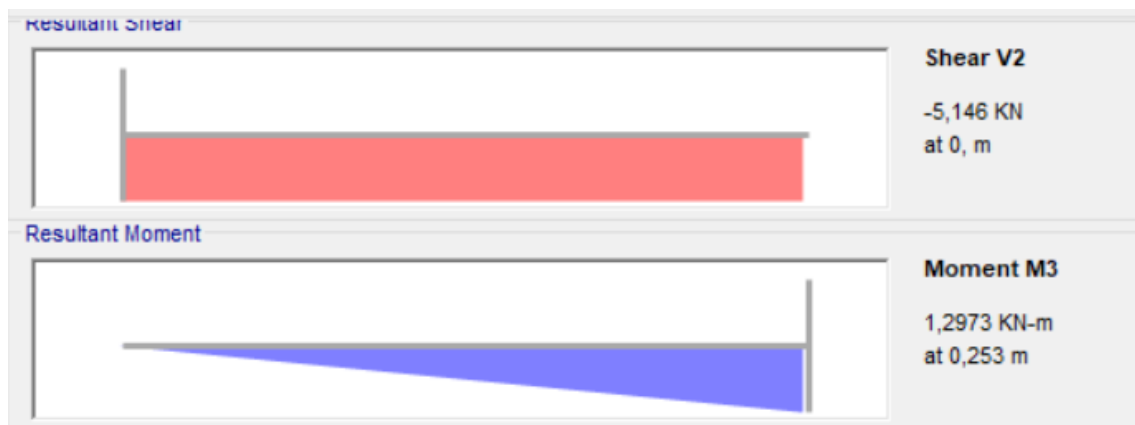


Imagen 29: Diagrama de cortantes y momentos que soporta la viga más solicitada.

La combinación más desfavorable para las vigas será la ELU 4 y el tramo de viga más solicitado será el B42.



## Correas

Para dimensionar las correas nos centraremos en los momentos y cortantes a los que estén sometidas, siendo éste el diagrama de momentos y cortantes del tramo de correa más solicitada:

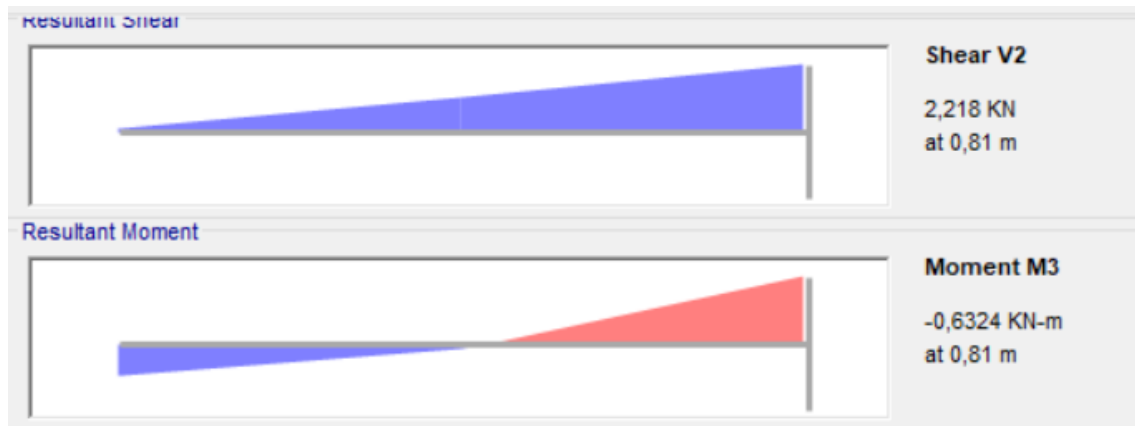


Imagen 30: Diagrama de cortantes y momentos que soporta la correa más solicitada.

La combinación más desfavorable para las correas será la ELU 4 y el tramo de correa más solicitado será el B31.

## Perfiles perimetrales

Los perfiles perimetrales estarán sometidos principalmente a axiles, siendo el diagrama de axiles para el tramo de perfil perimetral más solicitado el siguiente:



Imagen 31: Diagrama de axiles que soporta el perfil perimetral más solicitado.

La combinación más desfavorable para los perfiles perimetrales será la ELU 4 y el tramo de perfil perimetral más solicitado será el B38.

## Arriostramientos

Los arriostramientos estarán sometidos principalmente a axiles, siendo el diagrama de axiles para el arriostramiento más solicitado el siguiente:

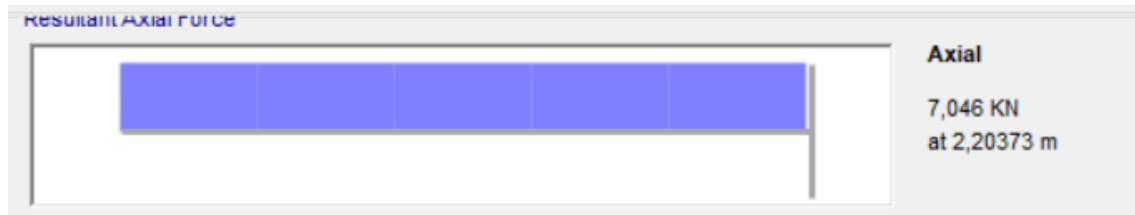


Imagen 32: Esfuerzo axil máximo que tendrá que soportar la estructura.

La combinación más desfavorable para los arriostramientos será la ELU 4 y el arriostramiento más solicitado será el B1.

### 3.2.6.3 Tensiones y deformaciones

Una vez hallados los diagramas de cortantes, axiles y momentos de cada barra, procederemos a introducir perfiles adecuados a los esfuerzos que tenga que soportar cada barra y una vez hecho el cálculo, ajustar cada barra con el perfil que mejor se adapte a dichos esfuerzos.

Una vez hayamos ajustado con los perfiles adecuados, obtendremos unos valores de tensión y deformación máxima, que nos servirán para comprobar si la estructura cumple ELU Y ELS.

Todos los perfiles serán tubulares rectangulares, excepto los arriostramientos que serán perfiles en T.

Una vez hechos los cálculos y revisado tensiones y deformaciones los perfiles estructurales que cumplen con cada tipo de barra son los siguientes:

	PILAR	VIGA	DINTEL	CORREA	PERFIL PERIMETRAL	ARRIOSTRAMIENTO
DIMENSIONES (mm)	40x20x3	80x50x5	80x50x6	50x40x4	50x40x3	30x30x4

Tabla 20: Perfiles mínimos que cumplen con ELU y ELS.

Como podemos observar vigas y dinteles, así como correas y perfiles perimetrales tienen dimensiones muy parecidas. Para tener menos despunte de materiales y mejorar los costes de producción unificaremos las vigas y los dinteles a perfiles de

80x50x6 y unificaremos también las correas y los perfiles perimetrales a perfiles de 50x40x4.

A continuación, se muestran los valores de tensiones y deformaciones para los perfiles finales que van a formar la estructura metálica.

### Tensiones máximas

La tensión máxima de Von Mises que pueden soportar las barras de nuestra estructura es de 262 MPa, al tratarse de un acero S275JR.

Las máximas tensiones de SVM que va a tener que soportar la estructura son las siguientes:

Frame Text	Station mm	OutputCase	CaseType Text	Point Text	X2 mm	X3 mm	S11 N/mm2	S12 N/mm2	S13 N/mm2	SMax N/mm2	SMin N/mm2	SVM N/mm2
B45	2000	ELU 4	Combination	3	-25	20	160,587	1,627	1,891	160,626	-0,039	160,646
B45	2000	ELU 4	Combination	16	25	20	160,587	-1,483	1,594	160,617	-0,03	160,632
B45	2000	ELU 4	Combination	9	0	20	160,587	0,029	0	160,587	-5,263E-06	160,587
B50	0	ELU 4	Combination	14	25	-20	-160,128	-1,579	-1,842	0,037	-160,164	160,183
B50	0	ELU 4	Combination	1	-25	-20	-160,128	1,436	-1,634	0,03	-160,157	160,172
B50	0	ELU 4	Combination	8	0	-20	-160,128	-0,306	0	0,0005841	-160,128	160,128
B45	0	ELU 4	Combination	1	-25	-20	160,069	-1,627	1,708	160,104	-0,035	160,121
B45	0	ELU 4	Combination	14	25	-20	160,069	1,483	1,776	160,103	-0,033	160,119
B45	0	ELU 4	Combination	8	0	-20	160,069	-0,029	0	160,069	-5,28E-06	160,069
B50	2000	ELU 4	Combination	16	25	20	-159,742	1,579	-1,748	0,035	-159,777	159,794
B50	2000	ELU 4	Combination	3	-25	20	-159,742	-1,436	-1,728	0,032	-159,774	159,789
B50	2000	ELU 4	Combination	9	0	20	-159,742	0,306	0	0,0005855	-159,743	159,743
B55	0	ELU 4	Combination	14	25	-20	-157,211	-4,16	-5,072	0,273	-157,484	157,621
B55	0	ELU 4	Combination	1	-25	-20	-156,859	4,773	-5,562	0,342	-157,001	157,173
B35	0	ELU 4	Combination	16	25	20	156,641	4,517	-5,348	156,953	-0,312	157,109
B39	570	ELU 4	Combination	16	25	20	156,627	-4,484	5,324	156,936	-0,309	157,09
B55	0	ELU 4	Combination	8	0	-20	-156,935	0,906	0	0,005235	-156,94	156,943
B39	570	ELU 4	Combination	3	-25	20	156,342	4,415	5,269	156,644	-0,302	156,795
B59	570	ELU 4	Combination	14	25	-20	-156,294	4,278	5,153	0,286	-156,58	156,723
B35	0	ELU 4	Combination	3	-25	20	156,089	-4,369	-5,23	156,388	-0,297	156,534
B59	570	ELU 4	Combination	1	-25	-20	-156,009	-4,586	5,4	0,321	-156,33	156,491
B39	570	ELU 4	Combination	9	0	20	156,485	-0,102	0	156,485	-6,662E-05	156,485
B35	0	ELU 4	Combination	9	0	20	156,365	0,218	0	156,365	-0,0003044	156,365
B59	570	ELU 4	Combination	8	0	-20	-156,151	-0,457	0	0,001336	-156,153	156,153
B55	0	ELU 4	Combination	3	-25	20	153,623	-4,16	-5,072	153,903	-0,28	154,043
B35	0	ELU 4	Combination	1	-25	-20	-153,157	4,517	-5,348	0,319	-153,476	153,636
B55	0	ELU 4	Combination	16	25	20	153,071	4,773	-5,562	153,421	-0,35	153,596
B39	570	ELU 4	Combination	1	-25	-20	-153,047	-4,484	5,324	0,316	-153,363	153,522
B55	0	ELU 4	Combination	9	0	20	153,347	0,906	0	153,352	-0,005357	153,355

Tabla 21: Tensiones máximas de SVM de la estructura.

A continuación, detallaremos las tensiones máximas de cada tipo de barra.

	PILAR	VIGA	DINTEL	CORREA	PERFIL PERIMETRAL	ARRIOSTRAMIENTO
TENSIONES SVM (MPa)	18,01	99,00	86,09	101,17	160,65	46,84
COMBINACIÓN MÁS DESFAVORABLE	ELU 4	ELU 4	ELU 4	ELU 4	ELU4	ELU 4

Tabla 22: Tensiones máximas de SVM de cada tipo de barra de la estructura.

### Desplazamientos máximos

El fabricante de los paneles solares informa de que los elementos estructurales que sujetan sus paneles deben tener desplazamientos inferiores a 15 mm, sino podría romperse algún panel.

A continuación, mostramos los desplazamientos máximos de los nudos de la estructura, que serán los horizontales en dirección del eje Y:

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm
N21	ELS 4	Combination	-9,075885	-0,027852	-1,91627
N18	ELS 4	Combination	-9,049717	-0,148934	-2,026142
N8	ELS 4	Combination	-8,722119	-0,146989	-1,405519
N5	ELS 4	Combination	-8,715396	-0,150878	-1,368547
N9	ELS 4	Combination	-8,667982	-0,032105	-1,32501
N6	ELS 4	Combination	-8,657319	-0,023598	-1,279949
N20	ELS 4	Combination	-8,444342	-0,01223	-1,749954
N19	ELS 4	Combination	-8,422351	-0,14772	-2,271418
N4	ELS 4	Combination	-8,355268	-0,278942	-0,741354
N7	ELS 4	Combination	-8,354056	-0,210922	-0,764532
N26	ELS 4	Combination	-8,278733	0,050356	0
N31	ELS 4	Combination	-8,278385	-0,252624	-0,71997
N40	ELS 4	Combination	-8,276564	0,020357	0
N35	ELS 4	Combination	-8,276219	-0,471369	-0,648779
N39	ELS 4	Combination	-8,274962	0,056251	0
N34	ELS 4	Combination	-8,274609	-0,247067	-0,61976
N25	ELS 4	Combination	-8,261013	0,009839	0
N30	ELS 4	Combination	-8,260664	-0,794224	-0,697452
N17	ELS 4	Combination	-8,123727	-0,153381	-2,329278
N22	ELS 4	Combination	-7,831102	-0,024447	-2,430258
N15	ELS 4	Combination	-6,927612	-0,01679	-0,477498
N2	ELS 4	Combination	-6,873419	-0,155884	-1,207487
N11	ELS 4	Combination	-6,852732	-0,14845	-1,198071
N3	ELS 4	Combination	-6,824761	-0,000862	-1,136407
N12	ELS 4	Combination	-6,802552	-0,01679	-1,124249
N13	ELS 4	Combination	-6,679073	-0,155884	-0,667886
N1	ELS 4	Combination	-6,551346	-0,080092	-0,646645
N10	ELS 4	Combination	-6,532783	-0,020682	-0,640926
N33	ELS 4	Combination	-6,477698	0,550621	-0,538315
N38	ELS 4	Combination	-6,47531	0,086107	0

Tabla 23: Desplazamientos máximos de los nudos de la estructura.

Las deformaciones más grandes se van a producir en la dirección del eje Y de la estructura, serán desplazamientos horizontales. Para ello, hemos utilizado arriostramientos y las deformaciones se han reducido hasta llegar a 9,08 mm.

A continuación, comprobaremos también que se cumpla la flecha máxima de cada barra, que va a ser  $L/300$  como máximo para que cumpla con los ELS. La flecha en los pilares y arriostramientos será despreciable.

### Dinteles

Procederemos a mostrar las flechas máximas en el dintel sometido a más esfuerzos, la longitud de los tramos de dintel es de 275 mm desde la unión con las correas hasta los extremos del dintel y de 1175 mm para el tramo central. Esta flecha no deberá superar la deformación de  $L/300$ , que será de 3,9 mm para el tramo central y 0,91 mm para los tramos extremos. A continuación, mostramos la máxima flecha para los tramos extremos y para el tramo central:

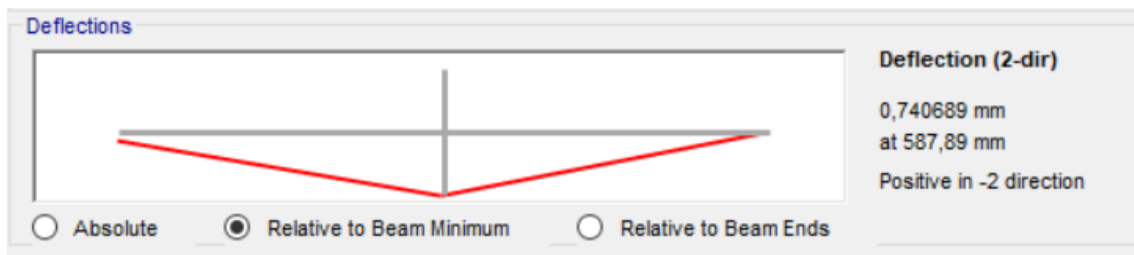


Imagen 33: Flecha máxima del tramo central del dintel más solicitado.

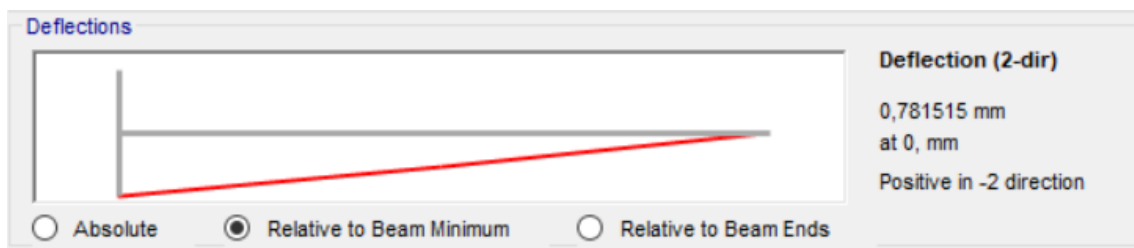


Imagen 34: Flecha máxima del tramo extremo del dintel más solicitado.

Por tanto, la flecha máxima en el tramo central de los dinteles será de 0,741 mm, y de 0,782 mm para los tramos extremos, así que tomaremos el perfil que habíamos seleccionado para los dinteles como válido.

## Vigas

Procederemos a mostrar las flechas máximas en la viga sometida a más esfuerzos, la longitud de los tramos de viga es de 253 mm desde la unión con los pilares hasta los extremos de la viga y de 1494 mm para el tramo central. Esta flecha no deberá superar la deformación de  $L/300$ , que será de 4,98 mm para el tramo central y 0,84 mm para los tramos extremos. A continuación, mostramos la máxima flecha para el tramo central y los extremos:

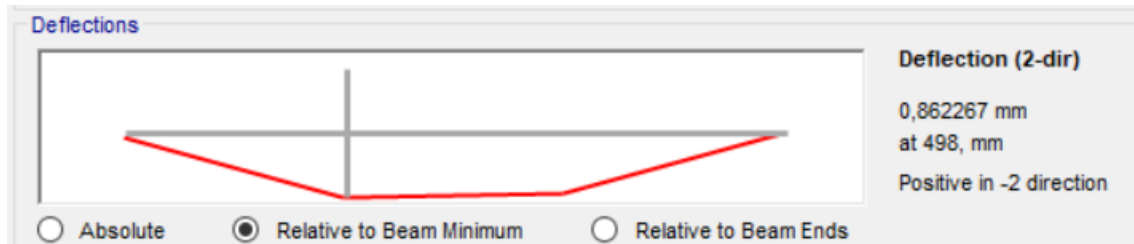


Imagen 35: Flecha máxima del tramo central de la viga más solicitada.

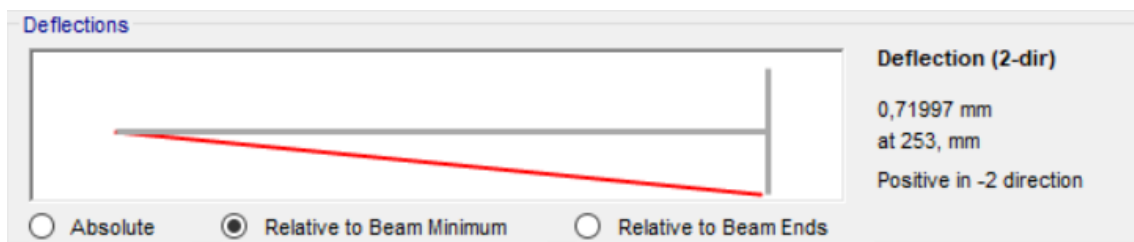


Imagen 36: Flecha máxima del tramo extremo de la viga más solicitada.

Por tanto, la flecha máxima en el tramo central de las vigas será de 0,863 mm, y de 0,72 mm para los tramos extremos, así que tomaremos el perfil que habíamos seleccionado para las vigas como válido.

## Correas

Procederemos a mostrar las flechas máximas en la correa sometida a más esfuerzos, la longitud de los tramos de correa es de 465 mm para los voladizos y de 1620 mm para los tramos interiores. Esta flecha no deberá superar la deformación de  $L/300$ , que será de 5,4 mm para los tramos interiores y 1,55 mm para los voladizos. A continuación, mostramos la máxima flecha para el tramo interior y el voladizo:

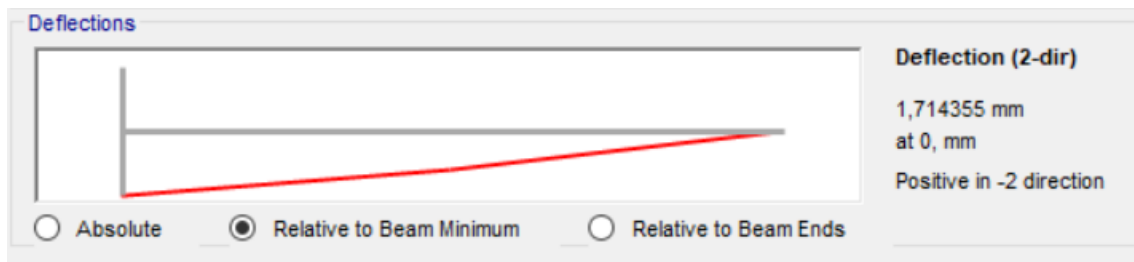


Imagen 37: Flecha máxima del tramo interior de correa más solicitada.

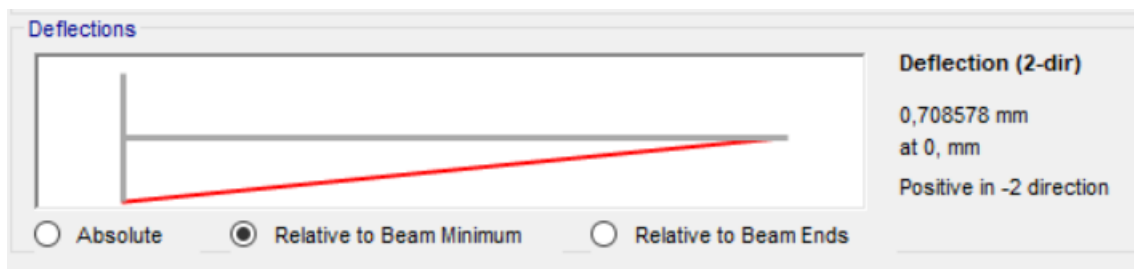


Imagen 38: Flecha máxima del voladizo de correa más solicitado.

Por tanto, la flecha máxima en las correas será de 1,715 mm para los tramos interiores, y de 0,71 mm para los voladizos, así que tomaremos el perfil que habíamos seleccionado para las correas como válido.

## Perfiles perimetrales

Procederemos a mostrar las flechas máximas en el tramo de perfil perimetral sometido a más esfuerzos, la longitud de los perfiles perimetrales es de 2000 mm, 1620 mm o 450 mm y esta deformación no deberá superar  $L/300$ ; 6,67 mm, 5,4 mm, 1,5 mm, respectivamente. A continuación, mostramos la máxima flecha para cada tramo de perfil distinto:



Imagen 39: Flecha máxima del tramo de 2000 mm de perfil perimetral más solicitado.

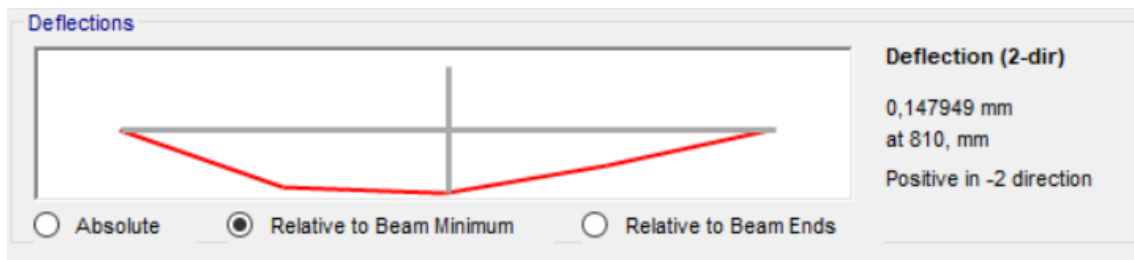


Imagen 40: Flecha máxima del tramo de 1620 mm de perfil perimetral más solicitado.

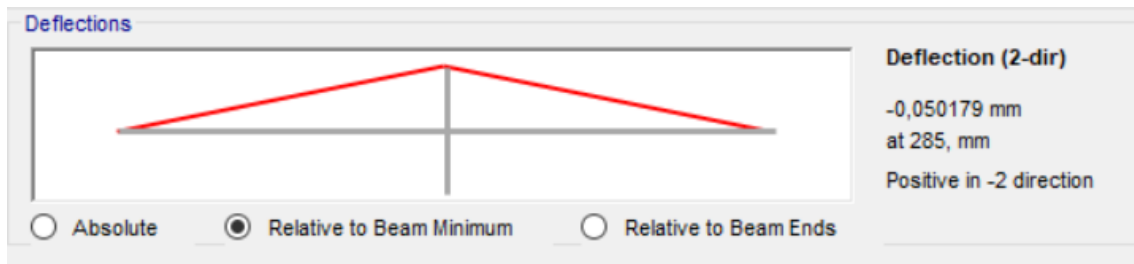


Imagen 41: Flecha máxima del tramo de 450 mm de perfil perimetral más solicitado.

Por tanto, la flecha máxima en los perfiles perimetrales será de 0,2172 mm para los tramos de 2000 mm, 0,148 mm para los tramos de 1620 mm y 0,05 mm para los tramos de 450 mm. Así que tomaremos el perfil que habíamos seleccionado para los perfiles perimetrales como válido.



Así que, estos serán los perfiles a utilizar en la estructura, todos tubulares rectangulares excepto los arriostramientos que serán en T:

	PILAR	VIGA	DINTEL	CORREA	PERFIL PERIMETRAL	ARRIOSTRAMIENTO
DIMENSIONES (mm)	40x20x3	80x50x6	80x50x6	50x40x4	50x40x4	30x30x4

Tabla 24: Perfiles a utilizar en la estructura.

### 3.2.7 Tornillos

Para el cálculo de los tornillos vamos a utilizar la siguiente expresión, la cuál utilizamos en la asignatura “Estructuras Metálicas” para el cálculo de tornillos que tengan que soportar axiles y cortantes en estructuras metálicas:

$$\frac{F_{V,diseño}}{F_{V,máx}} + \frac{F_{N,diseño}}{1,4 \cdot F_{N,máx}} \leq 1$$

Siendo:

$F_{V,diseño}$ : Fuerza cortante de diseño que tendrá que soportar el tornillo (obtenida del SAP2000)

$F_{N,diseño}$ : Fuerza axil de diseño que tendrá que soportar el tornillo (obtenida del SAP2000)

$F_{V,máx}$ : Fuerza cortante máxima que soportará el tornillo

$F_{N,máx}$ : Fuerza axil máxima que soportará el tornillo

Calcularemos la unión entre perfiles que tenga los esfuerzos axiles y cortantes más grandes. Utilizaremos tornillos de grado 8.8, tornillos de alta resistencia. Probaremos a calcular la unión más solicitada con tornillos de M6, y si no cumple la expresión anterior probaremos con tornillos de M8.

La  $F_{V,máx}$  la calcularemos a partir de la siguiente expresión:

$$F_{V,máx} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ud,tornillo} \cdot A}{1,25}$$

Siendo:

n: número de planos de corte

$f_{ud,tornillo}$ : resistencia última del tornillo

A: área del tornillo

n será igual a 1 para todas las uniones atornilladas de la estructura excepto para las uniones dintel-viga que n será igual a 2. Por tanto, tomaremos n=1 por ser más desfavorable.

La  $f_{ud,tornillo}$  se calculará teniendo en cuenta que los tornillos son de grado 8.8:

$$f_{ud,tornillo} = 8 \cdot 100 = 800 \text{ MPa}$$

El área del tornillo será  $A = 20,1 \text{ mm}^2$ , la sacaremos del catálogo de tornillos de la empresa "FATOR, Tornillería Industrial"

Por tanto, la  $F_{V,máx}$  tendrá el siguiente valor:

$$F_{V,máx} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 800 \text{ MPa} \cdot 20,1 \text{ mm}^2}{1,25} = 6432 \text{ N} = 6,432 \text{ kN}$$

La  $F_{N,máx}$  la calcularemos a partir de la siguiente expresión:

$$F_{N,máx} = n \cdot \frac{0,9 \cdot f_{ud,tornillo} \cdot A_R}{1,25}$$

Siendo:

$n$ : número de planos de corte

$f_{ud,tornillo}$ : resistencia última del tornillo

$A_R$ : área reducida del tornillo

El área reducida del tornillo será  $A_R = 17,9 \text{ mm}^2$ , la sacaremos del catálogo de tornillos de la empresa "FATOR, Tornillería Industrial"

Por tanto, la  $F_{N,máx}$  tendrá el siguiente valor:

$$F_{N,máx} = 1 \cdot \frac{0,9 \cdot 800 \text{ MPa} \cdot 17,9 \text{ mm}^2}{1,25} = 10310,4 \text{ N} = 10,31 \text{ kN}$$

Ahora que sabemos los esfuerzos de axil y cortante máximos que soporta el tornillo pasaremos a sacar del SAP2000 la fuerza cortante de diseño y la fuerza axil de diseño que tendrá que soportar el tornillo.

El máximo esfuerzo axil de la estructura se hallará en la barra B1, siendo ésta un arriostramiento:

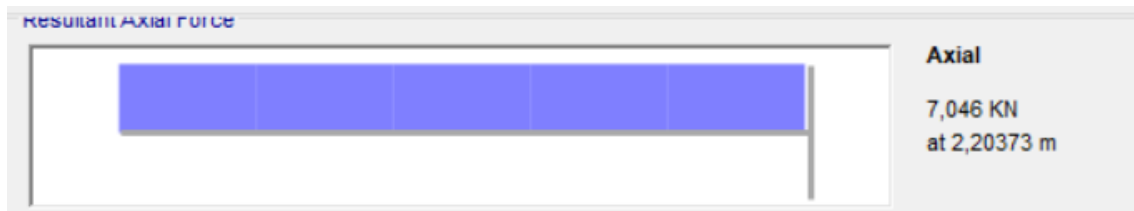


Imagen 42: Esfuerzo axil máximo que tendrá que soportar la estructura.

Ahora buscaremos uno de los máximos esfuerzos cortantes de alguna barra que esté unida a la B1:

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN
B42	0	ELU 4	Combination	0,614	-5,146
B42	0,253	ELU 4	Combination	0,614	-5,109
B41	0	ELU 4	Combination	0,615	-5,045

Tabla 25: Esfuerzos cortantes máximos que tendrá que soportar la estructura.

Como podemos observar en la tabla anterior, el tercer esfuerzo cortante más grande (-5,045 kN) lo tendrá que soportar la barra B41, que estará unida a la barra B1. Por tanto, no nos cabe duda de que la unión entre la barra B1 y la B41 será la que hará que el tornillo deba aguantar mayores esfuerzos axiales y cortantes.

Como las uniones llevan como mínimo 2 tornillos, estos esfuerzos axiales y cortantes serán los que tendrán que soportar el número de tornillos que lleve la unión, por tanto, dividiremos el valor de estos axiales y cortantes entre 2, que será el número mínimo de tornillos a utilizar.

Por tanto,

$$F_{N,diseño} = \frac{7,046 \text{ kN}}{2} = 3,523 \text{ kN}$$

$$F_{V,diseño} = \frac{-5,045 \text{ kN}}{2} = -2,523 \text{ kN}$$

A continuación, comprobaremos si un tornillo de M6 es capaz de soportar estos esfuerzos:

$$\frac{2,523}{6,432} + \frac{3,523}{1,4 \cdot 10,31} = 0,64 \leq 1$$

Los tornillos de M6 cumplirán con la fórmula que deben respetar y serán los que utilizaremos en todas las uniones.

## 4. SISTEMA FLOTANTE PARA LA ESTRUCTURA

### 4.1 DESCRIPCIÓN

El sistema flotante que va a tener que soportar la estructura va a estar formado por un conjunto de flotadores que rodearán el perímetro de la estructura.

El material que se ha utilizado para hacer cada uno de los flotadores es el HDPE, un polímero termoplástico formado por múltiples unidades de etileno, o más bien, un polietileno de alta densidad.

Este material principalmente se caracteriza por su gran rigidez y resistencia, y es capaz de resistir impactos, tracciones y temperaturas altas y bajas.

Es fácilmente procesable a través de métodos como inyección o extrusión.

Asimismo, es un material totalmente reciclable. Teniendo en cuenta la gran contaminación que existe hoy en día en todas las áreas, este aliciente junto con las ventajas mecánicas y térmicas nombradas anteriormente que presenta el material lo hace ideal para ser utilizado en nuestro proyecto.

Cada uno de estos flotadores tendrá unas dimensiones de 500 mm de largo, 500 mm de ancho y 400 mm de altura.

Geoméricamente nos harán falta 36 flotadores, en los apartados siguientes comprobaremos si es suficiente utilizar este número de flotadores o si nos harán falta más para garantizar la flotabilidad del conjunto de la estructura.



Imagen 43: Flotador de la empresa HS Floating.

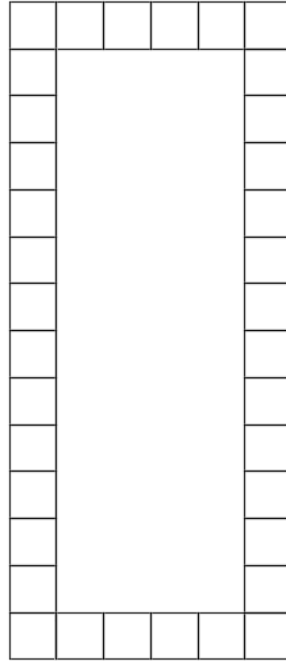


Imagen 44: Distribución de los flotadores que son necesarios geoméricamente.

## 4.2 CÁLCULO DEL SISTEMA FLOTANTE

Para realizar el cálculo de flotabilidad del sistema flotante calcularemos la fuerza resultante que tendrá que aguantar el sistema y la compararemos con la fuerza resultante que asegura el fabricante que aguantan sus flotadores.

El fabricante asegura que sus flotadores son capaces de soportar  $350 \frac{kg}{m^2}$ , y como las dimensiones de la superficie de un flotador son  $0,5 \times 0,5$  m entonces la fuerza que es capaz de soportar cada flotador es:

$$350 \frac{kg}{m^2} \cdot 0,5 \cdot 0,5 m^2 = 87,5 kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 858,38 N$$

Por tanto, cada flotador aguanta 87,5 kg o 858,38 N.

Y el sistema flotante aguantará:

$$858,38 N \cdot 36 \text{ flotadores} = 30,9 kN$$

Ahora que sabemos lo que es capaz de resistir el sistema flotante solo con los flotadores que son necesarios geoméricamente pasaremos a calcular la fuerza resultante que va a tener que aguantar dicho sistema.

Para ello tendremos en cuenta el peso de 2 personas de 85 kg, debido a que hace falta realizar un mantenimiento de los paneles; el peso de los flotadores, que es de 7kg por flotador; el peso de los elementos de unión entre flotadores, que supondremos que es un 10% del peso de cada flotador, es decir, 0,7 kg por elemento de unión, y la fuerza resultante de la combinación más desfavorable que ejerza fuerza en sentido gravitatorio en la que tendremos en cuenta también el peso de la estructura, que lo obtendremos del SAP2000.

Como hemos visto durante el dimensionado, la combinación más desfavorable es la ELU 4:

$$1,35 \cdot DEAD + 1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot VTP + 1,5 \cdot 0,5 \cdot N$$

	ObjectType Text	Material Text	TotalWeight KN	NumPieces Unitless
▶	Frame	S275	3,099	59

Tabla 26: Peso total de la estructura obtenido del SAP2000.

Las cargas lineales de la CP y la N que se aplicarán sobre cada correa son las siguientes:

$$q_{CP} = 0,10513 \frac{kN}{m}$$

$$q_N = 0,2583 \frac{kN}{m}$$

A continuación, calcularemos la fuerza resultante del VTP sobre el eje vertical de la estructura y sumaremos todas las fuerzas resultantes para determinar la fuerza resultante total que debe resistir el sistema flotante.

Las fuerzas que ejerce el VTP perpendicularmente sobre las correas son las siguientes:

Desde el principio de la mesa, hasta 575 mm en ambos lados (hasta donde acaba la zona B, véase imagen 10) la carga de presión del VTP es la siguiente:

$$q_{0-575,575-0} = 2,19 \frac{kN}{m}$$

La mesa tiene una longitud de 5750 mm, y como la zona B tiene una longitud de 575mm en cada extremo, la longitud del tramo central será de:

$$L_{tramo\ central} = 5750 - 575 \cdot 2 = 4600\ mm$$

La carga de presión del VTP para el tramo central será la siguiente:

$$q_{tramo\ central} = 1,533 \frac{kN}{m}$$

Como ya hemos dicho, estas cargas tienen dirección perpendicular a las correas y necesitamos su valor en la dirección vertical del sistema, las tendremos que multiplicar por el coseno de 30º:

$$q_{0-575,575-0,d.vertical} = 2,19 \cdot \text{Cos}(30) = 1,9 \frac{kN}{m}$$

$$q_{tramo\ central,d.vertical} = 1,533 \cdot \text{Cos}(30) = 1,33 \frac{kN}{m}$$

Las cargas de la ELU 4 serán las que se aplicarán sobre 1 correa, como tenemos 2, deberemos multiplicar por 2 el resultado de las cargas de todas las hipótesis menos la de la hipótesis DEAD, porque el SAP2000 nos da el peso total de la estructura (kN).

Del mismo modo, tendremos que multiplicar las cargas lineales de todas las hipótesis por la longitud sobre la que están aplicadas en la correa. Esto no deberemos hacerlo para la hipótesis DEAD puesto que el SAP2000 nos da el valor de una carga puntual (kN).

La longitud de las correas es de 5,79 m.



Por tanto, la carga que ejercerá la ELU 4 sobre el eje vertical de la estructura será:

$$q_{ELU 4} = 1,35 * DEAD + 2 \cdot (1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot VTP + 1,5 \cdot 0,5 \cdot N) =$$

$$= 1,35 \cdot 3,099 \text{ kN} + 2 \cdot \left( 1,35 \cdot 0,10513 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 5,79 \text{ m} + 1,5 \cdot \left( 1,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 0,573 \text{ m} \cdot 2 + 1,33 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 4,584 \text{ m} \right) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,2583 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 5,79 \text{ m} \right) = 32,893 \text{ kN}$$

Ahora que sabemos la carga que ejercerá la ELU 4, necesitaremos saber la carga que ejercerán sobre el eje vertical de la estructura el peso de 2 personas de 85 kg, el peso de los flotadores y el peso de los elementos de unión entre flotadores.

Si tenemos 36 flotadores, tendremos 72 uniones para una estructura tipo que no se encuentre en los extremos de la instalación, será la que más uniones tendrá.

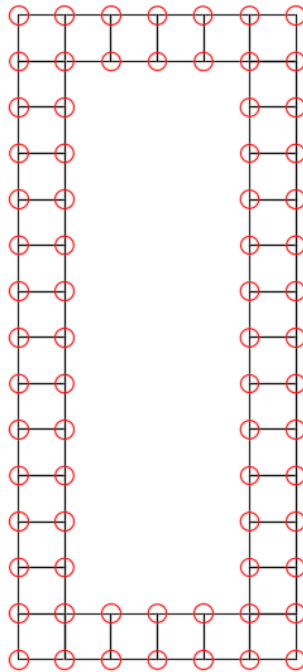


Imagen 45: Ubicación de las uniones necesarias geoméricamente para la estructura tipo que más uniones deba tener.

Por tanto, la carga que ejercerán estos elementos será la siguiente:

$q_{\text{peso propio sistema flotante+mantenimiento}}$

$$= (2 \cdot 85 \text{ kg} + 36 \cdot 7 \text{ kg} + 72 \cdot 0,7 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,634 \text{ kN}$$

Así que, la fuerza resultante total que deberán soportar el sistema flotante será la siguiente:

$$F_{\text{Resultante total}} = q_{ELU 4} + q_{\text{peso propio sistema flotante+mantenimiento}} = 32,893 + 4,634 = 37,527 \text{ kN}$$

El sistema flotante para 36 flotadores es capaz de soportar 30,9 kN, por tanto, deberemos aumentar el número de flotadores para que el sistema flotante sea capaz de soportar la fuerza resultante total.

Seguidamente, probaremos a aumentar la cantidad de flotadores en 10 más como se muestra a continuación para ver si de esta forma el sistema flotante es capaz de resistir.

Entonces ahora el número de flotadores sería 46 y habría 86 uniones:

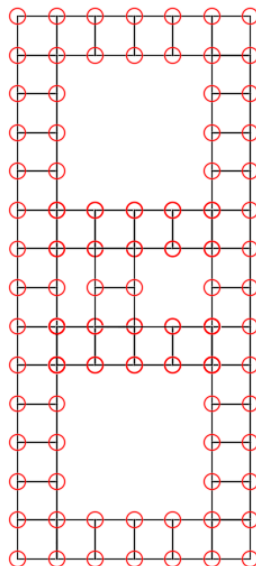


Imagen 46: Ubicación de los flotadores y uniones necesarios si aumentamos la cantidad de flotadores en 10 más.

Con 46 flotadores el sistema flotante aguantaría la siguiente fuerza:

$$858,38 \text{ N} \cdot 46 \text{ flotadores} = 39,485 \text{ kN}$$

En cuanto a la fuerza resultante total que debe soportar el sistema flotante solo cambiaría el siguiente valor:

$$q_{\text{peso propio sistema flotante+mantenimiento}} \\ = (2 \cdot 85 \text{ kg} + 46 \cdot 7 \text{ kg} + 86 \cdot 0,7 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5,417 \text{ kN}$$

Por tanto, ahora la fuerza resultante total sería:

$$F_{\text{Resultante total}} = q_{\text{ELU 4}} + q_{\text{peso propio sistema flotante+mantenimiento}} = 32,893 + 5,417 = 38,31 \text{ kN}$$

$$38,31 \text{ kN} \leq 39,485 \text{ kN}$$

Como podemos ver, la fuerza que es capaz de resistir el sistema flotante es ligeramente superior a la que va a tener que soportar en el peor de los casos.

Aunque el cálculo de flotabilidad sea muy ajustado al haber mayorado las cargas de la ELU 4, consideraremos el cálculo como válido y el sistema flotante constará de 46 flotadores. También cabe añadir que, si la estructura se ve sometida a rachas de viento fuertes y nevadas considerables, ningún operario debería estar trabajando en el mantenimiento de los paneles solares, de este modo la fuerza resultante total se vería reducida.

## BIBLIOGRAFÍA

Fator Tornillería Industrial. (2010). *Catálogo Tornillos* [PDF]. Última consulta 2 de julio de 2022, disponible en <https://tindsa.es/wp-content/uploads/2013/02/General-Catalogue-2010.pdf>.

Grupo Condesa. (2022). *Catálogo tubos estructurales* [PDF]. Última consulta 28 de junio de 2022.

Qué es el polietileno de alta densidad HDPE ó PEAD. Envaselia.com. (2018). Última consulta 8 de julio de 2022, disponible en <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>.

Estructuras Metálicas. (2021). *Apuntes uniones atornilladas* [PDF]. Última consulta 2 de julio de 2022.

Asignatura Estructuras y Construcciones Industriales I. (2022). *Apuntes predimensionado* [PDF]. Última consulta 28 de junio de 2022.