



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño y cálculo estructural de una instalación industrial de  
3600m<sup>2</sup> dedicada a utillajes y automatismos situada en  
Villanueva de Castellón

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Kaidanov Solomatin, Dave-Leon

Tutor/a: Montalva Subirats, José Miguel

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

*A mi familia y a mis amigos, que juntos para mí son uno.*

## TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

### **Resumen**

El presente Trabajo Final de Grado (TFG) aborda el diseño y el cálculo de una instalación industrial utilizada para el desarrollo y prueba de diferentes utillajes y automatismos para montajes industriales. El trabajo comprende además su localización, planos y distribución interna. Se trata de una instalación industrial de dos naves adosadas a dos aguas que abarcan una superficie total de 3600 m<sup>2</sup>, y que está situada en un polígono industrial en Villanueva de Castellón.

En el trabajo se estudiará la estructura planteada mediante el programa "Cype", con el cual podremos diseñarla desde el principio usando su software "Generador de Pórticos" para luego generarla con "Cype3D". Además, el programa "Arquímedes" permitirá la cuantificación del coste del proyecto generando un presupuesto de este. Por otro lado, para la generación de los planos se ha utilizado el programa "AutoCAD".

### **Palabras clave**

Pórtico, nave industrial, Cype, cálculo, estructura, plano, instalación, pilar, acero, hormigón, estabilidad.

# TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

## **Resum**

Aquest Treball Final de Grau (TFG) aborda el disseny i el càlcul d'una instal·lació industrial utilitzada per al desenvolupament i la prova de diferents utillatges i automatismes per a muntatges industrials. El treball comprèn a més la seva localització, plànols i distribució interna. Es tracta d'una instal·lació industrial de dues naus adossades a dues aigües que abasten una superfície total de 3600 m<sup>2</sup> i que està situada en un polígon industrial a Vilanova de Castelló.

En aquest treball s'estudiarà l'estructura plantejada mitjançant el programa "Cype", amb el qual podem dissenyar-la des del principi usant el seu programa "Generador de Pòrtics" per després generar-la amb "Cype3D". A més, el programa Arquímedes permetrà la quantificació del cost del projecte generant-ne un pressupost. D'altra banda, per a la generació dels plànols s'ha fet servir el programa "AutoCAD".

## **Paraules clau**

Pòrtic, nau industrial, Cype, càlcul, estructura, plànol, instal·lació, pilar, acer, formigó, estabilitat.

## TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

### **Abstract**

This Final Degree Project (FDP) deals with the design and calculation of an industrial facility used for the development and testing of different tools and automatisms for industrial assemblies. This work also includes its location, plans and internal distribution. It is an industrial facility of two gable-roofed attached warehouses covering a total area of 3600 m<sup>2</sup>, located in an industrial zone in Villanueva de Castellón.

This work will analyse the proposed structure using the "Cype" program, with which we will be able to design it from the beginning using its software "Generador de Pórticos" and then generate it with "Cype3D". In addition, the "Arquimedes" program will allow the quantification of the cost of the project by generating a budget. In addition, the plans will be created with "AutoCAD".

### **Keywords**

Gantry, industrial warehouse, Cype, calculation, structure, plan, installation, pillar, steel, concrete, stability.

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

## **ÍNDICE DE DOCUMENTOS**

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXO I: CÁLCULOS.

DOCUMENTO II. PLANOS.

DOCUMENTO III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXO  
DE CÁLCULO

## Índice

1. Objeto del trabajo	3
2. Introducción al proyecto	3
2.1. Antecedentes	3
2.2 Motivación	3
3. Situación y Emplazamiento	4
3.1 Polígono Industrial	4
3.2 Parcela.	5
4. Normativa de Aplicación.	6
4.1 Normativa Técnica.	6
4.2 Normativa Urbanística.	6
5. Requerimientos Espaciales.	7
5.1 Distribución en Planta.	7
6. Descripción de la Solución Adoptada.	8
6.1 Descripción de la instalación.	8
6.2 Actuaciones previas.	8
6.3 Cimentación.	8
6.3.1 Hormigón de limpieza	8
6.3.2 Zapatas	8
6.3.3 Vigas de atado	10
6.4 Solera	10
6.5 Cerramientos.	11
6.5.1 Cerramientos de cubierta.	11
6.5.2 Cerramientos de fachada	11
6.6 Materiales.	13
6.7 Estructura.	14
6.7.1 Placas de anclaje	14
6.7.2 Pórtico interior.	16
6.7.3 Pórtico de fachada	16
6.7.4 Vigas contraviento	17
6.7.5 Arriostramiento lateral	17
6.7.6 Vigas perimetrales	18

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

6.7.7 Correas	18
6.7.8 Pavimento exterior.	18
7. Resumen de Presupuesto del Proyecto.	19
8. Conclusión.	20
9. Bibliografía.	21

## 1. Objeto del trabajo

El presente trabajo final de grado (TFG) aborda el diseño y el cálculo de una instalación industrial de 3600 metros cuadrados utilizada para el desarrollo y prueba de diferentes utillajes y automatismos para montajes industriales, además de su localización y distribución interna.

La instalación consta de dos naves a dos aguas adosadas, y para su elaboración se usará el programa "Cype3D", programa que forma parte del software "Cype". Este programa permite la construcción virtual de la estructura iniciada en el programa "Generador de pórticos", pudiendo comprobar la validez de los elementos que la componen fácilmente mediante cálculos internos y aportando información sobre el cumplimiento de los criterios estructurales que han de cumplirse para llevar a cabo dicha construcción.

Además, "Cype" permite la articulación de un presupuesto para conocer el precio de la instalación planteada en función de la cantidad y tipología de los elementos escogidos en su programa "Arquímedes", por lo que este se elaborará para conocer el gasto asociado a este proyecto.

## 2. Introducción al proyecto

### 2.1. Antecedentes

Este es un trabajo ofertado por el Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil, que forma parte de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.

Se simulará el emplazamiento de una empresa que tiene sus instalaciones de producción y fabricación en el Municipio de Villanueva de Castellón. Así, para su infraestructura elige dos naves industriales adosadas en Polígono Industrial El Pla II.

La actividad de estas instalaciones será la del desarrollo, fabricación y prueba de diferentes utillajes y automatismos industriales, los cuales precisan de un espacio adecuado debido a la necesidad de gestionar eficientemente el material, sea materia prima o producto terminado.

### 2.2 Motivación

La motivación principal para la elaboración de este Trabajo Final de Grado (TFG) es la de finalizar la titulación del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, terminando todo el material docente de este y obteniendo el Graduado correspondiente. Además, es un requisito indispensable para el posterior acceso al Máster Universitario en Ingeniería Industrial, el cual completa los estudios del Ingeniero Industrial junto al Grado.

En cuanto a la elección de la temática del TFG de una instalación industrial, esta se corresponde al interés del alumno por asignaturas del GITI relacionadas con ella como "Estructuras", "Tecnología de la Construcción" o "Proyectos". Por otro lado, al haber desarrollado Prácticas en Empresa en un entorno de producción industrial hay un interés añadido en diseñar una instalación industrial en la que el alumno puede aplicar habilidades aprendidas como la distribución en planta de la producción o la actividad industrial específica desarrollada por la empresa.

Así, este Trabajo Final de Grado se realiza para el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales junto al Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil.

### 3. Situación y Emplazamiento

#### 3.1 Polígono Industrial

La instalación de este proyecto está ubicada en el municipio de Villanueva de Castellón, concretamente en el Parque Empresarial El Pla II, representado en la figura siguiente extraída del DOCUMENTO II: Planos.

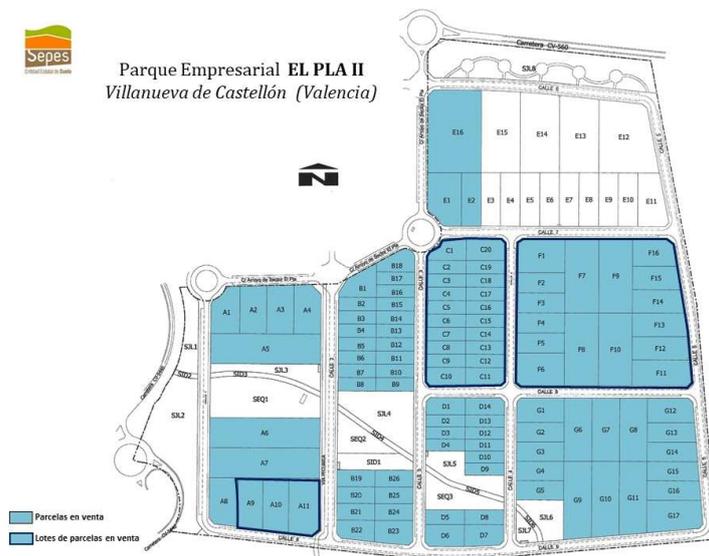


Figura 1. Polígono El Pla II.

Este polígono industrial cuenta con una gran cantidad de parcelas disponibles a adjudicación, lo que significa que es un terreno potencialmente explotable para la fabricación y comercio de diferentes productos. Así, es posible que se instale una gran cantidad de compañías y de diferentes sectores, lo que hace a la empresa potencialmente útil para una gran cantidad de ellos, ya que está especializada en la industrialización de procesos de fabricación.

Así, el polígono cuenta con muy buenas comunicaciones con la autovía A-7, facilitando el flujo de mercancía de entrada y salida. También está cerca de la parada de Línea 1 Villanueva de Castellón, además de tener una estación de Renfe a 4 km. Por otro lado, está situado a 63 km del Aeropuerto de Manises y a 58 km del Puerto de Valencia, en caso de necesitar un transporte de material de diferentes características.

Los parámetros a tener en cuenta para una válida edificación en esta parcela están contenidos en la normativa urbanística (Ordenanza Municipal) de la localidad, y a continuación se exponen las características más relevantes, de los que, como es posible ver, se cumplen todos y será posible llevar a cabo la edificación.

Tabla 1. Parámetros de Ordenanza Municipal oficiales y propios.

	NORMATIVA	INSTALACIÓN
Ocupación mínima	400 m <sup>2</sup>	3600 m <sup>2</sup>
Ocupación máxima	70% (9796 m <sup>2</sup> )	36.74% (3600 m <sup>2</sup> )
Plazas de aparcamiento	36 plazas	37 plazas
Retranqueo frontal	5 m	27.42 m
Retranqueos laterales y traseros	3 m	4.3 m
Altura máxima	11m	9.76m

### 3.2 Parcela.

Dentro de este Parque Industrial, se ha elegido la parcela E-16, de 9.796 m<sup>2</sup>, descrita en la figura siguiente:



Figura 2. Localización de Parcela.

Como se puede apreciar, es colindante con las parcelas E-1, E-2 y E-15, y tiene una forma rectangular que facilita una distribución estructural eficiente.

En la siguiente figura, extraída del DOCUMENTO II: Planos, se puede observar lo edificado en la parcela, ubicando la propia nave industrial en el centro de la parcela.

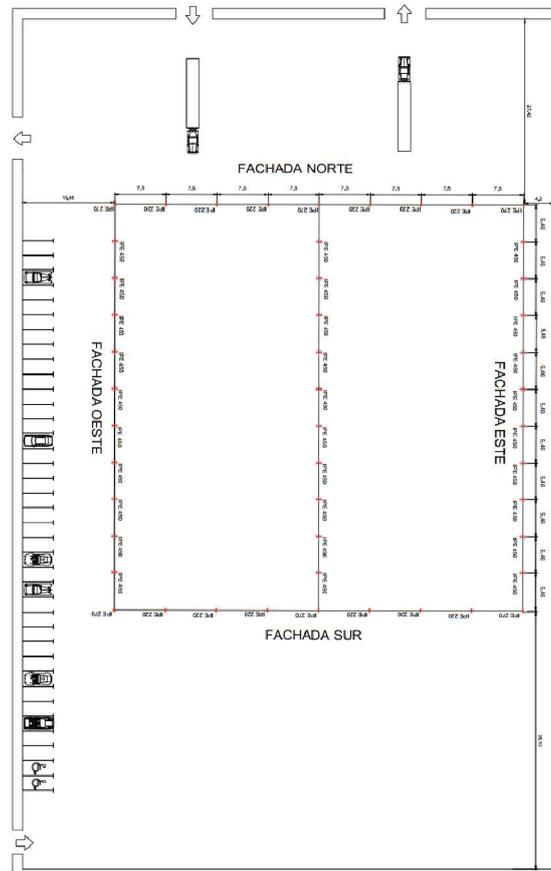


Figura 3. Plano de replanteo.

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

De acuerdo con la figura anterior, es posible ver que el flujo de material se realiza en la zona norte de la parcela, reservando a la entrada de material la mitad oeste de la nave, y para la salida la mitad este.

Por otro lado, la normativa urbanística exige un mínimo de 1 plaza de aparcamiento por cada 100 m<sup>2</sup> edificados. Siendo que la instalación comprende 3600 m<sup>2</sup>, se ha asegurado un total de 37 placas de aparcamiento, de las cuales 2 tienen prioridad para personas minusválidas. Estas están situadas en el borde oeste del emplazamiento, teniendo la entrada en la parte inferior de la parcela y la salida en la superior, evitando coincidir con los camiones y vehículos de transporte de material de la zona norte.

Se puede observar que la zona sur de la parcela no está edificada ni tiene construcciones decorativas, y es porque se reserva para futuras ampliaciones, las cuales se realizan habitualmente para expandir el almacenamiento de materiales o de producto terminado, que no puede mantenerse demasiado tiempo en la zona de Expedición en caso de haber un cambio de plazos de entrega.

En cuanto a la accesibilidad, los accesos peatonales se harán principalmente desde el aparcamiento en la fachada oeste. No obstante, también se ha dispuesto puertas en la fachada este, además de que se pueden usar varias puertas en caso de necesidad en ambas fachadas frontales.

Toda esta distribución de accesos se puede ver en el DOCUMENTO II: Planos, Figura 5.1.

#### 4. Normativa de Aplicación.

Para el desarrollo de este proyecto se ha tenido en cuenta dos tipos de normativa: técnica y urbanística. La primera es de aplicación general en las construcciones en terreno nacional, mientras la segunda tiene un carácter regional.

##### 4.1 Normativa Técnica.

En este apartado se ha seguido la normativa relativa a los siguientes reales decretos:

- **Real Decreto 314/2006.** Fecha del 17 de marzo de 2006 y aprueba el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**. De este, se hace alusión especial a los siguientes documentos:
  - Documento Básico de Seguridad Estructural (**DB-SE**).
  - Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la edificación (**DB-SE-AE**).
  - Documento Básico de Seguridad Estructural. Acero (**DB-SE-A**).
  - Documento Básico de Seguridad Estructural. Cimientos (**DB-SE-C**).
  
- **Real Decreto 470/2021.** Fecha del 29 de junio de 2021 y aprueba el Código Estructural, que regula las estructuras de hormigón sustituyendo a la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

##### 4.2 Normativa Urbanística.

- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Villanueva de Castellón.

## 5. Requerimientos Espaciales.

### 5.1 Distribución en Planta.

Se ha organizado la distribución en planta de acuerdo con el flujo ordinario de material en el tipo de industria en la que trabaja la empresa descrita.

Como se puede observar en el DOCUMENTO II: Planos, la fachada norte contiene dos entradas para camiones. Así, cada una lleva a un tipo de almacén: Logística, que contiene el material y la reposición de referencias ordinarias de la compañía para la fabricación de utillajes y automatismos; y Almacén Material Cliente, que posee el material que el cliente envía a la empresa con tal de que realicen pruebas con él y se facilite el proceso de diseño, pudiéndose adaptar a las necesidades del contratante de la forma más eficiente posible.



Figura 4. Distribución en planta.

Podemos encontrar la zona de Oficinas junto a estas dos primeras, pues además de tener acceso directo al material de llegada para gestionarlo correctamente, es posible acceder a la zona de Producción de forma directa.

La zona de Producción se compone de tres áreas diferenciadas: Premontajes y Prototipado, Ensamblado y Validación.

En Premontajes y Prototipado se desarrollan los primeros componentes materiales para cumplir con el encargo del cliente, que se habrán diseñado en el departamento de I+D en la zona de Oficinas utilizando normalmente el material de prueba enviado por el cliente. Se comienza la fabricación probando la factibilidad de la construcción del utillaje diseñado. En caso positivo, es habitual que la celda o utillaje diseñado se componga de partes diferenciadas, por lo que se lleva a cabo la construcción de esta mediante premontajes, los cuales se ensamblarán en un único conjunto en la fase de Ensamblado.

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Después del ensamblaje se lleva a cabo la última fase: Validación. Aquí, con el utillaje terminado, se prueba que se alcanzan las expectativas del cliente de nuevo usando su material de prueba, pudiendo comprobar que el proceso de montaje, izado o testeado funciona correctamente.

En paralelo, se tiene un pasillo de Flujo de Material que proporciona componentes a todas las zonas en caso de necesitarlo, a pesar de que este flujo suele ocurrir de la forma descrita.

Tras validarse el útil montado, pasa al Almacén de Producto Terminado, donde esperará a poder ser tramitado para enviarse al cliente. Posteriormente se encuentran las dos fases finales, donde se prepara el embalaje para el pedido fabricado y se envía desde la zona de Expedición al cliente.

## **6. Descripción de la Solución Adoptada.**

### **6.1 Descripción de la instalación.**

Para la materialización del proyecto se ha elegido una instalación industrial de dos pórticos a dos aguas adosados, con una longitud de 60 m y una luz individual de 30 m, aportando 60 m de ancho en total y generando una nave industrial de 3600 m<sup>2</sup> en total. La altura de cabeza de pilar es de 8m, mientras que la altura de cumbrera es de 9.76m.

La estructura consta de 10 pórticos interiores y 2 pórticos de fachada, separándose a una crujía de 5.46m entre ellos. La fachada frontal cuenta con 4 arriostramientos para aportar rigidez a la construcción, 2 en las posiciones extremas y 2 en las centrales. Además, tanto la fachada lateral como la cubierta poseen también un sistema contraviento, 4 cada uno, contando con una distribución de cruz de San Andrés.

La descripción detallada de la instalación puede encontrarse en el ANEXO I: Cálculos.

### **6.2 Actuaciones previas.**

De forma previa a la construcción de la instalación industrial es necesario acondicionar el terreno para posibilitar esta edificación. Al no haber ninguna estructura previa, se procederá directamente a habilitar el terreno para la construcción. Para ello, se procederá a la eliminación de arbustos y otros residuos para facilitar la reconversión de la parcela, transportando a vertedero todo el material sobrante mediante camiones. Posteriormente, se excavará con medios mecánicos para empezar a construir la cimentación de la instalación.

### **6.3 Cimentación.**

#### **6.3.1 Hormigón de limpieza**

Habiendo terminado la excavación previa a la construcción de la nave, se vierte una capa de hormigón de limpieza sobre el terreno bruto para evitar el deterioro del hormigón estructural que se aplicará a continuación. El hormigón de limpieza usado es HL-150/F/20, aplicando una capa de 10 cm de espesor.

#### **6.3.2 Zapatas**

Habiéndose aplicado el hormigón de limpieza, se ubicarán las zapatas aisladas, designadas para recibir el esfuerzo transmitido por las placas de anclaje que sostendrán y transmitirlo al terreno inferior. Para esto se utilizará el hormigón armado HA-25/F/20/XC2 (consistencia fluida), cuyas barras de acero corresponden al acero corrugado B 500 S. de esta forma, se verán principalmente 3 tipos de zapata según su disposición y necesidades mecánicas:

- Zapatas exteriores del pórtico interior.
- Zapatas interiores del pórtico interior.
- Zapatas de pórtico de fachada.

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Así, se pueden ver todas distribuidas en el plano de cimentación de la figura siguiente:

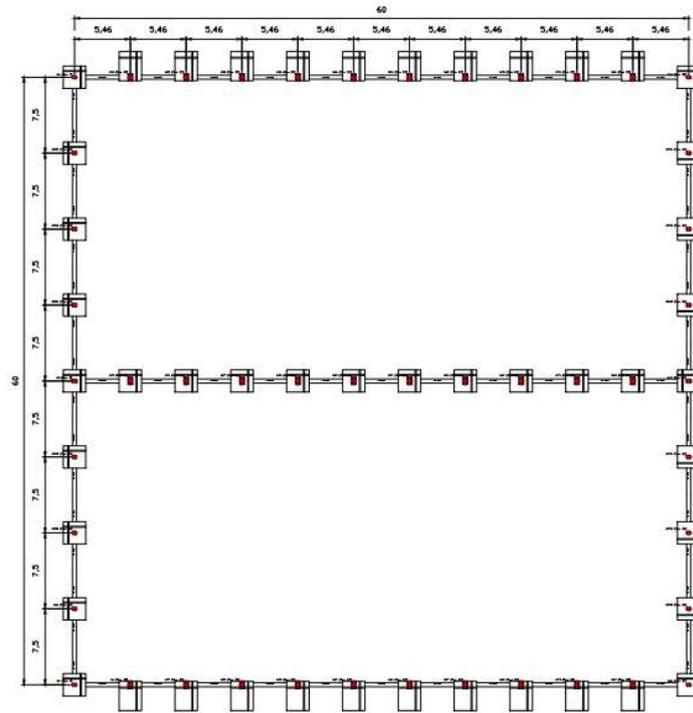


Figura 5. Plano de cimentación

Las zapatas exteriores del pórtico interior se identifican como zapatas rectangulares excéntricas de 220 cm de ancho y 290 cm de largo. Para su visualización quedan representadas en la siguiente figura:

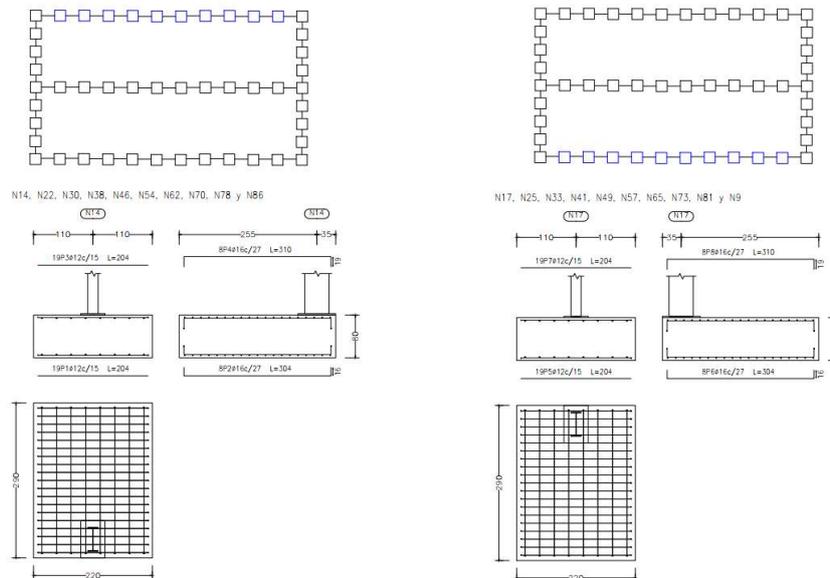


Figura 6. Zapatas rectangulares excéntricas

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

En cuanto al resto de zapatas, se trata de zapatas cuadradas centradas de 220 cm de lado, representadas en la siguiente figura:

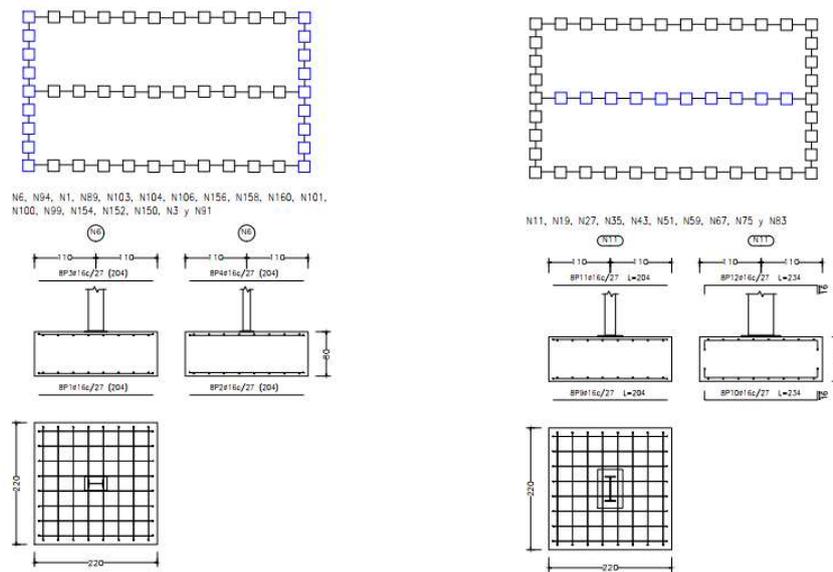


Figura 7. Zapatas cuadradas centradas

El estudio analítico de estas zapatas se encuentra en el ANEXO I: Cálculos.

### 6.3.3 Vigas de atado

Las zapatas que se han descrito están aisladas, por lo que para aportar unidad y estabilidad a la construcción se usan vigas de atado entre las zapatas contiguas, como se puede observar en el plano de cimentación anterior. Para estas también se ha utilizado el hormigón armado HA-25/F/20/XC2 con barras de acero corrugado B 500 S.

Las dimensiones de las vigas de atado son constantes en todo el proyecto salvo su longitud. Así, se tienen unas vigas de 40 cm de lado uniendo todas las zapatas contiguas, representadas en la figura siguiente:

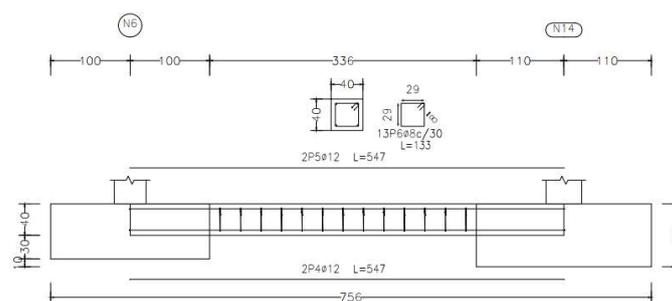


Figura 8. Viga de atado

### 6.4 Solera

El terreno de la instalación industrial se ha resuelto con una solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, usándose el hormigón HA-25/F/20/XC2. Se ha usado como armadura una malla electrosoldada de alambres de 5 mm de diámetro a una separación de 20 cm entre ellas y hechas de acero B 500 S. Para las juntas de dilatación se ha aplicado un panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor.

### 6.5 Cerramientos.

Los cerramientos son los elementos que aislarán el interior de la instalación del exterior. Su función es evitar el deterioro del interior de la instalación, al igual que unas condiciones de trabajo óptimas, teniendo en cuenta la temperatura, la luz, la acústica, etc. Además, transmiten las acciones del exterior a los elementos estructurales del interior.

De esta forma, se diferencian principalmente tres componentes que conforman los cerramientos de toda la instalación.

#### 6.5.1 Cerramientos de cubierta.

Para la cubierta se ha elegido el panel sándwich de 5 grecas del Grupo Panel Sándwich con un espesor de 40 mm, representado en la siguiente figura:

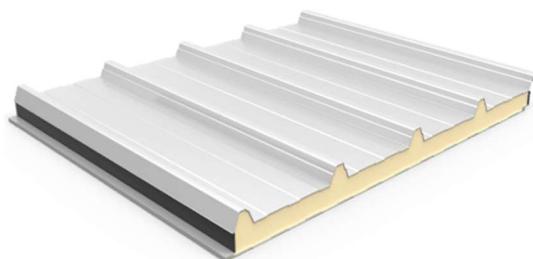


Figura 9. Panel sándwich de 5 grecas para cubierta.

La estructura consiste en 2 láminas de acero galvanizado, prelacado y perfilado que protegen el núcleo aislante, formado por poliuretano inyectado de 40 kg/m<sup>3</sup>. Así, la cubierta podrá gozar de buen aislamiento térmico, contra la humedad y otras filtraciones eligiendo un espesor de 40 mm, no teniendo además la necesidad de un mantenimiento frecuente.

Las características del producto seleccionado son las siguientes:

Tabla 2. Características panel sándwich de cubierta.

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SÁNDWICH CUBIERTA	
Espesor del panel	30 / 40 / 50 / 60 / 80 / 100 mm (± 2 mm)
Densidad media de la espuma	40 kg/m <sup>3</sup> (± 2 kg/m <sup>3</sup> )
Ancho útil	1 000 mm (± 2 mm)
Falta de escuadrado	0 mm (0.006*w ancho nominal)
Rectitud	0 mm (1 mm/m max. 5 mm)
Contracción - Comado longitudinal	0 mm (2 mm/m max. 10 mm)
Paneles por paquete estándar	16 / 14 / 12 uds.
Longitud mínima	1 000 mm (± 5 mm)
Longitud máxima	16 000 mm (± 19 mm) según transporte
Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1	B-S3-D0 (30 mm) / C-S3-D0 (>30 mm)

#### 6.5.2 Cerramientos de fachada

Para estos cerramientos se ha diseñado la combinación de paneles prefabricados de hormigón hasta una altura de 5.5 m, siendo el resto de la verticalidad rellena con paneles sándwich similares a los de la cubierta, también de 40 mm de espesor, pero de un tamaño de grecas considerablemente menor. La distribución queda representada en la siguiente figura, extraída del DOCUMENTO II: Planos:

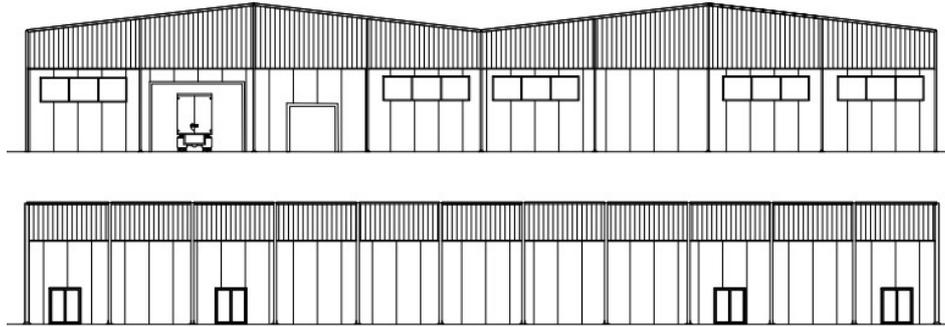


Figura 10. Cerramientos de fachada.

#### 6.5.2.1 Paneles de hormigón

Para la parte inferior se ha decidido usar un conjunto de paneles prefabricados de hormigón armado con un exterior liso con una disposición vertical según la siguiente figura:



Figura 11. Panel prefabricado de hormigón.

Estos paneles tienen un espesor de 12 cm y 3 cm de anchura, dejando un acabado liso de color blanco a una cara. Estos paneles recibirán las cargas del viento frontal y lateral y lo transmitirán al pórtico de fachada y a las correas laterales, respectivamente.

#### 6.5.2.2 Paneles sándwich.

Para la fachada se elige una configuración de paneles sándwich en posición vertical según la siguiente figura:



Figura 12. Panel sándwich de 5 grecas para fachada.

Estos paneles constan de una doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado, conteniendo el mismo aislante de poliuretano que los paneles de la cubierta. Estos paneles cuentan con un sistema de fijación de tornillería oculta según la imagen siguiente:



Figura 13. Sistema de fijación oculta.

Así, se solapa cada panel sobre otro panel y se atornillan en un punto que no se localiza desde la superficie.

Las características de este producto quedan resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Características panel sándwich de fachada.

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SÁNDWICH DE FACHADA	
<b>Espesor nominal</b>	35 / 40 / 50 / 60 / 80 / 100 mm ( $\pm 2$ mm)
<b>Densidad media de la espuma</b>	40 kg/m <sup>3</sup> ( $\pm 2$ kg/m <sup>3</sup> )
<b>Ancho útil</b>	1 100 mm ( $\pm 2$ mm)
<b>Falta de escuadrado</b>	0 mm (0.006*w ancho nominal)
<b>Rectitud</b>	0 mm (1 mm/m max. 5 mm)
<b>Contracción - Combedo longitudinal</b>	0 mm (2 mm/m max. 10 mm)
<b>Paneles por paquete estándar</b>	14 / 12 / 10 uds.
<b>Longitud mínima</b>	1 000 mm ( $\pm 5$ mm)
<b>Longitud máxima</b>	16 000 mm ( $\pm 19$ mm) según transporte
<b>Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1</b>	C-S3-D0
<b>Reacción al fuego PIR-UNE 13501-1</b>	B-S2-D0

## 6.6 Materiales.

Los principales materiales que se han usado en toda la instalación son el acero y el hormigón en sus diferentes tipologías. Las características de cada uno de los indicados a continuación se pueden encontrar en el ANEXO I: Cálculos.

Se ha utilizado el acero laminado S275 para todos los pilares, vigas, jácenas y arriostramientos, al igual que para las correas laterales.

Puntualmente se ha utilizado el acero conformado S235 para las correas de cubierta y el acero corrugado B 500 S para los pernos de las placas de anclaje.

En cuanto al hormigón, se ha aplicado hormigón de limpieza HL-150/F/20 como capa de primer contacto con el terreno, mientras que para las zapatas se ha utilizado el hormigón HA-25/F/20/XC2.

### 6.7 Estructura.

En este subcapítulo se define con detalle la instalación diseñada, visualizada en la siguiente imagen:

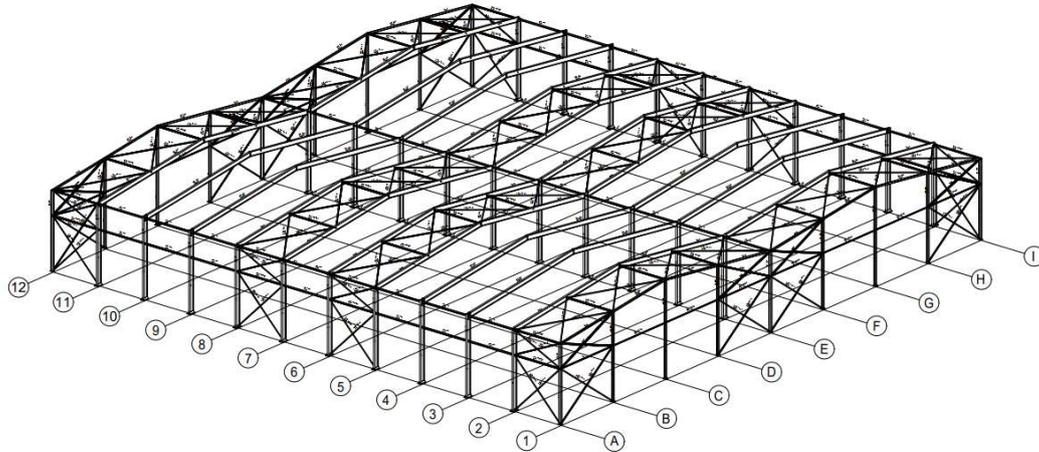


Figura 14. Estructura 3D.

La descripción en detalle de esta configuración, al igual que las mediciones y detalles de los elementos que se describirán en los apartados siguientes, se puede encontrar en el ANEXO I: Cálculos y en el DOCUMENTO II: Planos.

A continuación, se describirán los componentes más relevantes que conforman esta estructura, al igual que su tipología y características superficiales.

#### 6.7.1 Placas de anclaje

Las placas de anclaje sirven de unión entre los pilares que sujetan y las zapatas sobre las que se ubican, pudiendo transmitir los esfuerzos del primero al segundo, respectivamente.

Aseguran el correcto posicionamiento y la verticalidad de los pilares que aguantan, y se ayudan de las cartelas, que aportan solidez al conjunto aguantando mejor los esfuerzos; y los pernos, que se introducen en la zapata para mantener a la placa de anclaje unida a ella.

Así, en esta instalación hay principalmente tres tipos de placas de anclaje.

· La primera placa corresponde a la tipología de las placas de los pilares interiores del pórtico de fachada y de los pilares del pórtico interior. Se encuentra en las alineaciones A, E e I dentro de las alineaciones 2-11.

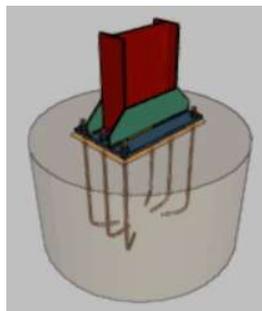
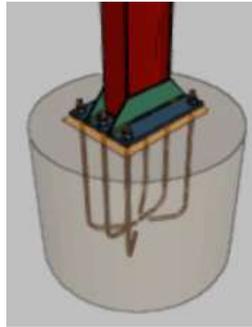


Figura 15. Placa de anclaje de pórtico interior

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Las dimensiones de la placa son 450x700x25 mm. Se trata de una placa de anclaje con sus pernos en acabado de 90° para anclarse mejor a la zapata, teniendo además las mencionadas cartelas para ayudar a la rigidez del conjunto. Así, esta placa se resuelve con 6 pernos de 25mm de diámetro y 60cm de longitud, además de dos cartelas de 5mm de espesor.

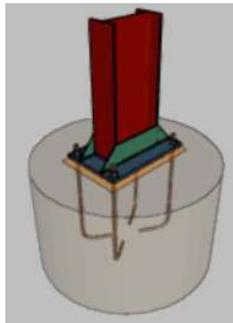
- La segunda placa corresponde a los apoyos de los pilares de los pórticos de fachada salvo el central. Se puede encontrar en las alineaciones 1 y 12.



*Figura 16. Placa de anclaje de pórtico de fachada.*

Esta placa tiene la misma forma que la primera placa, pero con unas dimensiones de 300x400x15 mm y con 6 pernos de 20mm de diámetro y 40 cm de longitud. Los pernos también tienen un acabado de 90°.

- Finalmente, la tercera placa corresponde a los pilares centrales de los pórticos de fachada.



*Figura 17. Placa de anclaje de pilar central de fachada.*

Esta última placa de anclaje tiene unas dimensiones de 300x450x18 mm, y se sujeta con 4 pernos de 20 mm de diámetro y 35 cm de longitud acabados en patilla a 90°, con dos cartelas de también 5 mm.

### 6.7.2 Pórtico interior.

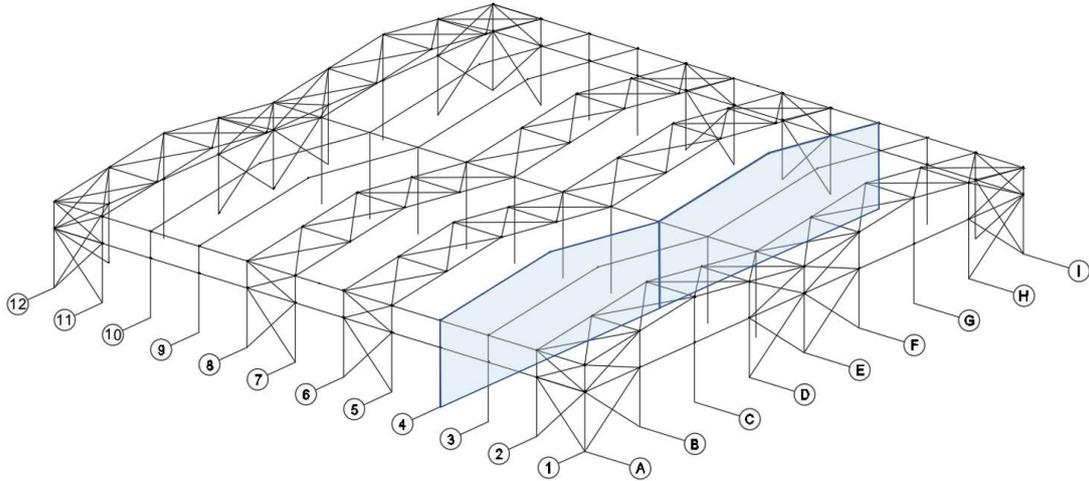


Figura 18. Pórtico interior tipo.

Se trata de la estructura que se encuentra en las alineaciones 2-11 y cuya estructura es constante a lo largo de estas, representada en la figura anterior con el pórtico interior tipo de la alineación 4. Estos pórticos están conformados de acero S275 en forma de pilares y jácenas de perfil IPE 450.

Esta estructura permite aguantar el peso generado por la cubierta, las correas y la fachada, además de las cargas de viento lateral. Estos pórticos estarían aislados si no fuera por la viga perimetral interior y exterior que los mantiene unidos, asegurando una mayor resistencia y solidez.

### 6.7.3 Pórtico de fachada

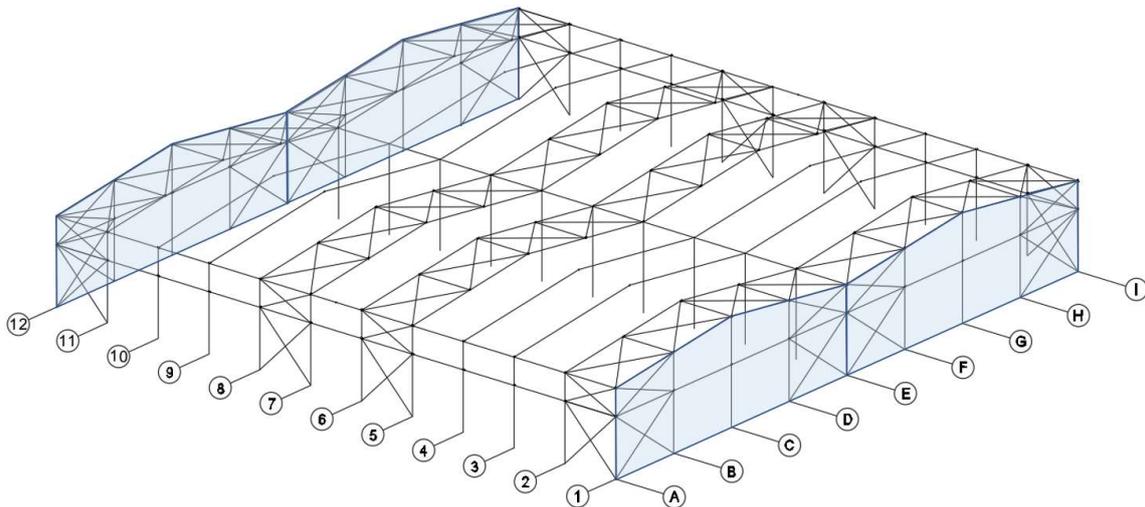


Figura 19. Pórticos de fachada.

El pórtico de fachada se encuentra en las alineaciones 1 y 12, y contienen en ellos un sistema de arriostramiento para mejorar la estabilidad y rigidez de la estructura más fácilmente, pues estas estructuras aguantan, a parte de las cargas gravitatorias mencionadas, las cargas de viento frontal. Además, disponen de 6 pilares interiores adicionales con el mismo propósito estructural.

Tanto los pilares extremos como el que une ambos pórticos se corresponden a un perfil IPE 270 de acero S275, mientras que los pilares interiores son de un perfil IPE 220. Para las jácenas se ha elegido un perfil IPE 160.

En cuanto al sistema contraviento, se compone de unas diagonales que actúan como tirantes, y son de un perfil L70x70x6 de acero S275, mientras que el montante corresponde al perfil tubular laminado en caliente SHS 60x3. Además, la viga que recorre toda la fachada es un perfil tubular SHS 60x3.

### 6.7.4 Vigas contraviento

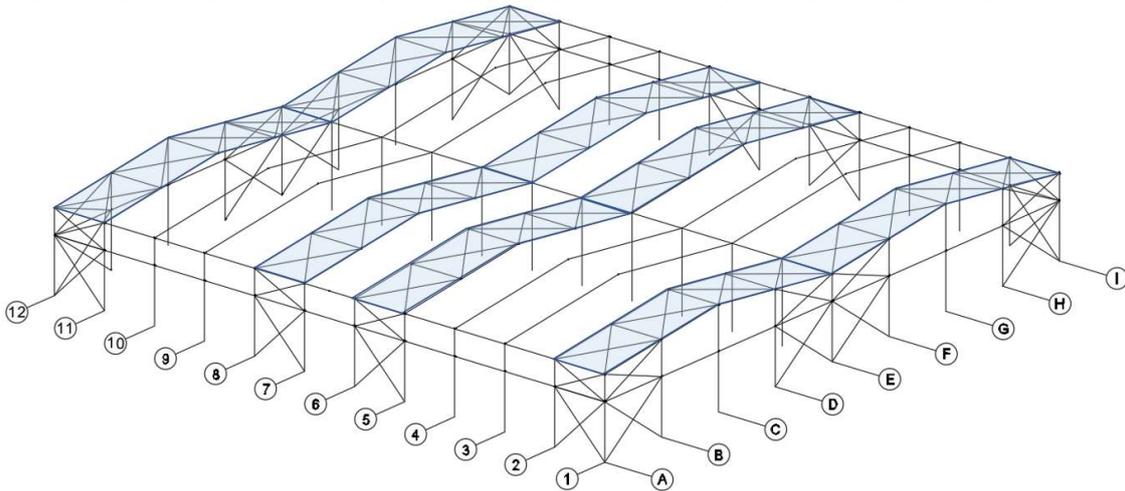


Figura 20. Vigas contraviento.

Las vigas contraviento apoyan sobre tanto pórticos de fachada como interiores, y tienen un sistema de arriostramiento tipo Pratt.

Para este elemento se ha elegido utilizar unas diagonales formadas por perfiles L70x70x6 de acero S275, mientras que los montantes esta vez se componen de barras tubulares SHS 100x3. El montante que se encuentra en la recta de unión de ambos pórticos pertenece a la viga perimetral interior y corresponde a un IPE 140 de acero S275.

### 6.7.5 Arriostramiento lateral

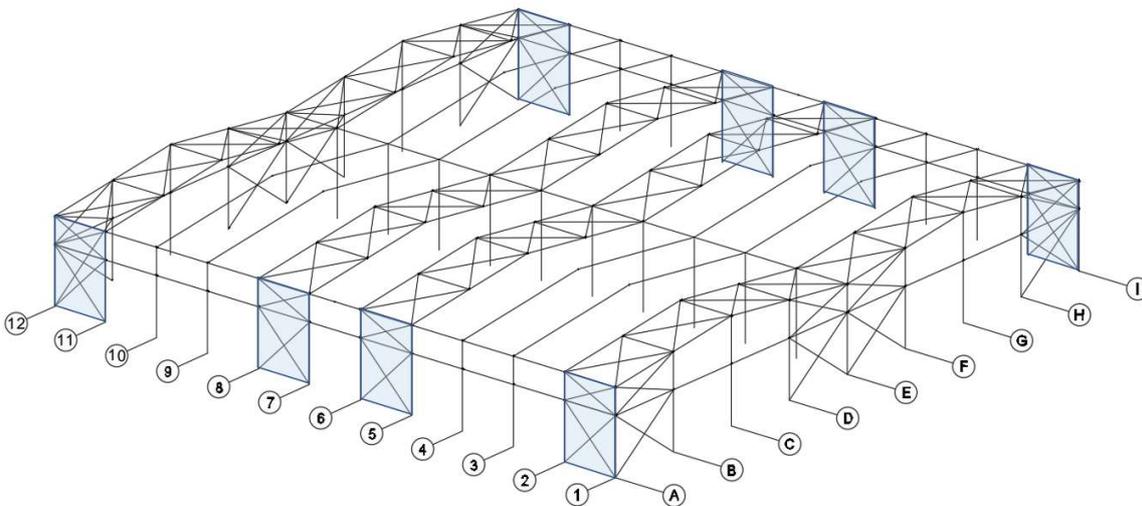


Figura 21. Arriostramientos laterales.

Como se puede observar, debido a la longitud de la nave industrial se ha decidido ubicar arriostramientos laterales no solo en sus posiciones extremas, como es habitual, sino también en zonas interiores, aumentando así la efectividad con la que se transmiten los esfuerzos recibidos de la viga contraviento a los elementos de la cimentación. Se ha elegido una configuración de tipología Cruz de San Andrés, y se encuentran en las posiciones descritas en la figura anterior en las alineaciones A e I.

Para estos arriostramientos se ha utilizado un perfil L 80x80x8 para las diagonales y un perfil SHS 100x3 para los montantes, tanto el inferior como el superior

### 6.7.6 Vigas perimetrales

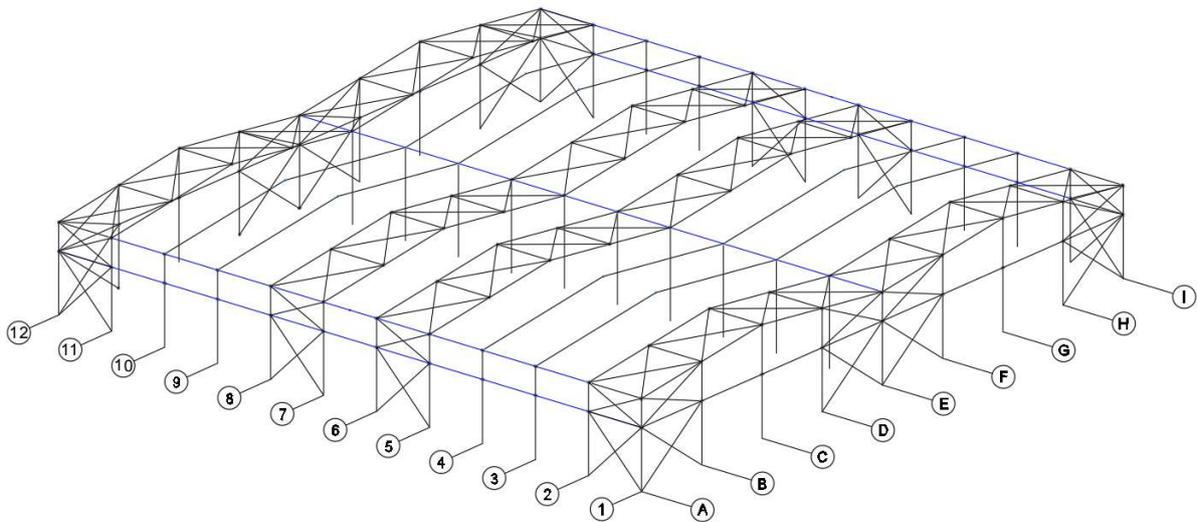


Figura 22. Vigas perimetrales.

Las vigas perimetrales actúan en forma de unión entre todos los pórticos interiores de la instalación, asegurando mayor rigidez y estabilidad, y se pueden encontrar en las lineaciones A, E e I. La viga inferior une estos pórticos a 5.5 m de altura, mientras que la superior los une en la cabeza de los pilares a 9.76 m.

Para todos los tramos de la viga perimetral se ha decidido utilizar acero laminado S275 en forma de IPE 140.

### 6.7.7 Correas

Las correas ofrecen apoyo a los cerramientos y transmiten los esfuerzos generados por estos a las jácenas y los pilares. Para ello hay dos tipos de correas: de cubierta y laterales.

Las correas de cubierta se sitúan en la parte superior de la estructura, sobre las jácenas, y soportarán el peso de los cerramientos de fachada. Así, se dispone de 40 correas de cubierta en total, teniendo cada faldón 10 separadas a 1.75 m entre ellas. Para estas se ha usado un acero conformado S235 con un perfil CF 160x2.

Las correas laterales aguantan los esfuerzos del viento lateral y los cerramientos de fachada laterales, y los transmiten a los pilares. Para estas correas se tienen 12 correas laterales, 6 por cada fachada lateral a una separación de 1.50 m cada una. Aquí se ha utilizado el acero laminado S275 en forma de perfil IPE 100.

### 6.7.8 Pavimento exterior.

Para todo el terreno superficial de la parcela, excluyendo el área de la solera, se ha usado una pavimentación de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D de 7 cm de espesor.

## 7. Resumen de Presupuesto del Proyecto.

<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>	<b>17.320,57</b>
1.1 Movimiento de tierras en edificación	17.320,57
<b>2 Cimentaciones</b>	<b>33.978,04</b>
2.1 Regularización	2.777,31
2.2 Superficies	23.933,65
2.3 Arriostramientos	6.144,30
2.4 Gestión de residuos	1.122,78
<b>3 Estructuras</b>	<b>300.454,40</b>
3.1 Acero	300.454,40
<b>4 Elementos Constructivos</b>	<b>609.966,36</b>
4.1 Nivelación de la parcela	122.868,00
4.2 Fachadas y particiones	185.533,44
4.3 Cubiertas	301.564,92
<b>5 Urbanización Interior de la Parcela</b>	<b>60.411,00</b>
5.1 Pavimentos exteriores	60.411,00
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>1.022.130,37</b>
13% de Gastos Generales	
6% de Beneficio Industrial	
<b>Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>	<b>1.126.335,14</b>
21% de IVA	
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>1.471.765,52</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de **UN MILLÓN CAUTROCIENTOS SETENTA Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y 5 EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.**

Este resumen del presupuesto de la nave industrial se ha extraído del DOCUMENTO III: Presupuesto.

Según el Pliego de El Pla II, el valor catastral de la parcela E-16 es de **429.698,64 euros.**

Así, el precio total del proyecto ascendería a los **1.901.464,16 euros, UN MILLÓN NOVECIENTOS UN MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISÉIS CÉNTIMOS.**

## **8. Conclusión.**

En este Trabajo Fin de Grado se ha aprendido la gran utilidad y versatilidad del software ‘Cype’, habiendo podido plantear desde cero una instalación industrial, haberla desarrollado con las herramientas disponibles y haber conseguido su materialización mediante un presupuesto que incorpora todos los elementos necesarios para esta construcción. Es muy relevante la potencia de cálculo de este programa desde el punto de vista de la simplificación que supone para el proyectista que se encarga de diseñar la instalación, pudiendo realizar comprobaciones analíticas de cualquier elemento al instante e incluso dimensionarlos para ahorrar tiempo e iteraciones.

Además, se han reforzado los conocimientos teóricos aprendidos en las asignaturas asociadas a este tipo de estudios de ingeniería, pudiendo ver en forma de aplicación directa la necesidad de incorporar en el programa educativo los conceptos que se han impartido en dichas asignaturas.

Por otra parte, ha sido satisfactorio haber aplicado conocimientos que he aprendido en las prácticas en empresa como son detalles como la distribución en planta, el proceso productivo o la dedicación de la empresa.

## 9. Bibliografía.

Código Técnico de la Edificación (CTE): <https://www.codigotecnico.org/>

Aprobación del Código Técnico de la Edificación: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515>

Código Estructural: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-13681](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-13681)

Entidad Pública Empresarial de Suelo: <https://www.sepes.es/es>

Datos Polígono el Pla II: <https://www.sepes.es/es/content/promocion/46-011-29>

Material docente de la asignatura “Estructuras”

Material docente de la asignatura “Tecnología de la construcción”

Paneles Grupo Sándwich: <https://www.panelsandwich.com/>

Software Cype: <https://www.cype.es/>

Cuadros de Cimentación: <http://detallesconstructivos.cype.es/>

Ordenanza Municipal Villanueva de Castellón:

<https://www.castellosom.es/sites/www.castellosom.es/files/01.P.G.pdf>

## ANEXO I. CÁLCULOS

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.</b>	<b>2</b>
2.2. Materiales.	3
2.2.1. Acero.	3
2.2.2. Hormigón.	3
<b>3. BASES DE CÁLCULO.</b>	<b>4</b>
3.1. Situaciones de proyecto.	4
3.1.1. Capacidad Portante. Estados Límite Últimos.	4
3.1.2. Aptitud al Servicio. Estados Últimos de Servicio.	4
3.2. Acciones sobre la estructura.	5
3.2.1 Acciones permanentes.	5
3.2.2. Acciones variables.	5
3.3. Notación	6
<b>4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.</b>	<b>7</b>
4.1 Pórtico interior	7
4.2 Pórtico de Fachada.	10
4.3 Sistema de arriostramiento.	13
4.3.1 Viga contraviento	13
4.3.2 Arriostramiento lateral	15
4.4 Viga perimetral	17
4.5 Correas	19
4.5.1 Correas de cubierta	19
4.5.2 Correas laterales	23
4.6 Placas de Anclaje.	29
4.6.1 Zapata de pórticos interiores.	29
4.6.2 Zapata de pórtico de fachada.	33
4.6.3 Zapata de pilar central de pórtico de fachada.	36
<b>5. Cimentaciones</b>	<b>40</b>
5.1 Zapata de pórtico lateral	40
5.2 Zapata de pórtico de fachada	43
5.3 Zapata de pórtico lateral interior	46
5.4 Viga de atado	49

## 1. INTRODUCCIÓN.

Este documento se corresponde al ANEXO I: Cálculos.

En este Anexo se justificará de forma analítica el dimensionamiento de los diferentes elementos que constituyen la instalación industrial definida en la Memoria Descriptiva.

Se describirá al principio la nave indicando sus componentes, materiales y tipología dentro de su categoría de construcción para luego extraer las comprobaciones analíticas que ofrece el programa "Cype3D". Para conseguir eso se ha generado la instalación en dicho programa, configurando los diferentes parámetros tanto constructivos como analíticos para las consideraciones de cálculo definidas. Se ha empezado configurando la nave en "Generador de Pórticos" de "Cype", para posteriormente detallar sus elementos en "Cype3D".

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.

### 2.1. Elementos estructurales.

La instalación industrial consiste en dos pórticos a dos aguas adosados, representada en la Fig. 1. Cada uno consta de 10 pórticos interiores en las alineaciones 2-11 y 2 pórticos de fachada en las alineaciones 1 y 12, separándose a una crujía de 5.46m entre ellos y consiguiendo una longitud total de 60m. Cada pórtico tiene una luz de 30m, consiguiendo la nave una anchura total de 60m.

La altura de cabeza de pilar es de 8m, mientras que la altura de cumbrera es de 9.76m.

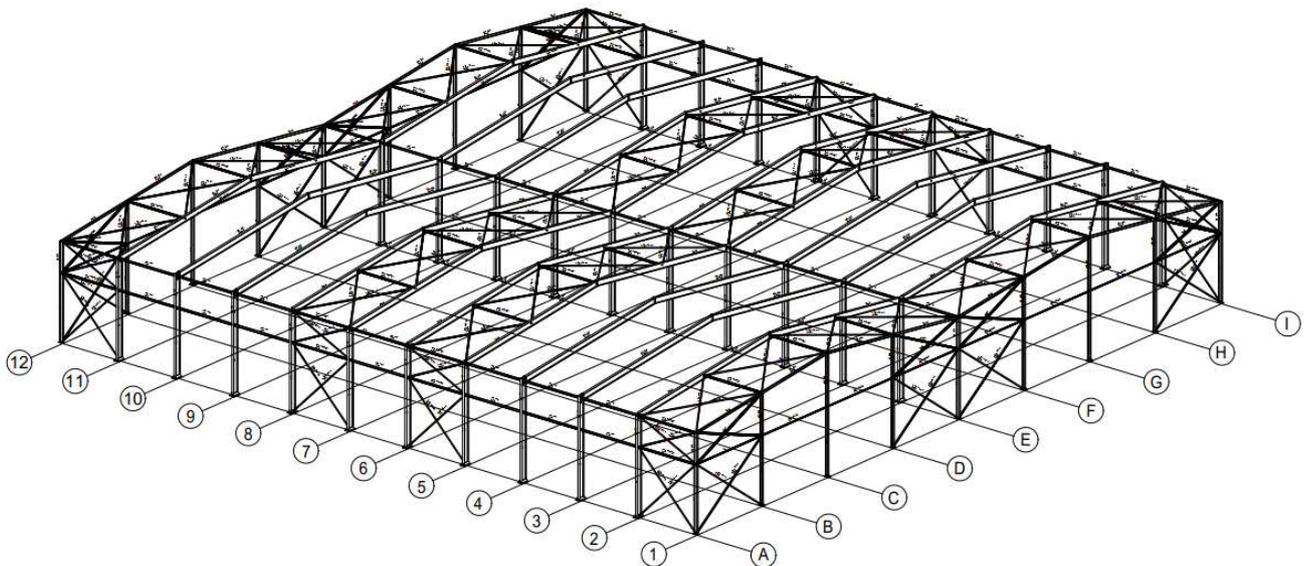


Figura 1. Estructura 3D.

El pórtico de fachada está constituido por 6 pilares de perfil IPE 220 en las posiciones centrales de los pórticos y por 3 pilares IPE 270 en las posiciones de esquina y en el centro, soportando todas estas unas jácenas de perfil IPE 160. Además, la fachada cuenta con 4 arriostramientos, 2 en las posiciones extremas y 2 en las centrales. Se ha utilizado para los tirantes el perfil L 70x70x6 y el perfil SHS 60x3 para los montantes y durmientes que recorren toda la fachada, situados a 5.5m de altura.

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Para el resto de los pilares y las jácenas de los pórticos interiores se utiliza un perfil IPE 450, los cuales cuentan también con arriostramientos laterales. Estos cuentan con unos tirantes de perfil L 80x80x8 y unos montantes SHS 100x3. A su alrededor se pueden observar dos vigas perimetrales que recorren la fachada lateral, una a 5.5m de altura y la otra a altura de cabeza de pilar, y ambas con un perfil IPE 140.

Estos pórticos interiores aguantan una estructura de cubierta que también posee un sistema contraviento. Este está formado por unos tirantes que repiten el perfil L 70x70x6, pero contando esta vez con montantes de perfil SHS 100x3.

Para la estructura que comparten ambos pórticos se tienen unos pilares de perfil IPE 450 que aguantan unas vigas de perfil IPE 140.

Finalmente, la nave dispone de correas sobre las que apoyarán los cerramientos. Así, se tiene una serie de correas de cubierta en todos los faldones con un perfil CF 160x2.0 con una separación de 1.75m entre ellas; y se tiene correas laterales en las fachadas con un perfil IPE 100 con una separación de 1.50m entre ellas.

## 2.2. Materiales.

### 2.2.1. Acero.

Tanto la estructura como las correas están fabricadas de acero. Concretamente, las correas de cubierta se consiguen con el acero conformado en frío S235, mientras que las cubiertas laterales y el resto de la estructura usa el acero laminado S275. En la Tabla 1. se indican las características de cada uno, viéndose que tienen las mismas.

Tabla 1. Características de los aceros utilizados en la estructura.

Materiales metálicos utilizados en la estructura							
Material		E (kp/cm <sup>2</sup> )	ν	G (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (t/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Acero conformado	S235	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

Para los pernos, se utilizan barras de acero corrugado B 500 S, cuyas propiedades se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades de acero corrugado

Materiales metálicos utilizados						
Material		f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ε <sub>u,5</sub> (%)	ε <sub>max</sub> (%)	Y <sub>s</sub>
Tipo	Designación					
Acero corrugado	B 500 S	≥ 500	≥ 550	≥ 12	≥ 7.5	1.15

De esta forma, la norma considerada para estos aceros y su uso es la norma CTE DB SE-A.

### 2.2.2. Hormigón.

El hormigón también se usa en esta estructura, concretamente para las zapatas sobre las que apoyarán los pilares y para las vigas de atado que unirán a las zapatas. Para ello, se utilizará el hormigón estructural HA-25/F/20/XC2, con una resistencia característica máxima de 25 N/mm<sup>2</sup>.

Así, la norma considerada para el hormigón usado es el Código Estructural.

### 3. BASES DE CÁLCULO.

En la consideración de los criterios a estudiar, las acciones consideradas y el desarrollo de los cálculos, se ha tenido en cuenta la normativa CTE DB SE-AE.

#### 3.1. Situaciones de proyecto.

##### 3.1.1. Capacidad Portante. Estados Límite Últimos.

La capacidad portante es aquella que permite asegurar la estabilidad y resistencia de la construcción durante cierto tiempo. El periodo de servicio se considera de 50 años.

Así, esta capacidad se puede evaluar mediante una combinación de acciones, representados en la ecuación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Los coeficientes de esta expresión se definen de la forma siguiente:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

##### 3.1.2. Aptitud al Servicio. Estados Últimos de Servicio.

Este criterio se corresponde a evaluaciones de la estructura en la que no se corre riesgo de que falle su integridad estructural, pero en las que sí pueden resultar negativas para el usuario de la estructura. Así, este estudio es relativo a vibraciones, deformaciones, etc.

De esta forma, las acciones relativas a este estudio se extraerán de la siguiente expresión, aplicada a efectos de corta duración que pueden ser irreversibles:

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

En esta expresión se consideran diferentes factores:

- $G_k$ : Todas las acciones permanentes en valor característico.
- $Q_k$ : Una de las variables adoptada en valor característico.
- $\Psi_1 \cdot Q_{k,i}$ : El resto de las acciones adoptadas en valor de combinación.

### 3.2. Acciones sobre la estructura.

#### 3.2.1 Acciones permanentes.

En las acciones permanentes se tendrá en cuenta el peso propio de la estructura. Este se puede extraer a partir del DOCUMENTO III: Mediciones y Presupuesto, donde quedan reflejadas las cantidades totales de acero usado en la estructura (jácenas, vigas, tirantes, etc.), al igual que los valores de superficie de los cerramientos de cubierta y de fachada aplicados, que tienen también un peso estandarizado según proveedor.

Así, conociendo el peso de los elementos de la estructura y la superficie edificada es posible extraer el peso propio de la estructura.

#### 3.2.2. Acciones variables.

##### 3.2.2.1. Sobrecarga de uso.

Según la Tabla 3.1 del apartado 3.1.1 del CTE-DB SE-AE:

G1: Cubiertas accesibles únicamente para conservación, ligeras sobre correas (sin forjado), considerando carga uniforme: 0.4 kN/m<sup>2</sup>.

##### 3.2.2.2. Acción del viento.

En cuanto al viento, la nave está localizada en la Zona Eólica tipo A, cuya velocidad media del viento es de 26 m/s. Además, se considera un grado de aspereza 4, asignado a zonas urbanas, industriales o forestales.

Para la zona climática en invierno, se considera la zona 5 y una altitud topográfica de 13m y una exposición al viento normal.

Se considera que el viento actúa perpendicularmente a la superficie afectada, generando lo que se denomina presión estática  $q_e$ , pudiéndose calcular a partir de la expresión:

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

Los parámetros de la fórmula 2 se describen así:

- $q_b$ : Presión dinámica del viento, la que se debe a una masa de aire en movimiento. Esta se extrae del anejo D del documento DB-SE, Acciones en la edificación.
- $c_e$ : Coeficiente de exposición, dependiente de la altura y el grado de aspereza del elemento estudiado.
- $c_p$ : Coeficiente de presión, variable según la forma y posición relativa al viento.

##### 3.2.2.3. Acción de la nieve.

Para la nieve también existe una expresión, y es la siguiente:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

De la fórmula 3 los parámetros significan lo siguiente:

- $\mu$ : Coeficiente de forma de la cubierta. Es un parámetro relacionado con la sedimentación irregular de la nieve sobre las cubiertas. Adopta el valor 1 para cubiertas con una inclinación menor o igual a 30°, que es el caso de la instalación generada; y el valor 0 para casos mayores o iguales a 60°.
- $s_k$ : Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Para las capitales de provincia se puede considerar la siguiente distribución de coeficientes de la Tabla 3:

Tabla 3. Valor característico correspondiente a cada zona.

Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,2
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Soria	0	0,9
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,6	Tenerife	950	0,2
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,9
Ciudad Real	640	0,2	Orense / Ourense	130	0,2	Toledo	0	0,5
Córdoba	100	0,6	Oviedo	230	0,4	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,2	Palencia	740	0,5	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Gerona / Girona	70	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Zaragoza	0	0,5
		0,5			0,7	Ceuta y Melilla		0,2

### 3.3. Notación.

La notación para el estudio de los criterios mencionados se extrae de “Cype” es la siguiente:

Tabla 4. Notación.

<p><b>Notación:</b>  <math>\lambda</math>: Limitación de esbeltez  <math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <i>N<sub>t</sub></i>: Resistencia a tracción  <i>N<sub>c</sub></i>: Resistencia a compresión  <i>M<sub>y</sub></i>: Resistencia a flexión eje Y  <i>M<sub>z</sub></i>: Resistencia a flexión eje Z  <i>V<sub>z</sub></i>: Resistencia a corte Z  <i>V<sub>y</sub></i>: Resistencia a corte Y  <i>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub></i>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  <i>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub></i>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <i>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub></i>: Resistencia a flexión y axil combinados  <i>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub></i>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <i>M<sub>t</sub></i>: Resistencia a torsión  <i>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub></i>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <i>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub></i>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  <i>x</i>: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  <i>N.P.</i>: No procede</p>
<p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  <sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  <sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>
<p><b>Errores:</b>  <sup>(1)</sup> Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.</p>



**Descripción.**

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N73/N124	N73/N74	IPE 450 (IPE)	5.500	0.70	1.41	-	-
		N124/N74	N73/N74	IPE 450 (IPE)	2.500	0.70	1.41	-	-
		N75/N76	N75/N76	IPE 450 (IPE)	8.000	0.70	1.41	-	-
		N74/N77	N74/N77	IPE 450 (IPE)	15.103	0.00	1.99	-	-
		N76/N77	N76/N77	IPE 450 (IPE)	15.103	0.00	1.99	-	-
		N78/N135	N78/N79	IPE 450 (IPE)	5.500	0.70	1.41	-	-
		N135/N79	N78/N79	IPE 450 (IPE)	2.500	0.70	1.41	-	-
		N76/N80	N76/N80	IPE 450 (IPE)	15.103	0.00	1.99	-	-
		N79/N80	N79/N80	IPE 450 (IPE)	15.103	0.00	1.99	-	-

*Notación:*  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
 *$\beta_{xy}$ :* Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 *$\beta_{xz}$ :* Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>Sup.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>Inf.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

**Características mecánicas.**

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
3	N73/N74, N75/N76, N74/N77, N76/N77, N78/N79, N76/N80, N79/N80

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Av <sub>y</sub> (cm <sup>2</sup> )	Av <sub>z</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	3	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75

*Notación:*  
*Ref.:* Referencia  
*A:* Área de la sección transversal  
*Av<sub>y</sub>:* Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
*Av<sub>z</sub>:* Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
*I<sub>yy</sub>:* Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
*I<sub>zz</sub>:* Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
*I<sub>t</sub>:* Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**Comprobación de las flechas de las barras del pórtico interior.**

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N73/N74	8.000	1.77	7.375	32.66	8.000	3.05	7.583	36.90
	8.000	L/(>1000)	7.375	L/244.9	8.000	L/(>1000)	7.583	L/251.2
N75/N76	8.000	17.15	8.000	9.20	8.000	30.17	8.000	18.41
	8.000	L/466.5	8.000	L/869.1	8.000	L/477.3	8.000	L/869.1
N74/N77	9.062	0.25	9.817	25.86	9.062	0.41	9.817	25.18
	9.062	L/(>1000)	10.572	L/495.5	9.062	L/(>1000)	10.572	L/506.7
N76/N77	6.796	0.85	10.572	22.59	6.796	1.43	9.817	29.40
	6.796	L/(>1000)	10.572	L/497.5	6.796	L/(>1000)	10.572	L/500.4
N78/N79	8.000	1.77	7.375	32.66	8.000	3.05	7.583	36.90
	8.000	L/(>1000)	7.375	L/244.9	8.000	L/(>1000)	7.583	L/251.2
N76/N80	6.796	0.85	10.572	22.59	6.796	1.43	9.817	29.40
	6.796	L/(>1000)	10.572	L/497.5	6.796	L/(>1000)	10.572	L/500.4
N79/N80	9.062	0.25	9.817	25.86	9.062	0.41	9.817	25.18
	9.062	L/(>1000)	10.572	L/495.5	9.062	L/(>1000)	10.572	L/506.7

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de las jácenas y pilares del pórtico interior.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sw}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N73/N124	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 60.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 65.6$
N124/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 2.5 m $\eta = 73.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 76.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 76.7$
N75/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 22.2$	x: 8 m $\eta = 26.8$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta = 2.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 29.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 29.8$
N74/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 15.103 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 73.4$	x: 15.103 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 85.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.6$
N76/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 15.103 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 83.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 96.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 96.0$
N78/N135	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 60.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 65.6$
N135/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 2.5 m $\eta = 73.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 76.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 76.7$
N76/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 15.103 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 83.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 96.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 96.0$
N79/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 15.103 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 73.4$	x: 15.103 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 85.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.6$

**4.2 Pórtico de Fachada.**

La nave cuenta con 2 pórticos de fachada, los cuales tienen 7 pilares intermedios a una separación de 7.5 m entre ellos, según se ve en la Fig. 3.

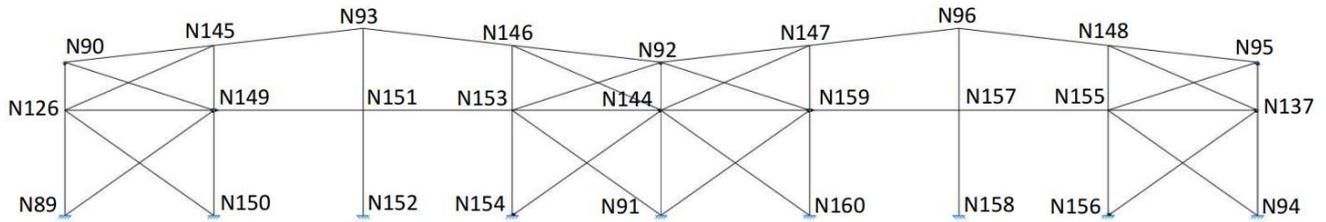


Figura 3. Nudos de pórtico de fachada tipo.

A diferencia de los pórticos interiores, estos cuentan con un sistema contraviento, formado por los 4 arriostramientos en las posiciones extremas y centrales, aumentando la rigidez y estabilidad de la estructura, además de una viga que cruza toda la fachada para aumentar la unión entre pilares.

A continuación, se detallan las características mecánicas y naturaleza de los elementos que las forman, así como sus resultados de cumplimiento de los estados límite últimos y de servicio.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N89/N90, N94/N95 y N91/N92
2	N90/N93, N92/N93, N92/N96 y N95/N96
4	N150/N145, N152/N93, N154/N146, N156/N148, N158/N96 y N160/N147
8	N89/N149, N150/N126, N154/N144, N91/N153, N91/N159, N160/N144, N156/N137, N94/N155
9	N126/N149, N149/N151, N151/N153, N153/N144, N144/N159, N159/N157, N157/N155, N155/N137, N107/N110, N110/N111, N111/N112, N112/N108, N115/N109, N114/N115, N113/N114 y N108/N113

**Comprobación de las flechas de las barras del pórtico de fachada.**

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N89/N90	3.094	6.39	3.094	0.64	2.750	9.32	3.094	1.16
	3.094	L/876.3	3.094	L/(>1000)	2.750	L/982.2	2.750	L/(>1000)
N94/N95	3.094	6.50	3.094	0.63	2.750	9.29	3.094	1.13
	3.094	L/859.9	3.094	L/(>1000)	2.750	L/988.4	2.750	L/(>1000)
N150/N145	3.438	2.34	5.156	19.48	3.438	1.50	5.156	33.35
	6.979	L/(>1000)	5.156	L/455.8	6.979	L/(>1000)	5.156	L/473.1
N152/N93	3.438	0.53	5.500	28.21	4.813	0.63	5.713	48.86
	3.438	L/(>1000)	5.500	L/346.1	3.094	L/(>1000)	5.500	L/367.0
N154/N146	6.557	1.58	5.156	13.04	4.125	1.07	5.156	25.43
	6.768	L/(>1000)	5.156	L/657.9	5.711	L/(>1000)	5.156	L/702.8
N156/N148	3.438	2.34	5.156	19.60	3.438	1.50	5.156	33.55
	6.979	L/(>1000)	5.156	L/453.1	6.979	L/(>1000)	5.156	L/470.2
N158/N96	3.438	0.53	5.500	28.21	4.813	0.63	5.713	48.87
	3.438	L/(>1000)	5.500	L/346.1	3.094	L/(>1000)	5.500	L/367.0

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N160/N147	6.557	1.58	5.156	13.04	4.125	1.07	5.156	25.43
	6.768	L/>1000	5.156	L/657.9	5.711	L/>1000	5.156	L/702.7
N91/N144	2.063	0.08	1.375	1.64	2.063	0.16	1.375	2.80
	1.375	L/>1000	1.375	L/>1000	1.375	L/>1000	1.375	L/>1000
N144/N92	1.042	0.03	1.042	0.42	1.042	0.06	1.042	0.80
	1.042	L/>1000	1.042	L/>1000	1.042	L/>1000	1.042	L/>1000
N89/N149	6.394	0.00	8.138	0.00	6.394	0.00	8.138	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N150/N126	6.975	0.00	8.719	0.00	5.813	0.00	8.719	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N154/N144	8.138	0.00	6.975	0.00	8.138	0.00	7.557	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N91/N153	8.138	0.00	8.719	0.00	8.719	0.00	5.232	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N91/N159	8.138	0.00	7.557	0.00	8.138	0.00	8.138	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N160/N144	5.232	0.00	8.138	0.00	5.232	0.00	8.138	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N156/N137	8.719	0.00	6.975	0.00	6.975	0.00	6.975	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N94/N155	8.138	0.00	5.813	0.00	5.232	0.00	6.975	0.00
	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000	-	L/>1000
N148/N96	2.265	10.31	4.153	11.28	1.888	16.13	4.153	14.59
	2.265	L/732.6	4.153	L/600.6	1.888	L/736.9	4.153	L/616.7
N95/N148	3.398	32.14	3.398	26.57	3.398	54.21	3.398	34.56
	3.398	L/235.0	3.398	L/284.2	3.398	L/235.4	3.398	L/294.2
N147/N96	4.531	7.62	4.153	13.88	4.531	11.81	4.153	20.33
	4.531	L/882.1	4.153	L/543.9	4.531	L/899.3	4.153	L/568.1
N92/N147	4.531	7.43	3.776	15.05	4.153	13.76	3.398	20.22
	4.531	L/>1000	3.776	L/501.6	4.531	L/>1000	3.776	L/501.9
N146/N93	4.531	7.78	4.153	13.88	4.531	12.09	4.153	20.33
	4.531	L/865.0	4.153	L/544.0	4.531	L/881.7	4.153	L/568.1
N92/N146	4.531	7.41	3.776	15.06	4.153	13.73	3.398	20.22
	4.531	L/>1000	3.776	L/501.6	4.531	L/>1000	3.776	L/502.0
N145/N93	2.265	11.49	4.153	11.29	1.888	17.99	4.153	14.59
	2.265	L/657.1	4.153	L/600.2	2.265	L/660.8	4.153	L/615.7
N90/N145	3.776	33.12	3.398	26.56	3.776	55.88	3.398	34.56
	3.776	L/228.0	3.398	L/284.3	3.776	L/228.4	3.398	L/294.2
N149/N151	4.688	0.00	3.750	28.51	4.688	0.00	7.500	0.00
	-	L/>1000	3.750	L/263.0	-	L/>1000	-	L/>1000
N126/N149	5.625	0.00	3.750	28.51	5.625	0.00	7.500	0.00
	-	L/>1000	3.750	L/263.0	-	L/>1000	-	L/>1000
N144/N159	4.219	0.00	3.750	28.51	7.031	0.00	7.500	0.00
	-	L/>1000	3.750	L/263.0	-	L/>1000	-	L/>1000
N159/N157	3.750	0.00	3.750	28.51	3.750	0.00	7.500	0.00
	-	L/>1000	3.750	L/263.0	-	L/>1000	-	L/>1000
	5.625	0.00	3.750	28.51	5.625	0.00	7.500	0.00

Flechas												
Grupo	Flecha máxima absoluta xy			Flecha máxima absoluta xz			Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz			
	Flecha máxima relativa xy			Flecha máxima relativa xz			Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz			
	Pos. (m)	Flecha (mm)		Pos. (m)	Flecha (mm)		Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)		
N157/N155	-	L/(>1000)		3.750	L/263.0		-	L/(>1000)		-	L/(>1000)	
N155/N137	4.219	37.51		3.281	15.34		4.219	63.48		4.219	4.02	
	4.219	L/200.0		3.281	L/489.0		4.219	L/201.9		4.219	L/(>1000)	
N153/N144	4.219	0.00		3.750	28.51		1.875	0.00		7.500	0.00	
	-	L/(>1000)		3.750	L/263.0		-	L/(>1000)		-	L/(>1000)	
N151/N153	5.625	0.00		3.750	28.51		5.625	0.00		7.500	0.00	
	-	L/(>1000)		3.750	L/263.0		-	L/(>1000)		-	L/(>1000)	

Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de los pilares, jácenas y vigas del pórtico de fachada.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_c$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_{Vz}$	$M_{Vy}$	$NM_{Mz}$	$NM_{Mz}V_z$	$M_t$	$M_{Vz}$	$M_{Vy}$	
N89/N126	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 14.3$	x: 0 m $\eta = 15.5$	x: 0 m $\eta = 29.1$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 44.1$
N126/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 21.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 24.3$
N94/N137	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 14.3$	x: 0 m $\eta = 20.4$	x: 0 m $\eta = 29.4$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 39.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 39.9$
N137/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 22.5$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 25.0$
N150/N149	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 0 m $\eta = 68.6$	x: 5.5 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta = 11.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 72.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 11.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 72.7$
N149/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.382 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 35.4$	x: 0 m $\eta = 8.8$	x: 3.382 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 44.6$
N152/N151	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 25.7$	x: 0 m $\eta = 78.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 11.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 80.6$
N151/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.263 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 23.3$	x: 0.639 m $\eta = 40.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 4.263 m $\eta = 6.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.639 m $\eta = 42.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 42.6$
N154/N153	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 23.4$	x: 0 m $\eta = 59.8$	x: 5.5 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 63.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 63.5$
N153/N146	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.382 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 26.5$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 3.382 m $\eta = 4.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 31.6$
N156/N155	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 0 m $\eta = 68.9$	x: 5.5 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta = 11.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 73.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 11.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 73.0$
N155/N148	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.382 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 35.7$	x: 0 m $\eta = 8.8$	x: 3.382 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 44.9$
N158/N157	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 25.7$	x: 0 m $\eta = 78.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 11.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 80.6$
N157/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.263 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 23.3$	x: 0.639 m $\eta = 40.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 4.263 m $\eta = 6.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.639 m $\eta = 42.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 42.6$
N160/N159	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 23.4$	x: 0 m $\eta = 59.8$	x: 5.5 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 63.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 63.4$
N159/N147	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.382 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 26.5$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 3.382 m $\eta = 4.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 31.6$
N90/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 15.3$	x: 7.552 m $\eta = 44.7$	x: 3.021 m $\eta = 17.5$	x: 7.552 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.552 m $\eta = 64.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 7.552 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 64.3$
N145/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 49.1$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 68.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 68.9$
N92/N146	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 16.3$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 38.5$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 55.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 7.552 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 55.4$
N146/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 22.9$	x: 0 m $\eta = 40.7$	x: 0 m $\eta = 18.7$	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 62.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 62.4$
N92/N147	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 16.3$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 38.5$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 55.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 7.552 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 55.4$
N147/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 22.9$	x: 0 m $\eta = 40.7$	x: 0 m $\eta = 18.7$	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 62.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 62.4$
N95/N148	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 15.4$	x: 7.552 m $\eta = 44.6$	x: 2.643 m $\eta = 17.2$	x: 7.552 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.552 m $\eta = 64.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 7.552 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 64.3$
N148/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 49.2$	x: 0 m $\eta = 31.2$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 67.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 67.6$
N91/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 84.5$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 88.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 88.0$
N144/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 17.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.5 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE $\eta = 17.3$

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N126/N149	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 1.7$	$\eta = 6.4$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 19.7$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.7$
N149/N151	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$\eta = 5.9$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 27.1$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.1$
N151/N153	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$\eta = 5.9$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 27.1$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.1$
N153/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$\eta = 2.8$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 17.6$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.6$
N144/N159	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$\eta = 2.8$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 17.6$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.6$
N159/N157	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$\eta = 5.9$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 27.1$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.1$
N157/N155	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$\eta = 5.9$	x: 3.75 m $\eta = 13.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 27.1$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.1$
N155/N137	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 1.7$	$\eta = 6.4$	x: 7.5 m $\eta = 13.3$	x: 7.5 m $\eta = 31.6$	x: 7.5 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.3$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	x: 7.5 m $\eta = 46.7$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.7$

Comprobaciones de los estados límite últimos de las diagonales del pórtico de fachada.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N89/N149	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.9$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.9$
N150/N126	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 21.2$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 21.2$
N154/N144	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.2$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.2$
N91/N153	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.8$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.8$
N91/N159	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.8$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.8$
N160/N144	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.2$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.2$
N156/N137	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 21.2$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 21.2$
N94/N155	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.9$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.9$

4.3 Sistema de arriostramiento.

4.3.1 Viga contraviento.

La nave contiene 8 vigas contraviento en total, 4 exteriores y 4 interiores, cada una formada por 2 faldones como el de la siguiente figura:

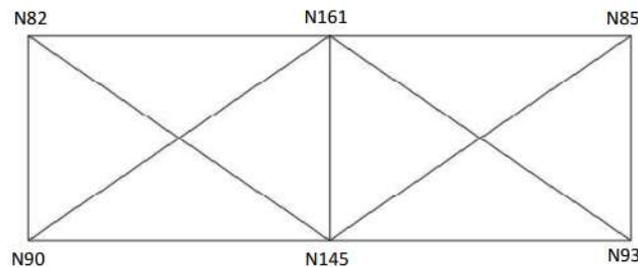


Figura 4. Nudos de viga contraviento tipo.

En el apartado dedicado a esta estructura se analizará el faldón indicado, pues el resto son idénticos a efectos de cálculo. Así, se indica a continuación sus características mecánicas y sus comprobaciones de cumplimiento de los estados límite últimos y de servicio.

**Características mecánicas.**

Tipos de pieza	
Ref	Piezas
2	N90/N93
3	N82/N85
5	N82/N90, N161/N145, N85/N93
8	N90/N161, N161/N93, N82/N145, N145/N85

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	2	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.54
		3	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75
		5	SHS 100x3.0, (Cold Formed SHS)	11.40	4.85	4.85	176.77	176.77	278.63
		8	L 70 x 70 x 6, (L)	8.13	3.84	3.84	36.88	36.88	0.96

Notación:  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**Comprobación de las flechas del faldón de la viga contraviento.**

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N82/N90	5.119	0.00	2.730	2.75	5.119	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N90/N161	6.989	0.00	6.989	0.00	6.407	0.00	5.824	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N161/N93	7.571	0.00	2.330	0.00	7.571	0.00	4.077	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N82/N145	7.571	0.00	5.242	0.00	7.571	0.00	8.736	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N145/N85	5.242	0.00	8.736	0.00	5.824	0.00	8.736	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N161/N145	2.048	0.00	2.730	2.75	3.754	0.00	3.754	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N85/N93	2.048	0.00	2.730	2.75	5.119	0.00	5.119	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N145/N93	2.265	11.49	4.153	11.29	1.888	17.99	4.153	14.59	
	2.265	L/657.1	4.153	L/600.2	2.265	L/660.8	4.153	L/615.7	
N90/N145	3.776	33.12	3.398	26.56	3.776	55.88	3.398	34.56	
	3.776	L/228.0	3.398	L/284.3	3.776	L/228.4	3.398	L/294.2	

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de las jácenas y montantes de la viga contraviento.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{wv}$	Nt	Nc	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>
N82/N161	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 53.6$	x: 7.552 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 59.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.7$
N161/N85	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 3.776 m $\eta = 24.0$	x: 7.552 m $\eta = 0.6$	x: 7.552 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.776 m $\eta = 32.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 7.552 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.2$
N82/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	$\eta = 44.8$	x: 2.73 m $\eta = 4.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 47.9$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.9$
N161/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 54.0$	x: 2.73 m $\eta = 4.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 59.9$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.9$
N85/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 53.5$	x: 2.73 m $\eta = 4.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 59.3$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.3$
N90/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 15.3$	x: 7.552 m $\eta = 44.7$	x: 3.021 m $\eta = 17.5$	x: 7.552 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.552 m $\eta = 64.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 7.552 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 64.3$
N145/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 7.552 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 49.1$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 68.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 68.9$

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de las diagonales de la viga contraviento.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	Nt	Nc	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>	
N90/N161	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 29.4$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 29.4$
N161/N93	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 36.9$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.9$
N82/N145	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 37.1$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.1$
N145/N85	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 18.1$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18.1$

**4.3.2 Arriostramiento lateral.**

La instalación industrial está compuesta por 8 arriostramientos laterales como el de la Fig. 5. Así, se elegirá este para el cálculo de comprobaciones, pues el resto comparten sus características.

A continuación, quedan indicadas las características de este arriostramiento lateral tipo, así como sus comprobaciones de los estados límite último y de servicio.

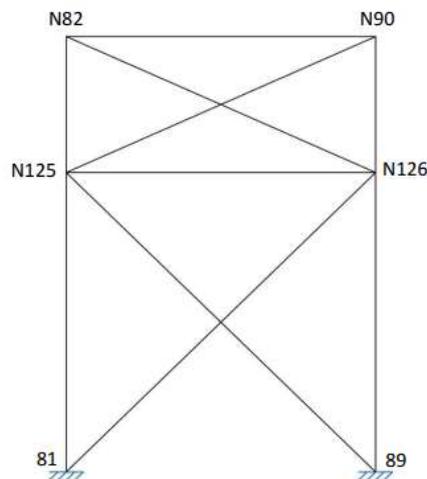


Figura 5. Nudos de arriostramiento lateral tipo.

**Características mecánicas.**

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N89/N90
3	N81/N82
5	N125/N126, N82/N90
7	N81/N126, N126/N82, N89/N125, N125/N90

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		3	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75
		5	SHS 100x3.0, (Cold Formed SHS)	11.40	4.85	4.85	176.77	176.77	278.63
		7	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**Comprobación de las flechas de las barras del arriostramiento lateral.**

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N81/N82	8.000	2.01	6.958	19.77	8.000	3.38	6.958	23.05	
	8.000	L/(>1000)	6.958	L/404.7	8.000	L/(>1000)	7.167	L/405.6	
N89/N90	3.094	6.39	3.094	0.64	2.750	9.32	3.094	1.16	
	3.094	L/876.3	3.094	L/(>1000)	2.750	L/982.2	2.750	L/(>1000)	
N125/N126	4.778	0.00	2.730	2.75	3.413	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N82/N90	5.119	0.00	2.730	2.75	5.119	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N81/N126	5.328	0.00	5.812	0.00	5.328	0.00	6.297	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N126/N82	5.630	0.00	4.504	0.00	5.630	0.00	4.879	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N89/N125	7.266	0.00	6.781	0.00	7.266	0.00	6.297	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N125/N90	0.751	0.00	3.003	0.00	0.375	0.00	2.252	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de los pilares y montantes del arriostramiento lateral.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	Nt	Nc	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N81/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 41.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.5$
N125/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 2.5 m $\eta = 53.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 56.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 56.4$
N126/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 21.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.3$
N125/N126	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 38.7$	x: 2.73 m $\eta = 4.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 41.7$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.7$
N82/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	$\eta = 44.8$	x: 2.73 m $\eta = 4.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 47.9$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.9$

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de las diagonales del arriostramiento lateral.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	Nt	Nc	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N81/N126	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.0$
N126/N82	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.3$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.3$
N89/N125	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.9$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 10.9$
N125/N90	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.1$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.1$

**4.4 Viga perimetral.**

La viga perimetral es el elemento que une las cabezas de los pilares para asegurar el correcto arriostramiento de estas y aportar estabilidad al conjunto. La nave está constituida por 14 vigas perimetrales exteriores, 7 en cada fachada lateral, y 7 vigas perimetrales interiores, siendo ambos conjuntos semejantes a los elegidos en la Fig. 6, respectivamente. En las siguientes tablas quedan reflejadas las características mecánicas de estos segmentos de viga perimetral, así como sus comprobaciones de los estados límite último y de servicio.

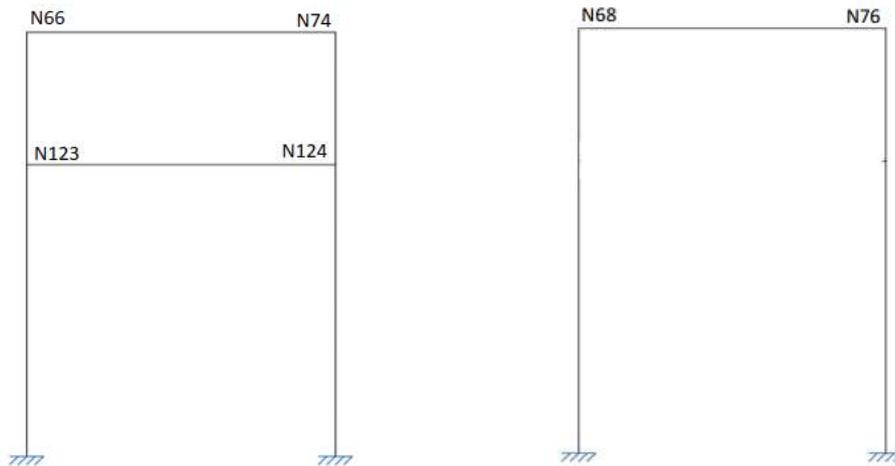


Figura 6. Nudos de vigas perimetrales exterior e interior tipo.

**Características mecánicas.**

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
6	N123/N124, N66/N74, N68/N76

Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	3	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75
		6	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 I<sub>t</sub>: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**Comprobación de las flechas de la viga perimetral.**

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N123/N124	2.730	0.00	2.730	1.30	3.413	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N66/N74	4.778	0.00	2.730	1.30	3.754	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.730	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N68/N76	3.413	0.22	4.095	0.79	3.413	0.43	1.024	1.17	
	3.413	L/(>1000)	4.095	L/(>1000)	3.413	L/(>1000)	1.024	L/(>1000)	

**Comprobaciones de los Estados Límite Últimos de la viga perimetral.**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N123/N124	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 1.8$	x: 2.73 m $\eta = 2.7$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 5.6$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.6$
N66/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.341 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.2$	$\eta = 3.3$	x: 2.73 m $\eta = 2.7$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.73 m $\eta = 8.0$	x: 0.341 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.0$
N68/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 13.8$	$\eta = 20.7$	x: 0 m $\eta = 10.6$	x: 5.46 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.1$	$\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.1$

#### 4.5 Correas.

##### 4.5.1 Correas de cubierta.

La instalación industrial tiene 40 correas de cubierta en total, 10 por cada faldón y a una separación de 1.75m entre cada uno.

Para este elemento estructural se ha elegido el acero conformado S235 en forma de perfil CF-160x2.0, dispuestos con una separación de 1.75 m entre ellos. De acuerdo con su cantidad y geometría, se tiene un peso lineal de 192.07 kg/m y un peso superficial de 3.20 kg/m<sup>2</sup>.

En cuanto a los parámetros de cálculo, se considerará un límite de flecha de L/300, a tres vanos y con fijación rígida.

El dimensionamiento de estas correas culmina con las comprobaciones de resistencia y flecha de las Tablas siguientes, respectivamente:

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 71.72 %

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 97.14 %

Seguidamente se plasma la comprobación del estado límite último de la barra pésima en cubierta.

Perfil: CF-160x2.0 Material: S235									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
		0.869, 60.060, 8.102	0.869, 54.600, 8.102	5.460	6.12	239.6 7	30.47	0.08	- 11.38
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
	β		1.00	0.00		0.00			
	L <sub>k</sub>		5.460	0.000		0.000			
	C <sub>1</sub>		-	1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 5.46 m η = 71.7	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5.46 m η = 14.7	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 71.7	
<p><b>Notación:</b>                      b / t: Relación anchura / espesor  <math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez                      N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción                      N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión                      M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión. Eje Y                      M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión. Eje Z                      M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión biaxial                      V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y                      V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z                      N<sub>t</sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a tracción y flexión                      N<sub>c</sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a compresión y flexión                      NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante, axil y flexión                      M<sub>t</sub>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante                      x: Distancia al origen de la barra                      η: Coeficiente de aprovechamiento (%)                      N.P.: No procede</p> <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.  <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.  <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$

$h / t : \underline{75.5}$  ✓

$b/t \leq 90$

$b / t : \underline{25.5}$  ✓

$c/t \leq 30$

$c / t : \underline{7.8}$  ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c/b \leq 0.6$

$c / b : \underline{0.304}$

Donde:

**h:** Altura del alma.

$h : \underline{151.00}$  mm

**b:** Ancho de las alas.

$b : \underline{51.00}$  mm

**c:** Altura de los rigidizadores.

$c : \underline{15.50}$  mm

**t:** Espesor.

$t : \underline{2.00}$  mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.717} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.869, 54.600, 8.102, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.485} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{y,Ed}^-} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión **M<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{0.677} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

**W<sub>eff</sub>**: Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$\mathbf{W_{eff}} : \underline{29.67} \text{ cm}^3$$

**f<sub>yb</sub>**: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_{yb}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral del ala superior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

**Resistencia a pandeo lateral del ala inferior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión. Eje Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión biaxial** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.147 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.869, 54.600, 8.102, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.558 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>b,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

**V<sub>b,Rd</sub>** : 3.785 t

Donde:

**h<sub>w</sub>**: Altura del alma.

**h<sub>w</sub>** : 155.95 mm

**t**: Espesor.

**t** : 2.00 mm

**φ**: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

**φ** : 90.0 grados

**f<sub>bv</sub>**: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

**f<sub>bv</sub>** : 1274.05 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**λ<sub>w</sub>**: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

**λ<sub>w</sub>** : 0.90

Donde:

**f<sub>yb</sub>**: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>yb</sub>** : 2395.51 kp/cm<sup>2</sup>

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 2140672.78 kp/cm<sup>2</sup>

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a compresión y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante, axil y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

#### 4.5.2 Correas laterales.

La nave tiene 12 cubiertas laterales, 6 por cada fachada lateral y a una separación de 1.50m entre cada uno.

Para este tipo de correa se ha escogido el acero laminado S275 en forma de IPE 100, estando cada correa separada de las demás a 1.50 m. En consecuencia, se tiene un peso lineal de 97.03 kg/m y un peso superficial de 1.62 kg/m<sup>2</sup>.

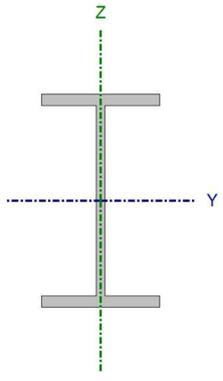
Al igual que las correas de cubierta, se considerará un límite de flecha de L/300 con configuración a tres vanos y fijación rígida.

El dimensionamiento de estas correas culmina con las comprobaciones de resistencia y flecha de las Tablas x e y, respectivamente.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 33.99 %

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 89.28 %

Seguidamente se plasma la comprobación del estado límite último de la barra pésima en lateral.

Perfil: IPE 100 Material: S275								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
		0.000, 60.060, 0.750	0.000, 54.600, 0.750	5.460	10.30	171.00	15.90	1.16
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β	0.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	0.000	5.460	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000				
C <sub>1</sub>	-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ̄	λ <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
pésima en lateral	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.91 m λ <sub>w</sub> ≤ λ <sub>w,máx</sub> Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 5.46 m η = 34.0	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 5.46 m η = 5.0	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.91 m η < 0.1	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 34.0
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (10) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$21.61 \leq 246.60 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>**: Altura del alma.

**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

**A<sub>w</sub>**: Área del alma.

**A<sub>fc,ef</sub>**: Área reducida del ala comprimida.

**k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**f<sub>yf</sub>**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : 88.60 \text{ mm}$$

$$t_w : 4.10 \text{ mm}$$

$$A_w : 3.63 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : 3.14 \text{ cm}^2$$

$$k : 0.30$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yf} : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

### **Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

### **Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

### **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.340 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 54.600, 0.750, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(90°) H1.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.358 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 1.052 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

**W<sub>pl,y</sub>**: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 39.40 \text{ cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

### Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.050} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 54.600, 0.750, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(90°) H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.393} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{7.802} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.06} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{10.30} \text{ cm}^2$$

$b$ : Ancho de la sección.

$$b : \underline{55.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{5.70} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.10} \text{ mm}$$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{7.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**18.20 < 64.71** ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 18.20

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 2395.51 kp/cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.185 t ≤ 3.901 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.910 m del nudo 0.000, 60.060, 0.750, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(90°) H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 0.185 t

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 7.802 t

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

#### 4.6 Placas de Anclaje.

Este apartado corresponde al elemento que actúa de unión entre la viga y la zapata, transmitiendo los esfuerzos desde el primero al segundo. En esta instalación se han usado principalmente 3 tipos de zapata:

- Zapata de pórticos interiores.
- Zapata de pórtico de fachada.
- Zapata de pilar central de pórtico de fachada.

Se va a analizar la justificación del uso de estas placas viendo su cumplimiento en los criterios de geometría y resistencia.

##### 4.6.1 Zapata de pórticos interiores.

###### a) Detalle

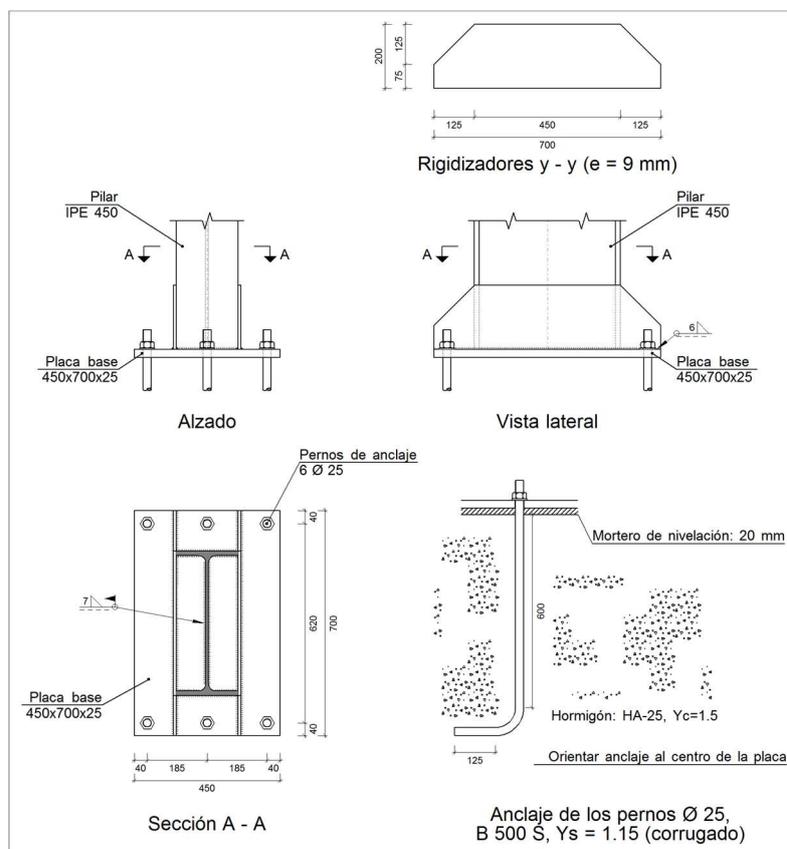
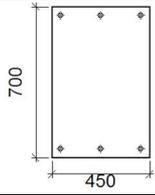
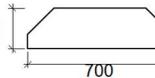


Figura 7. Zapata de pórtico interior.

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		450	700	25	6	25	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		700	200	9	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 81 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 16.991 t Calculado: 14.26 t Máximo: 11.894 t Calculado: 1.282 t Máximo: 16.991 t Calculado: 16.091 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 15.917 t Calculado: 14.26 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2947.38 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 33.372 t Calculado: 1.282 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 697.953 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 698.935 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1542.68 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1542.68 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2023.16 Calculado: 1982.53 Calculado: 8040.24 Calculado: 8040.24	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2145.36 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.202 - Punto de tensión local máxima: (-0.095, 0.225)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -100): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	700	9.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = 100): Soldadura a la placa base		En ángulo	6	700	9.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -100): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 100): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	2742
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x700x25	61.82
	Rigidizadores pasantes	2	700/450x200/75x9	17.57
	Total			79.39
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 670 + 243	21.10
	Total			21.10

4.6.2 Zapata de pórtico de fachada.

a) Detalle

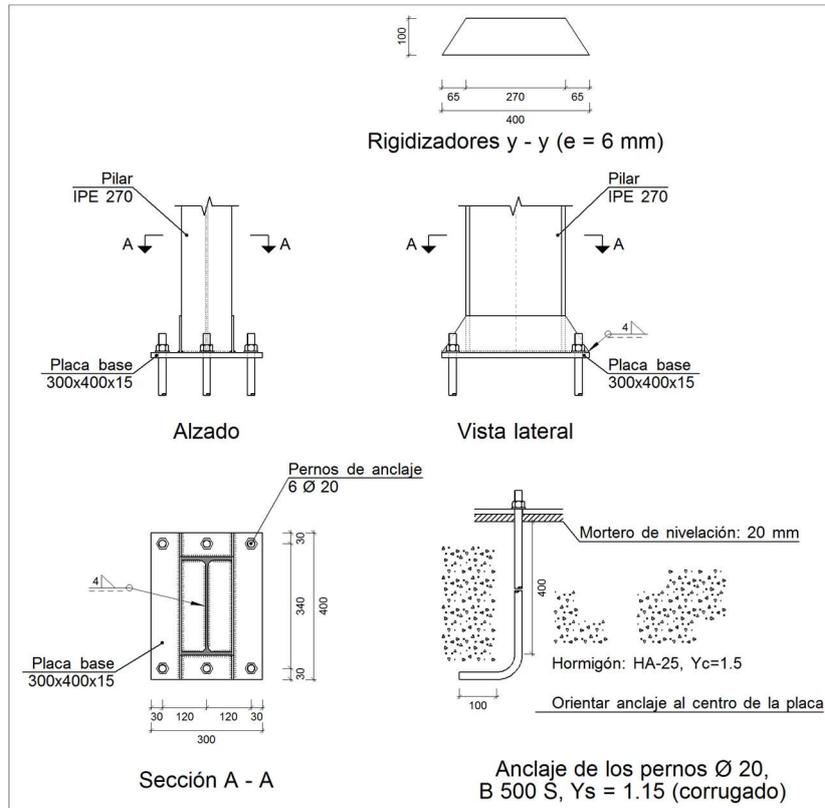
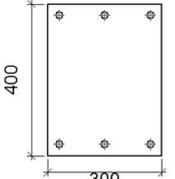
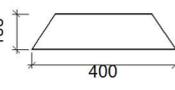


Figura 8. Zapata de pórtico de fachada.

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		300	400	15	6	20	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		400	100	6	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	906	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 120 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 34.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 9.062 t Calculado: 3.017 t Máximo: 6.343 t Calculado: 0.531 t Máximo: 9.062 t Calculado: 3.776 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.179 t Calculado: 3.181 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1067.24 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 16.019 t Calculado: 0.551 t	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 1749.97 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1749.97 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 566.427 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 568.671 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 625.064	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 625.062	Cumple
- Arriba:	Calculado: 26789	Cumple
- Abajo:	Calculado: 26852.1	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 769.619 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0599		
- Punto de tensión local máxima: (0, 0.2)		

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -71): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	6.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	6.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -71): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

### d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2465

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x400x15	14.13
	Rigidizadores pasantes	2	400/270x100/0x6	3.16
	Total			17.29
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 20 - L = 455 + 194	9.61
	Total			9.61

4.6.3 Zapata de pilar central de pórtico de fachada.

a) Detalle

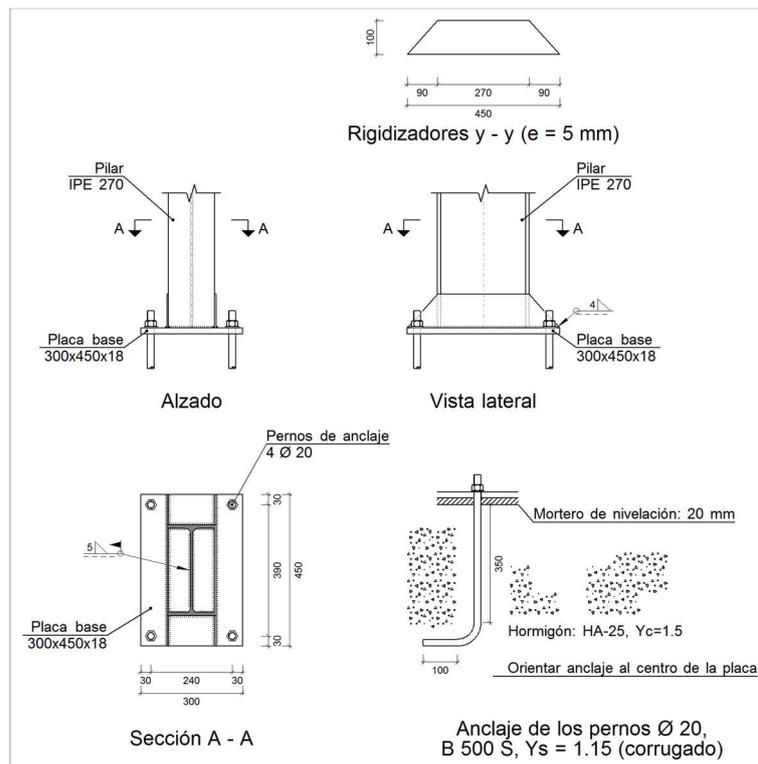
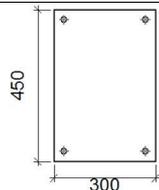


Figura 9. Zapata de pilar central de pórtico de fachada.

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		300	450	18	4	20	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	906	6.6	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 48 mm	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:  - Cortante:  - Tracción + Cortante:	Máximo: 7.929 t Calculado: 5.976 t  Máximo: 5.55 t Calculado: 0.572 t  Máximo: 7.929 t Calculado: 6.794 t	Cumple  Cumple  Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.179 t Calculado: 5.976 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1935.33 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.572 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup>  Calculado: 807.428 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 807.428 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1869.93 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1588.02 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250  Calculado: 6842.78 Calculado: 6842.78 Calculado: 4886.18 Calculado: 6586.2	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.122		

**Cordones de soldadura**

<b>Comprobaciones geométricas</b>								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -70): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 70): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	5.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
<b>Comprobación de resistencia</b>								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Rigidizador y-y (x = -70): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 70): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1759
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	906

<b>Elementos de tornillería</b>			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-20

<b>Placas de anclaje</b>				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x450x18	19.08
	Rigidizadores pasantes	2	450/270x100/0x5	2.83
	Total			21.90
B 500 S, Y <sub>s</sub> = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 408 + 194	5.94
	Total			5.94

### 5. Cimentaciones

Para el elemento que sirve de apoyo para todos los pilares y placas de anclaje de la nave industrial, la cimentación, se han usado zapatas aisladas que se unen mediante vigas de atado a lo largo de toda la estructura perimetral y en la alineación E según la Fig. 1, unión entre ambos pórticos. Así, se pueden distinguir esencialmente 3 tipos de zapatas según la disposición de estas y sus necesidades mecánicas; y 1 tipo de viga de atado que une las zapatas.

Para la situación de estos tipos de zapata se usarán figuras correspondientes al DOCUMENTO II: Planos.

#### 5.1 Zapata exterior de pórtico interior

Estas zapatas se utilizan en el exterior los pórticos interiores, siendo ambas zapatas idénticas pero simétricas de acuerdo con su disposición según la Fig. 10:

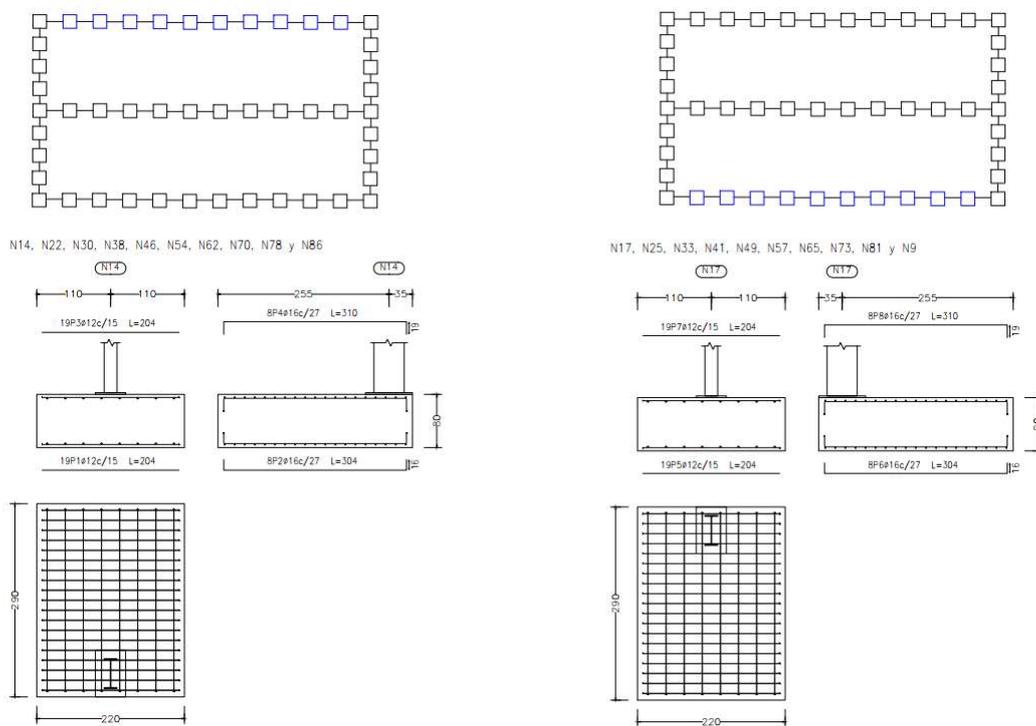


Figura 10. Zapata exterior de pórtico interior.

Para el desarrollo de este tipo de zapata, se estudiarán las comprobaciones de los estados límite últimos en una da ellas, concretamente en la zapata perteneciente al N46.

Referencia: N46		
Dimensiones: 220 x 290 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.03874 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.832 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.341 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N46		
Dimensiones: 220 x 290 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.693 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b> <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 761.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 52.5 %	Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Momento: 2.16 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 29.73 t·m	Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Cortante: 0.97 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.44 t	Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 10.42 t/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
<b>Canto mínimo:</b> <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b>		
- N46:	Mínimo: 60 cm Calculado: 74 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00093	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00093	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
<b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b> <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N46		
Dimensiones: 220 x 290 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 169 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 172 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
<b>Longitud mínima de las patillas:</b>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
<b>Se cumplen todas las comprobaciones</b>		
<b>Información adicional:</b>		
- Zapata de tipo flexible (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		

Referencia: N46		
Dimensiones: 220 x 290 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.68 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 102.99 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 78.13 t		

5.2 Zapata de pórtico de fachada

Estas zapatas se utilizan en los pórticos de fachada según Fig. 11, extraída del DOCUMENTO 2: Planos:

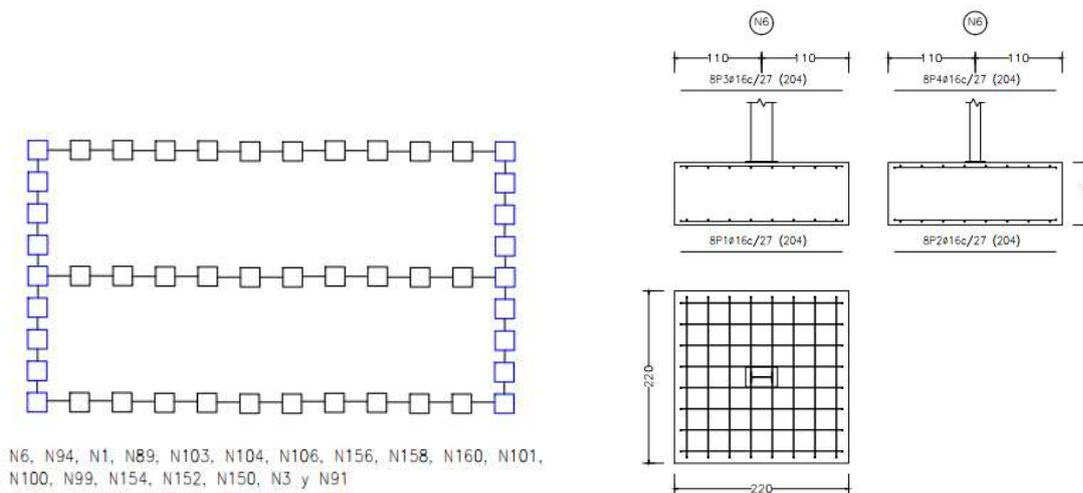


Figura 11. Zapata de pórtico de fachada.

Para el estudio de esta tipología de zapata se estudiará la zapata correspondiente al N100.

Referencia: N100		
Dimensiones: 220 x 220 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.03874 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.302 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.332 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.577 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 58373.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 39.7 %	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N100		
Dimensiones: 220 x 220 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.33 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.49 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.68 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.75 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup>	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 6.49 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N100:	Mínimo: 40 cm	
	Calculado: 73 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N100 Dimensiones: 220 x 220 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 78.06 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 78.06 t		

**5.3 Zapata interior de pórtico interior**

El último tipo de zapata es el del pórtico lateral interior, siendo semejante al del pórtico de fachada pero sometido a cargas y a un perfil de pilar diferentes. Estos son de acuerdo con el de la Fig. 12, extraída del DOCUMENTO II: Planos.

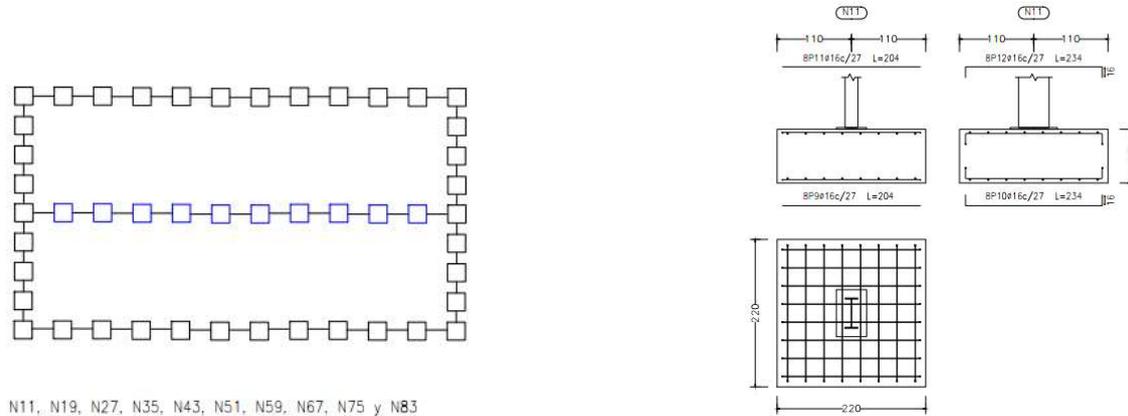


Figura 12. Zapata interior de pórtico interior.

Para el estudio de esta última zapata se escoge la zapata asociada al N35.

Referencia: N35 Dimensiones: 220 x 220 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.03874 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.542 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.628 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.778 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 1152.3 % Reserva seguridad: 64.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 3.77 t·m Momento: 3.36 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 1.68 t Cortante: 0.81 t	Cumple Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N35		
Dimensiones: 220 x 220 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 12.54 t/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>Canto mínimo:</b> <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> - N35:	Mínimo: 60 cm Calculado: 73 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00091 Calculado: 0.00091 Calculado: 0.00091 Calculado: 0.00091	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b> <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600m<sup>2</sup> DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Referencia: N35		
Dimensiones: 220 x 220 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
<b>Longitud mínima de las patillas:</b>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b>		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 78.06 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 78.06 t		

### 5.4 Viga de atado

Para unir las zapatas y aportar mayor solidez y estabilidad a la estructura se utilizan vigas de atado entre todas las zapatas cercanas según la figura siguiente:

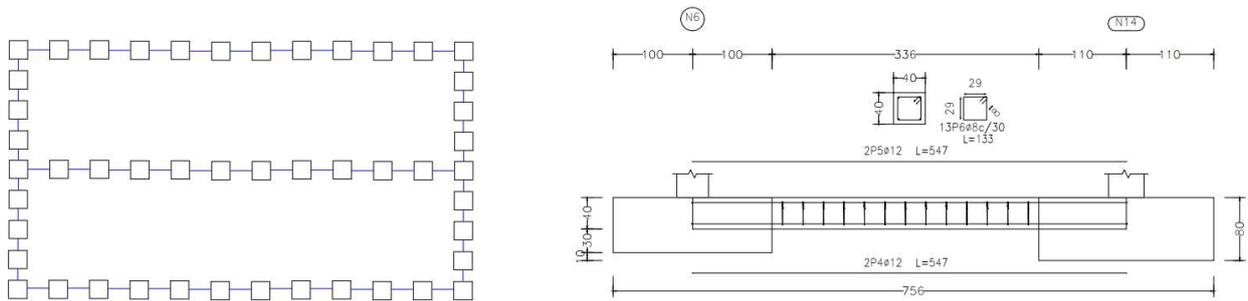
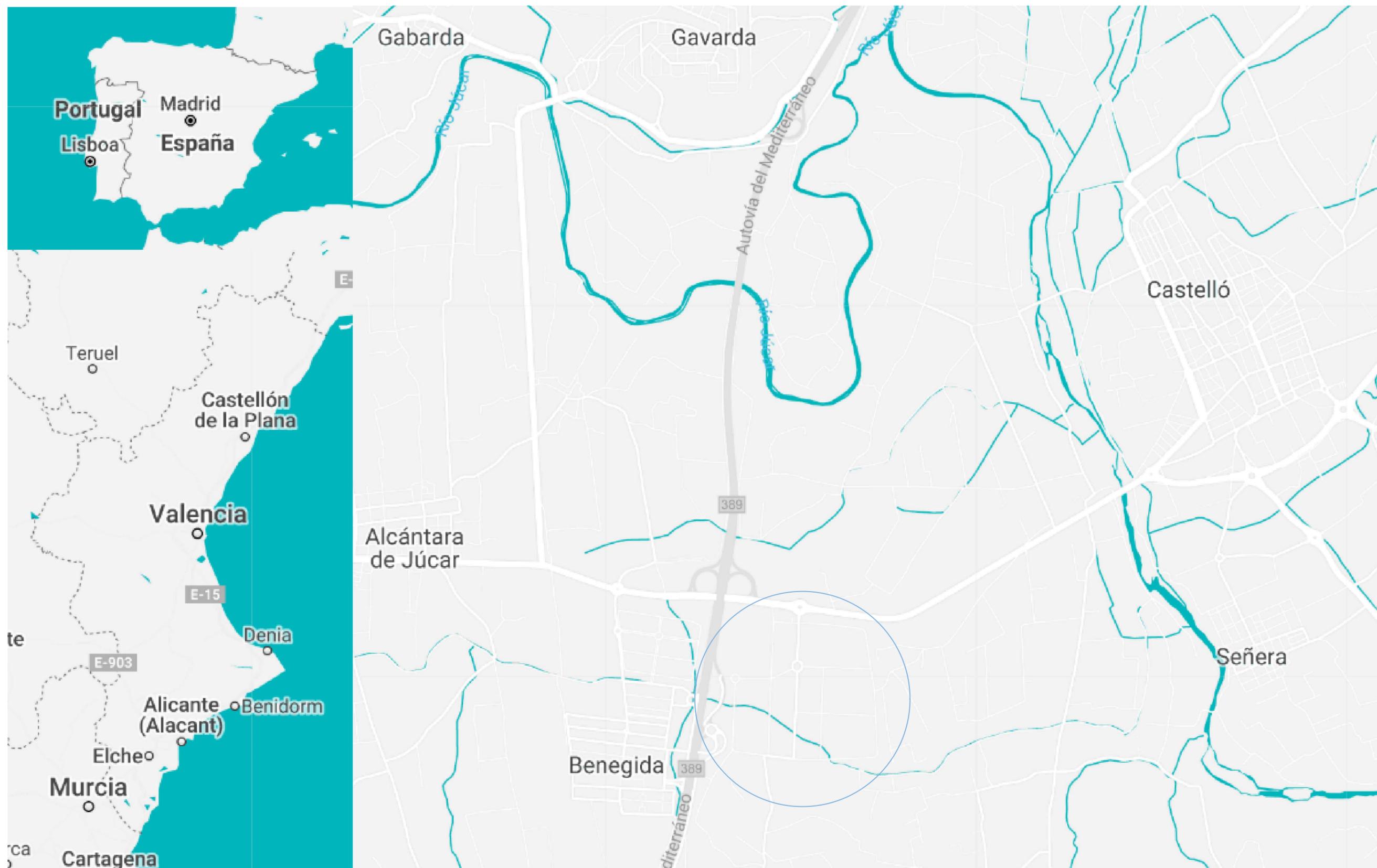


Figura 13. Viga de atado.

Para todas las vigas se ha usado la misma sección transversal, por lo que para el estudio de esta estructura se elegirá una viga de atado concreta, la viga de atado entre N14 y N22.

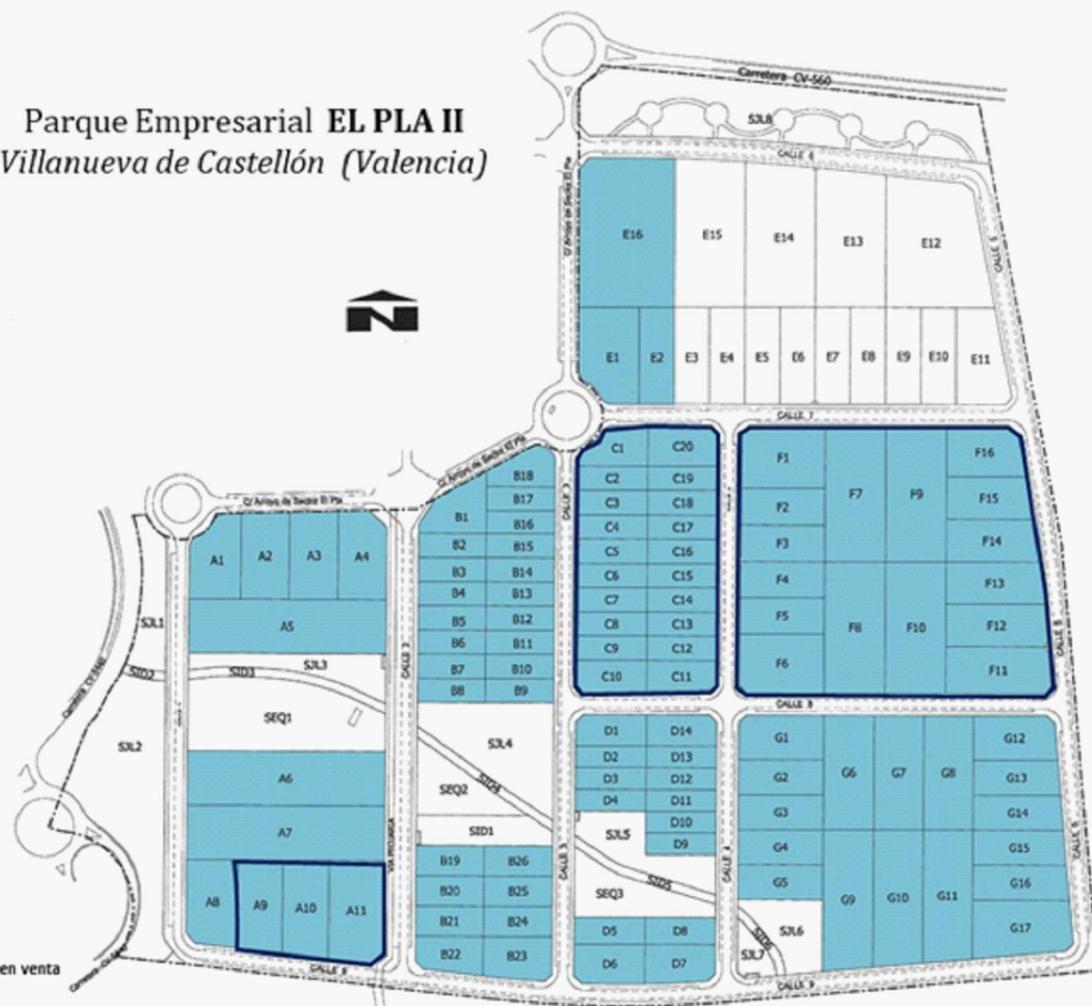
Referencia: C.1 [N14-N22] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

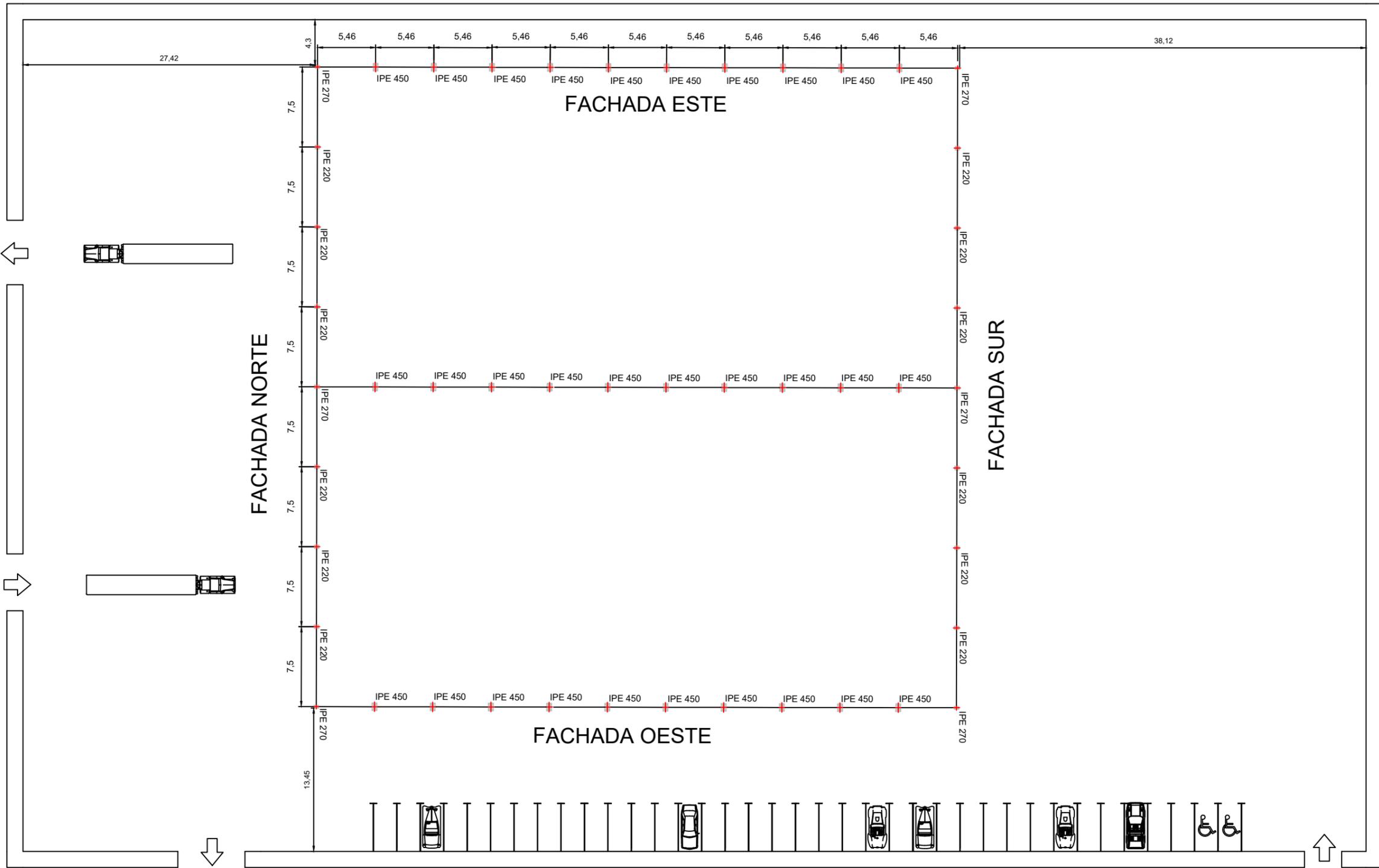
## DOCUMENTO II. PLANOS

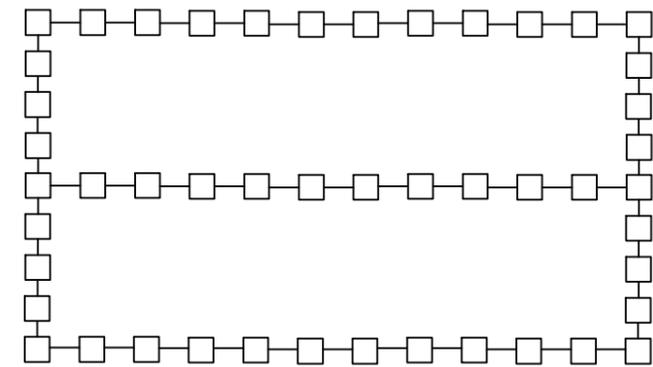
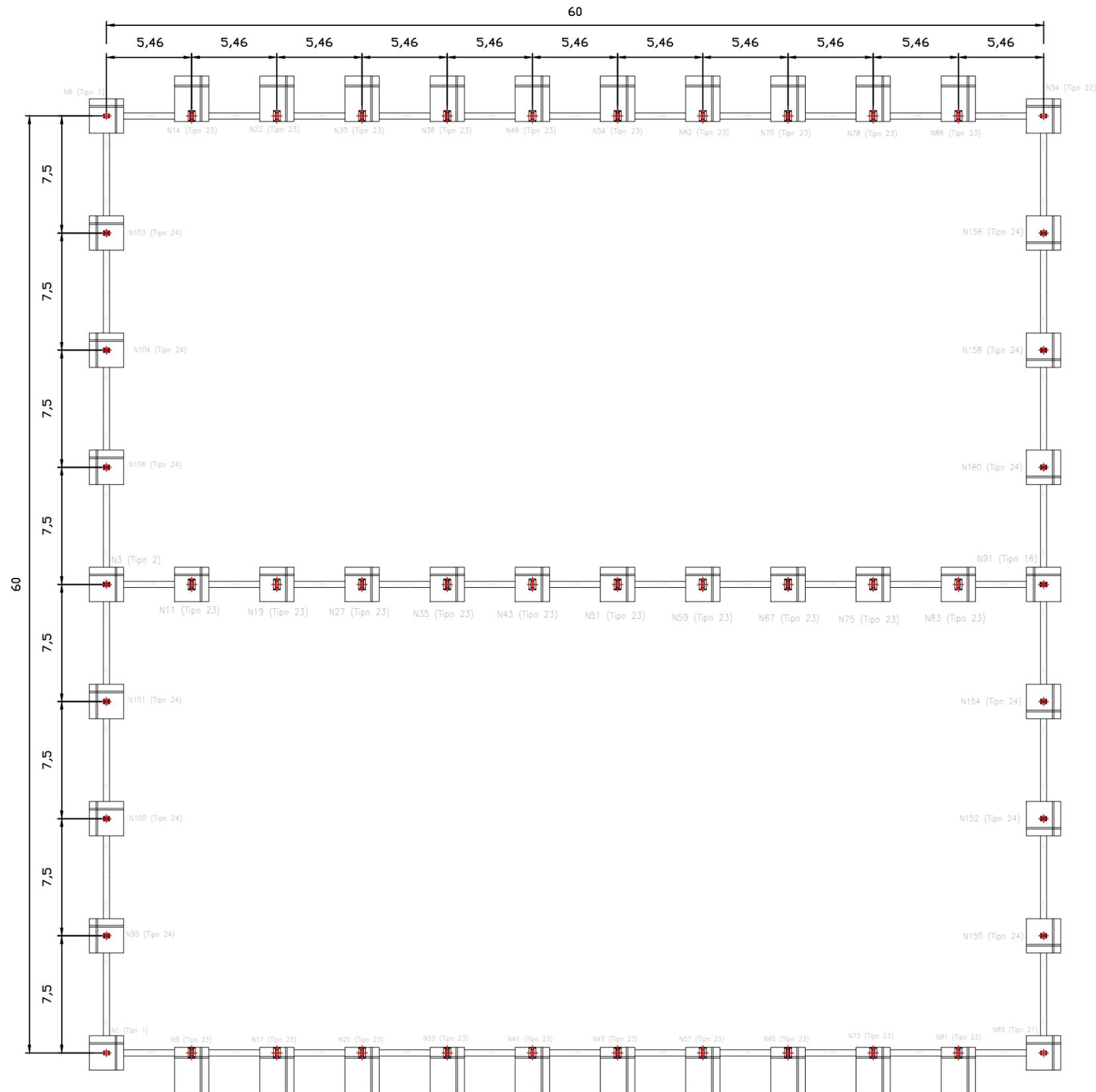




Parque Empresarial EL PLA II  
Villanueva de Castellón (Valencia)

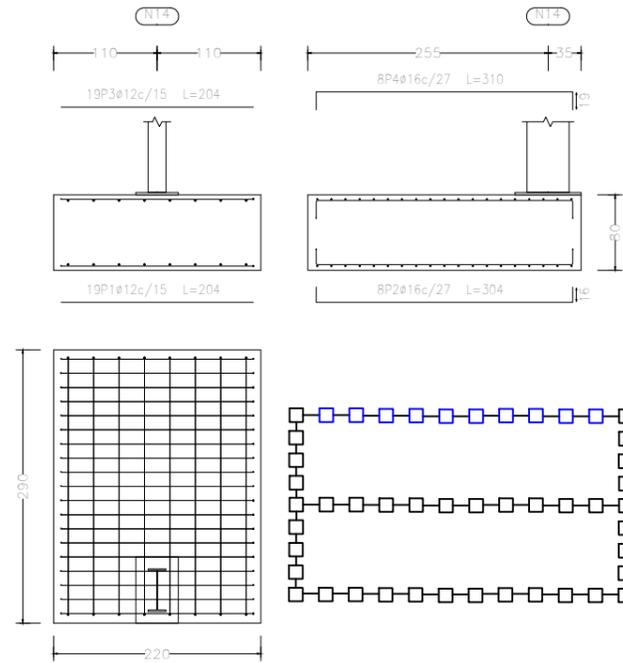




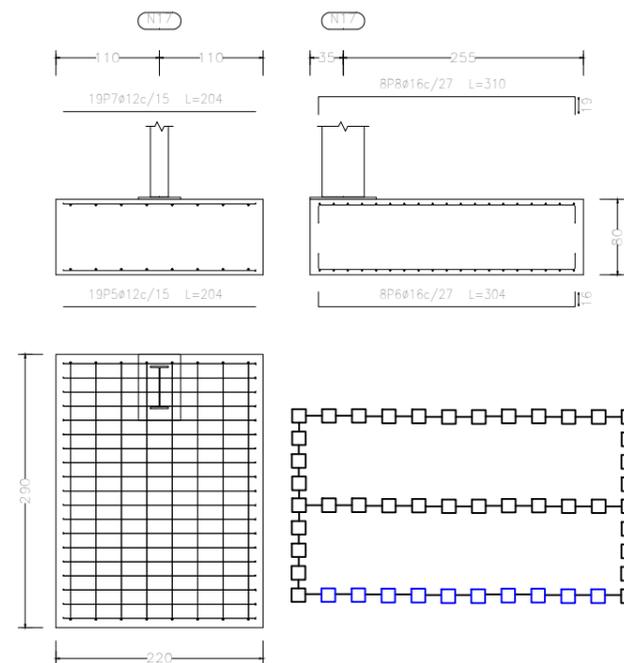


Características de los materiales – Zapatas de cimentación								
Materiales	Hormigón					Acero		
	Control		Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma = 1,50$	HA-25/F/20/XC2	Fluida (10-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma = 1,15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma = 1,50$	HA-25/F/20/XC2	Fluida (10-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma = 1,15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma = 1,25$ $\gamma = 1,50$	Adaptado a la Instrucción CTE Da-Cimentos					
Exposición/ambiente	Terreno	terreno protegido u hormigón de limpieza			XC0	XC1	XC2	XC3
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente			30	35	35	35
Notas								
- Control Estadístico en CE - Solapes según CE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...								
Datos geotécnicos				Recubrimientos nominales				
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm <sup>2</sup> )				<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.</li> <li>2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.</li> <li>3.- Recubrimiento lateral contacto terreno <math>\geq 8</math> cm.</li> <li>4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</li> </ol>				

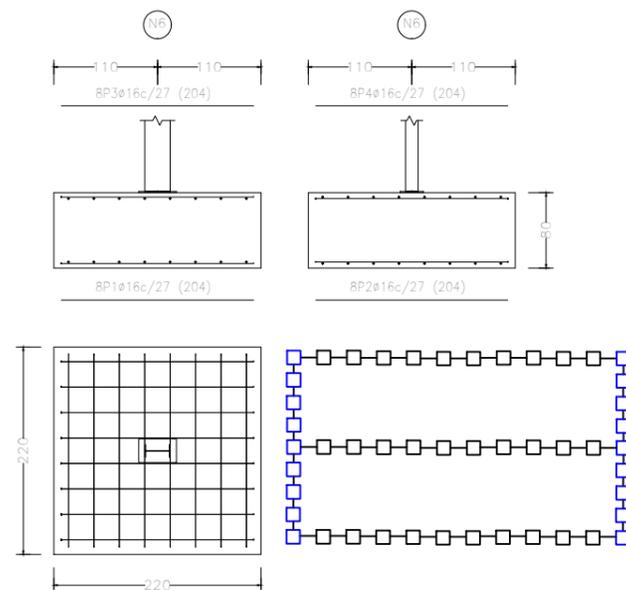
N14, N22, N30, N38, N46, N54, N62, N70, N78 y N86



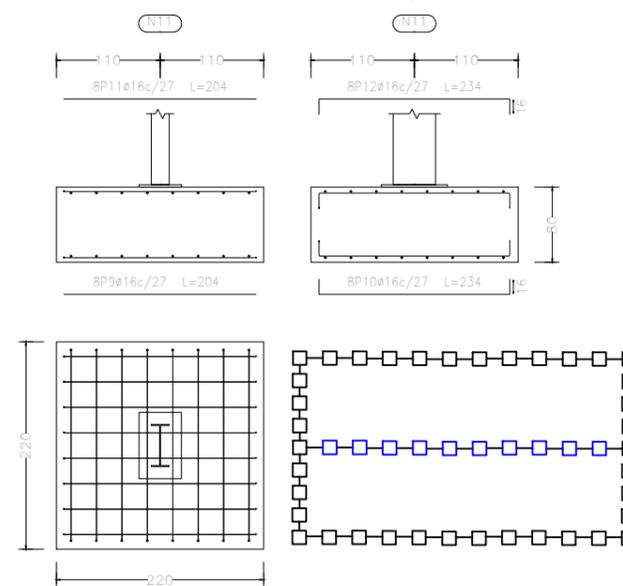
N17, N25, N33, N41, N49, N57, N65, N73, N81 y N9



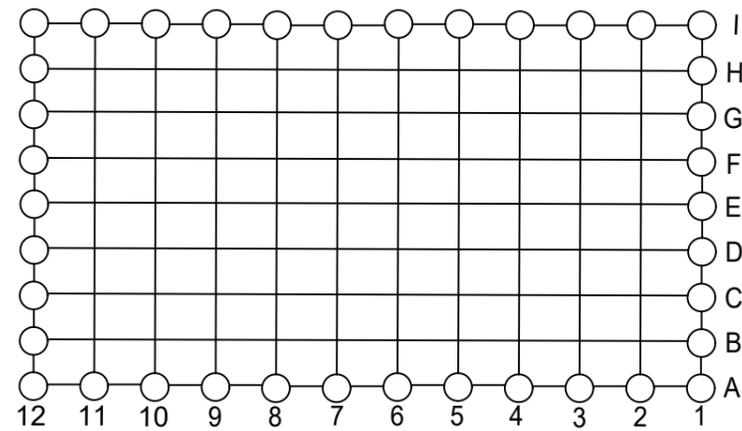
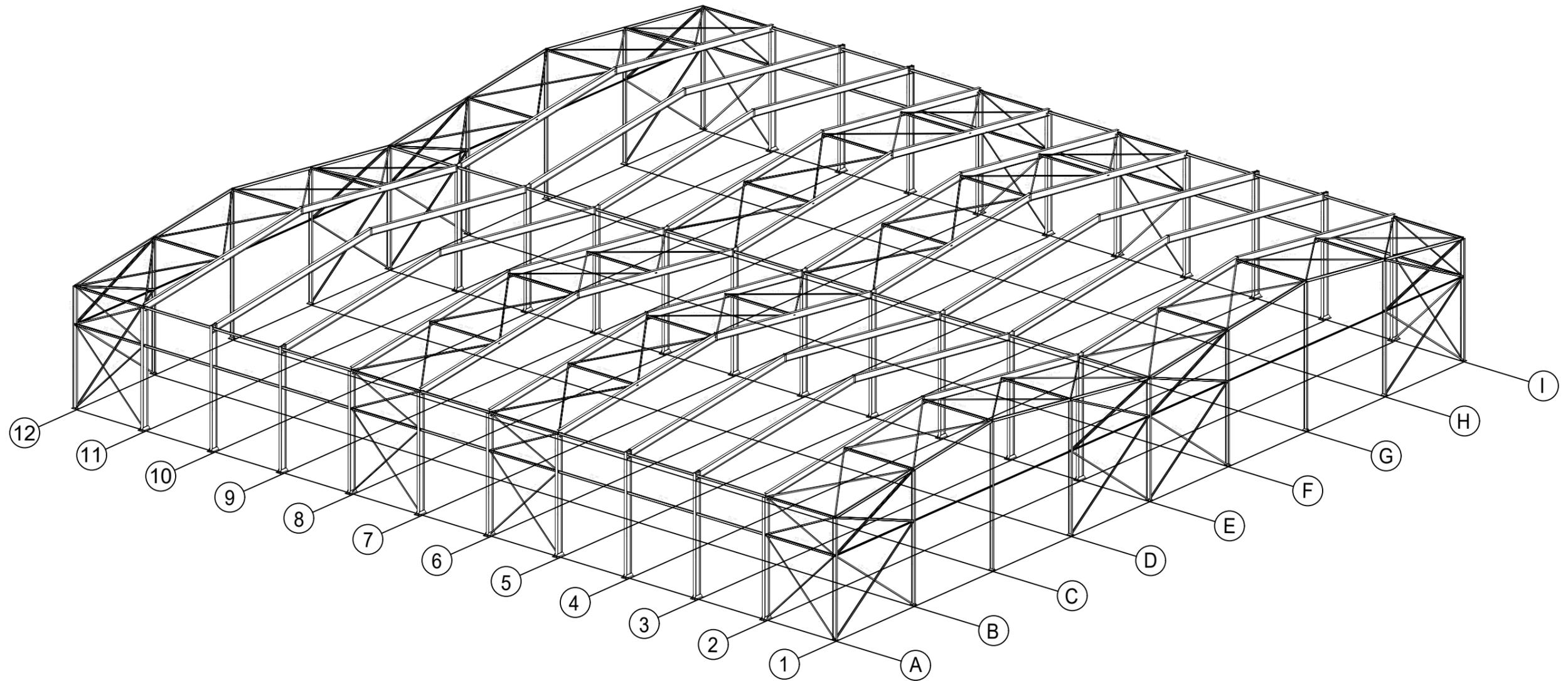
N6, N94, N1, N89, N103, N104, N106, N156, N158, N160, N101, N100, N99, N154, N152, N150, N3 y N91

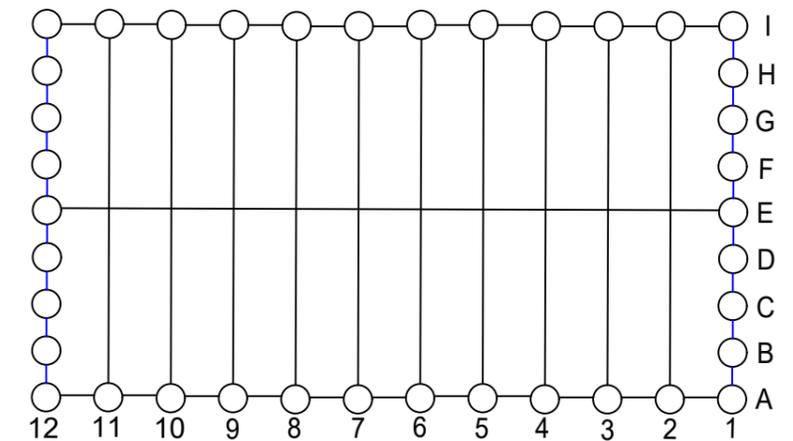
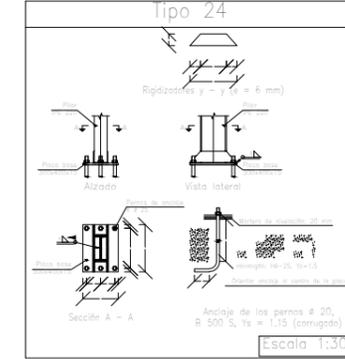
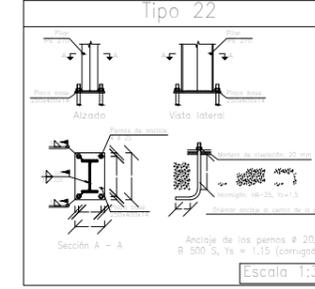
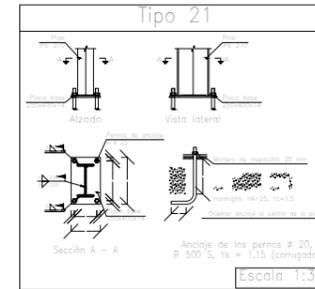
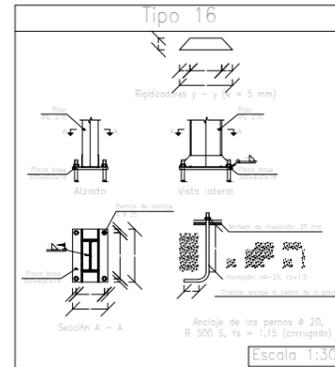
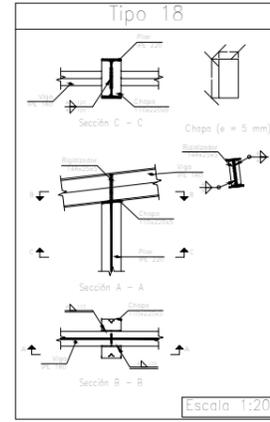
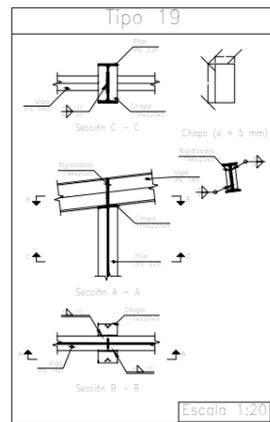
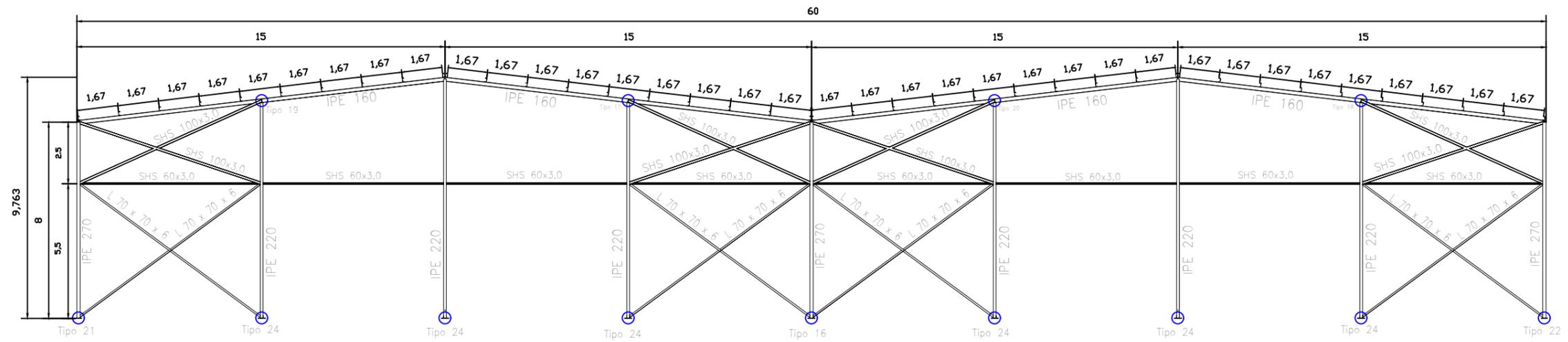


N11, N19, N27, N35, N43, N51, N59, N67, N75 y N83

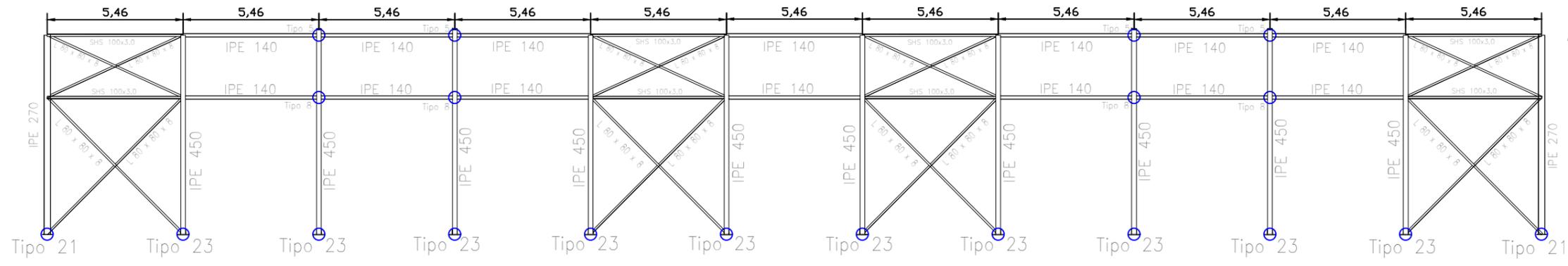


Características de los materiales - Zapatas de cimentación							
Materiales	Hormigón					Acero	
	Control		Características			Control	Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde. Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/F/20/XC2	Fluida (15-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$ B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/F/20/XC2	Fluida (15-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$ B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_Q=1.35$ $\gamma_Q=1.50$	Adaptado a la Instrucción CTE Db-Cimientos				
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza		X0	XC1	XC2	XC3
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	35	35
Notas							
- Control Estadístico en CE - Solapes según CE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...							
Datos geotécnicos		Recubrimientos nominales					
Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm <sup>2</sup> )		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.</li> <li>2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.</li> <li>3.- Recubrimiento lateral contacto terreno <math>\geq</math> 8 cm.</li> <li>4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</li> </ol>					

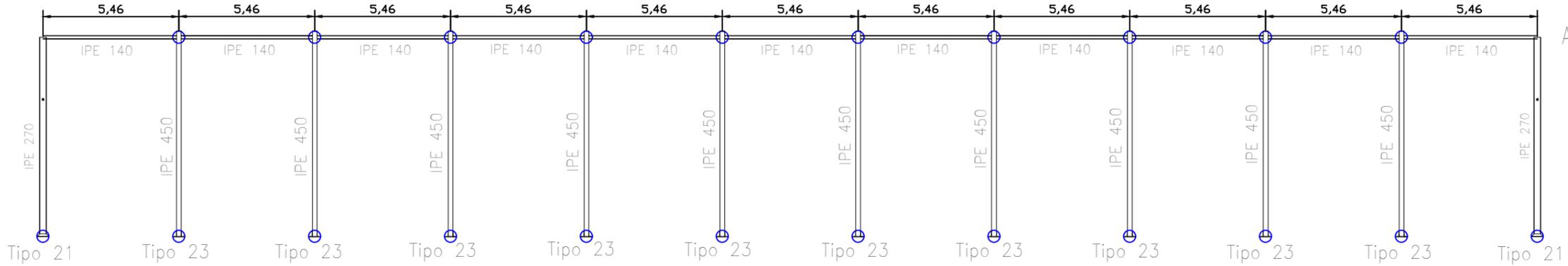




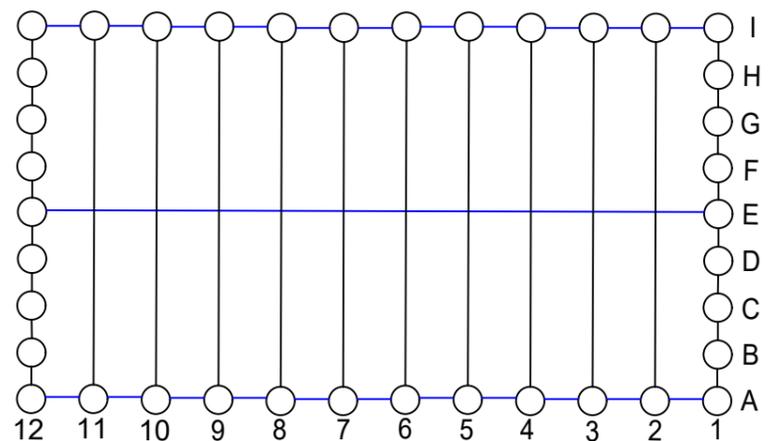
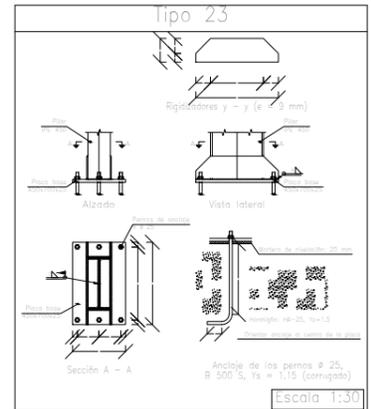
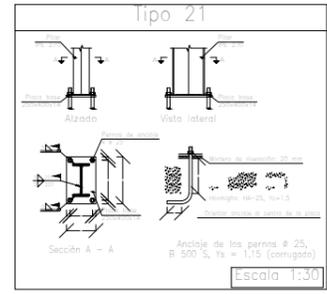
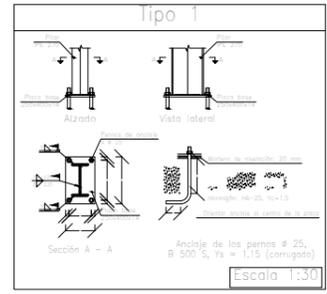
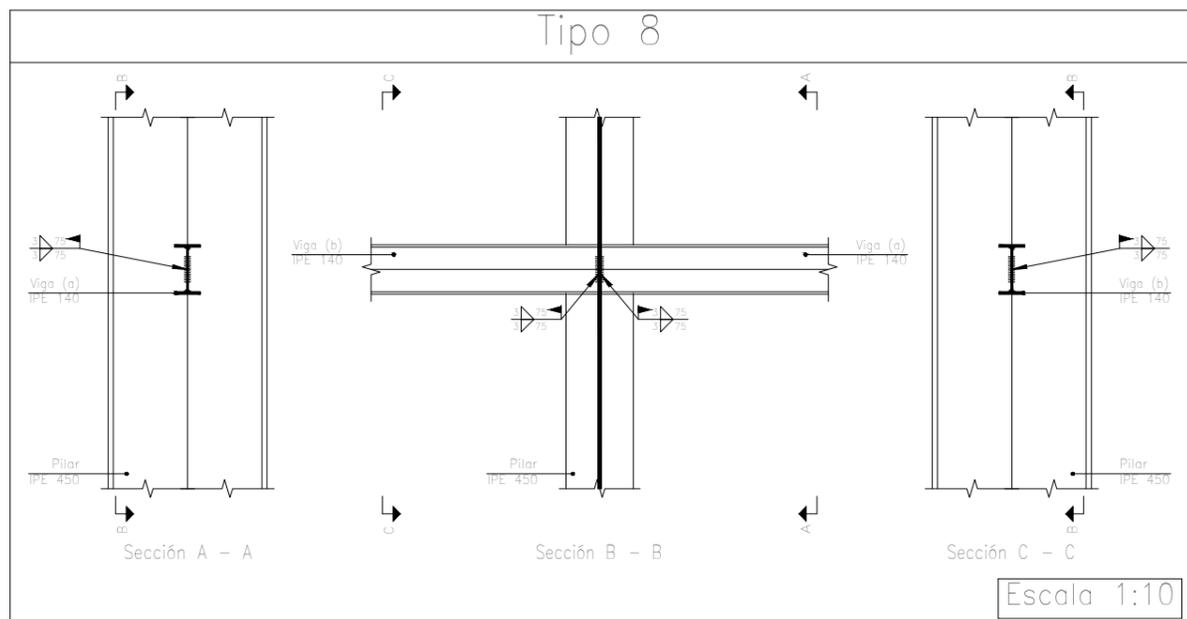


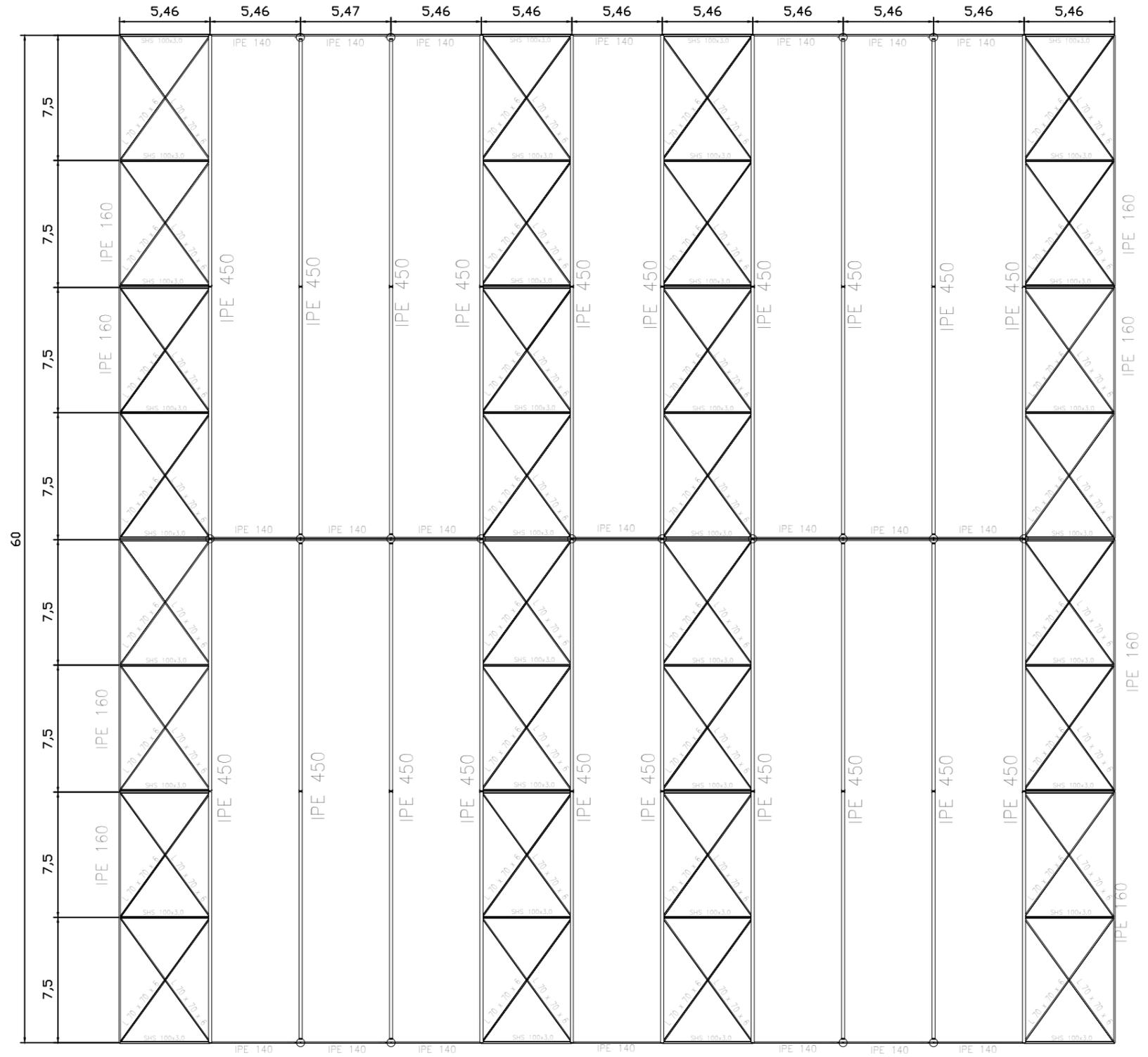


ALINEACIONES A e I

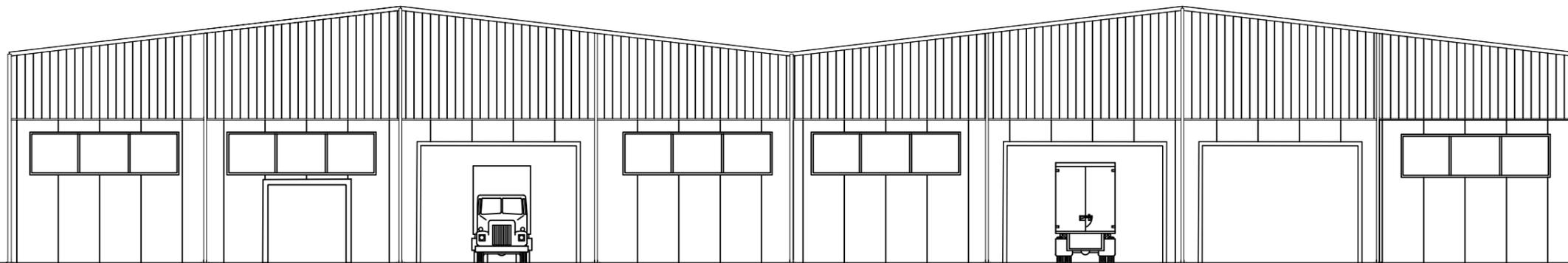


ALINEACIÓN E

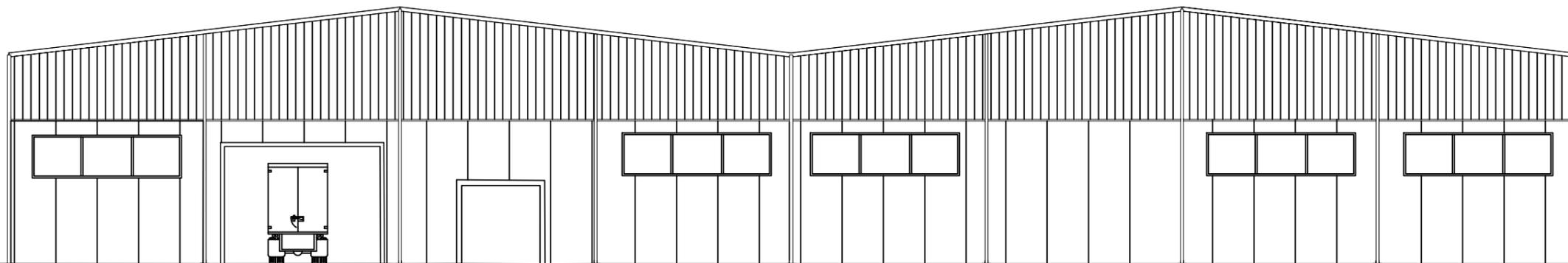




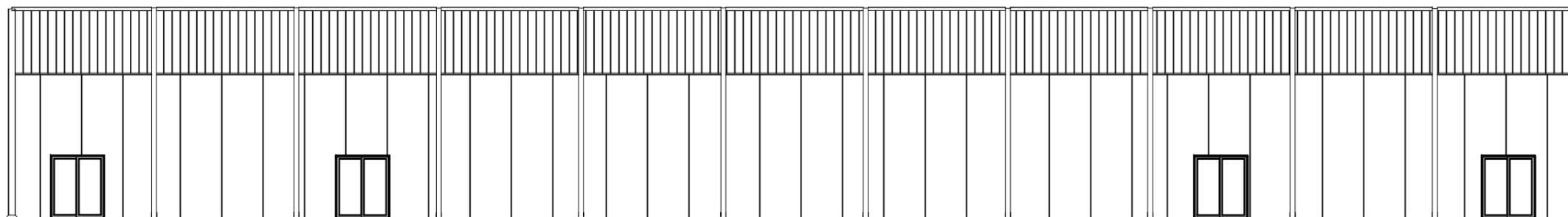
ALINEACIÓN 12



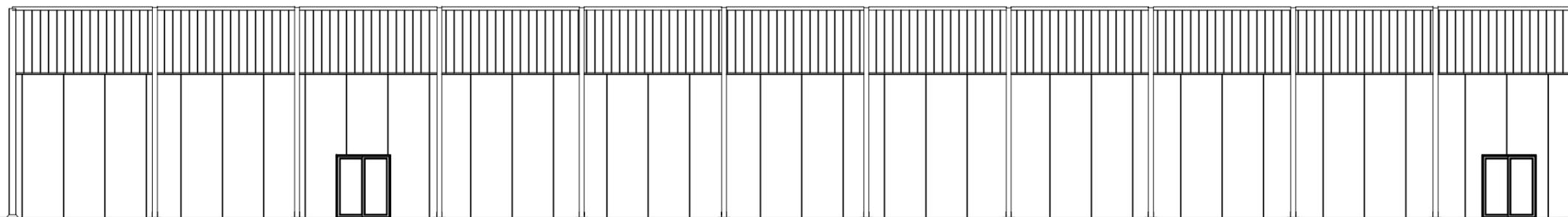
ALINEACIÓN 1



ALINEACIÓN A



ALINEACIÓN I



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE 3600 M2 DEDICADA A UTILLAJES Y AUTOMATISMOS SITUADA EN VILLANUEVA DE CASTELLÓN

Plano: CERRAMIENTOS DE FACHADA

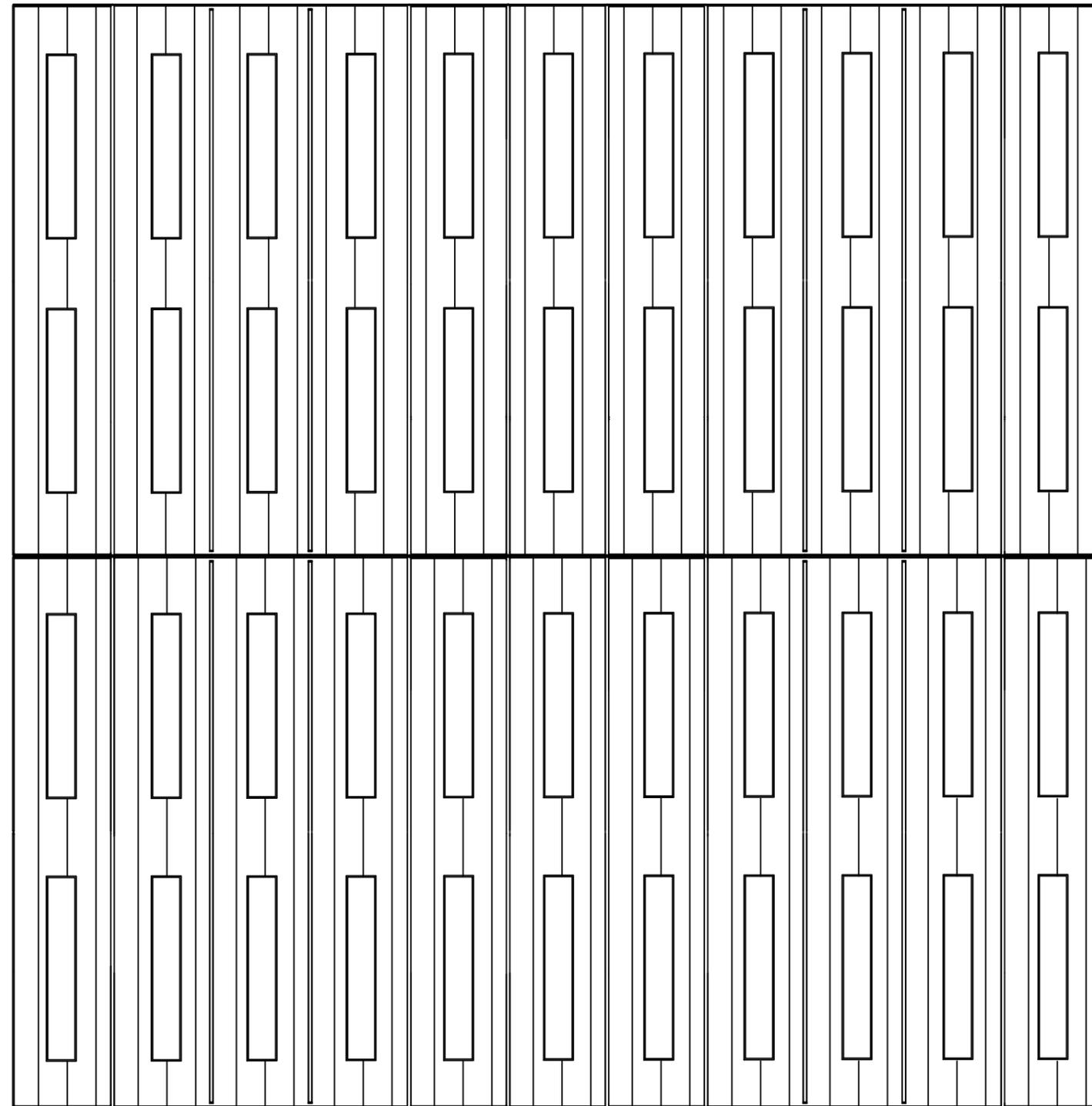
Autor: Dave-León Kaidanov Solomatin

Fecha: JUNIO 2022

Escala: 1:200

Nº Plano:

5.1



## DOCUMENTO III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

## Índice

Contextualización.	2
Acondicionamiento del terreno.	3
Cimentaciones.	4
Estructuras.	6
Elementos Constructivos.	9
Urbanización Interior de la Parcela.	13
Resumen del Presupuesto.	14

## Contextualización.

Este presupuesto desglosa el coste de la instalación industrial según los elementos que la forman. No se han indicado los costes unitarios de la mano de obra ni los costes indirectos para no saturar el documento, pero se ha tenido en cuenta en el desarrollo del presupuesto en el programa “Arquímedes”. Las mediciones se extraen del ANEXO I: Cálculos, del DOCUMENTO II: Planos, y del propio archivo de “Cype3D” que se ha usado para generar la estructura, cuyas mediciones ha tenido en cuenta “Arquímedes”.

Tras indicar el coste de todos los elementos, al final se añadirán los Gastos Generales, el Beneficio Industrial y el Impuesto de Valor Añadido con tal de obtener el Presupuesto Base de Licitación.

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del Terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1.- Movimiento de tierras en edificación.</b>					
<b>1.1.1.- Desbroce y limpieza</b>					
1.1.1.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.			
		Total m <sup>2</sup> .....	9.796,000	1,18	11.559,28
<b>Total subcapítulo 1.1.1.- Desbroce y limpieza:</b>					<b>11.559,28</b>
<b>1.1.2.- Excavaciones</b>					
1.1.2.1	M <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.			
		Total m <sup>3</sup> .....	210,266	27,40	5.761,29
<b>Total subcapítulo 1.1.2.- Excavaciones:</b>					<b>5.761,29</b>
<b>Total subcapítulo 1.1.- Movimiento de tierras en edificación.:</b>					<b>17.320,57</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del Terreno :</b>					<b>17.320,57</b>

Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>2.1.- Regularización</b>						
<b>2.1.1.- Hormigón de limpieza</b>						
2.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>				
			Total m <sup>2</sup> .....	339,940	8,17	2.777,31
					<b>Total subcapítulo 2.1.1.- Hormigón de limpieza:</b>	<b>2.777,31</b>
					<b>Total subcapítulo 2.1.- Regularización:</b>	<b>2.777,31</b>
<b>2.2.- Superficiales</b>						
<b>2.2.1.- Zapatas</b>						
2.2.1.1	M <sup>3</sup>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 15,6 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>				
			Total m <sup>3</sup> .....	178,596	134,01	23.933,65
					<b>Total subcapítulo 2.2.1.- Zapatas:</b>	<b>23.933,65</b>
					<b>Total subcapítulo 2.2.- Superficiales:</b>	<b>23.933,65</b>

**Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>2.3.- Arriostramientos</b>					
<b>2.3.1.- Vigas entre zapatas</b>					
2.3.1.1	M³	<p>Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50,5 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
		<b>Total m³ .....:</b>	<b>31,670</b>	<b>194,01</b>	<b>6.144,30</b>
<b>Total subcapítulo 2.3.1.- Vigas entre zapatas:</b>					<b>6.144,30</b>
<b>Total subcapítulo 2.3.- Arriostramientos:</b>					<b>6.144,30</b>
<b>2.4.- Gestión de residuos</b>					
2.4.1	M³	<p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.</p>			
		<b>Total m³ .....:</b>	<b>252,310</b>	<b>4,45</b>	<b>1.122,78</b>
<b>Total subcapítulo 2.4.- Gestión de residuos:</b>					<b>1.122,78</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :</b>					<b>33.978,04</b>

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.- Acero</b>					
<b>3.1.1.- Pilares</b>					
3.1.1.1	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x700 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 93,781 cm de longitud total. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
Total Ud .....:			30,000	519,28	15.578,40
3.1.1.2	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x450 mm y espesor 18 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 64,3398 cm de longitud total. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
Total Ud .....:			2,000	110,41	220,82
3.1.1.3	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x400 mm y espesor 15 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 64,0398 cm de longitud total. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
Total Ud .....:			16,000	140,98	2.255,68
<b>Total subcapítulo 3.1.1.- Pilares:</b>					<b>18.054,90</b>

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.2.- Estructuras ligeras para cubiertas</b>					
3.1.2.1	Kg	<p>Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p>			
		Total kg .....	11.534,000	3,77	43.483,18
3.1.2.2	Kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p>			
		Total kg .....	5.821,000	3,07	17.870,47
<b>Total subcapítulo 3.1.2.- Estructuras ligeras para cubiertas:</b>					<b>61.353,65</b>
<b>3.1.3.- Montajes industrializados</b>					
3.1.3.1	Kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p>			
		Total kg .....	3.732,000	2,59	9.665,88
3.1.3.2	Kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p>			
		Total kg .....	74.733,090	2,59	193.558,70

**Presupuesto parcial nº 3 Estructuras**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>	
3.1.3.3	Kg	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p>				
			Total kg .....:	6.880,800	2,59	17.821,27
			<i>Total subcapítulo 3.1.3.- Montajes industrializados:</i>			<i>221.045,85</i>
			<i>Total subcapítulo 3.1.- Acero:</i>			<i>300.454,40</i>
			<b>Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras :</b>			<b>300.454,40</b>

Presupuesto parcial nº 4 Elementos Constructivos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>4.1.- Nivelación de la parcela.</b>						
<b>4.1.1.- Soleras</b>						
4.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, con aditivo hidrófugo, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 S 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado mecánico mediante extendedora, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado mecánico de la superficie. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p>				
			Total m <sup>2</sup> .....	3.600,000	34,13	122.868,00
<b>Total subcapítulo 4.1.1.- Soleras:</b>					<b>122.868,00</b>	
<b>Total subcapítulo 4.1.- Nivelación de la parcela.:</b>					<b>122.868,00</b>	

**4.2.- Fachadas y particiones**

**4.2.1.- Carpintería, vidrios y protecciones solares**

**4.2.1.1.- Puertas automáticas de acceso peatonal**

**4.2.1.1.1.- Correderas**

4.2.1.1.1.1	Ud	<p>Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Instalación del cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia. Colocación de los perfiles y de los elementos de acabado. Colocación del perfil de neopreno en el perímetro de las hojas de vidrio. Montaje de las hojas. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
			Total Ud .....	6,000	2.334,70	14.008,20
<b>Total subcapítulo 4.2.1.1.1.- Correderas:</b>					<b>14.008,20</b>	
<b>Total subcapítulo 4.2.1.1.- Puertas automáticas de acceso peatonal:</b>					<b>14.008,20</b>	

Presupuesto parcial nº 4 Elementos Constructivos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>4.2.1.2.- Carpintería</b>						
<b>4.2.1.2.1.- De aluminio</b>						
4.2.1.2.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Carpintería de aluminio anodizado color natural, con espesor mínimo de 15 micras, en cerramiento de zaguanes de entrada al edificio, formada por hojas fijas y practicables; certificado de conformidad marca de calidad EWAA EURAS (QUALANOD), gama básica, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210, sin premarco; compuesta por perfiles extrusionados formando cercos y hojas de 1,5 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, herrajes de colgar, cerradura, manivela y abrepuestas, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.</p> <p>Incluye: Colocación de la carpintería. Ajuste final de las hojas. Sellado de juntas perimetrales. Criterio de medición de proyecto: Superficie del hueco a cerrar, medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, con las dimensiones del hueco, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.</p>	Total m <sup>2</sup> .....	94,000	143,67	13.504,98
<b>Total subcapítulo 4.2.1.2.1.- De aluminio:</b>					<b>13.504,98</b>	
<b>Total subcapítulo 4.2.1.2.- Carpintería:</b>					<b>13.504,98</b>	
<b>4.2.1.3.- Puertas de uso industrial</b>						
4.2.1.3.1	Ud	<p>Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Total Ud .....	4,000	4.612,95	18.451,80
4.2.1.3.2	Ud	<p>Puerta seccional industrial, de 3x3 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Total Ud .....	2,000	3.638,28	7.276,56

Presupuesto parcial nº 4 Elementos Constructivos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<i>Total subcapítulo 4.2.1.3.- Puertas de uso industrial:</i>					<b>25.728,36</b>
<i>Total subcapítulo 4.2.1.- Carpintería, vidrios y protecciones solares:</i>					<b>53.241,54</b>

4.2.2.- Fachada pesada

4.2.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón

- 4.2.2.1.1 M<sup>2</sup> Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, con los bordes machihembrados, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición vertical, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada, apuntalamientos, piezas especiales, elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las juntas horizontales. Totalmente montado.  
 Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada.  
 Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Total m<sup>2</sup> .....:            1.174,000                    77,53                    91.020,22

*Total subcapítulo 4.2.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón:*                    91.020,22

*Total subcapítulo 4.2.2.- Fachada pesada:*                    91.020,22

4.2.3.- Fachadas ligeras

4.2.3.1.- Fachadas ligeras metálicas

- 4.2.3.1.1 M<sup>2</sup> Fachada de paneles sándwich aislantes, de 40 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.  
 Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.  
 Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.  
 Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.

Total m<sup>2</sup> .....:            677,140                    60,95                    41.271,68

*Total subcapítulo 4.2.3.1.- Fachadas ligeras metálicas:*                    41.271,68

*Total subcapítulo 4.2.3.- Fachadas ligeras:*                    41.271,68

*Total subcapítulo 4.2.- Fachadas y particiones:*                    185.533,44

Presupuesto parcial nº 4 Elementos Constructivos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>4.3.- Cubiertas</b>						
<b>4.3.1.- Componentes de cubiertas inclinadas</b>						
<b>4.3.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich</b>						
4.3.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 40 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.</p>				
			Total m <sup>2</sup> .....	3.636,000	33,79	122.860,44
<b>Total subcapítulo 4.3.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich:</b>					<b>122.860,44</b>	
<b>Total subcapítulo 4.3.1.- Componentes de cubiertas inclinadas:</b>					<b>122.860,44</b>	
<b>4.3.2.- Lucernarios</b>						
<b>4.3.2.1.- De placas translúcidas sintéticas</b>						
4.3.2.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 8 m, revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, perfiles universales de aluminio con gomas de estanqueidad de EPDM, tornillos de acero inoxidable y piezas especiales para la colocación de las placas. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfiles de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>				
			Total m <sup>2</sup> .....	552,000	323,74	178.704,48
<b>Total subcapítulo 4.3.2.1.- De placas translúcidas sintéticas:</b>					<b>178.704,48</b>	
<b>Total subcapítulo 4.3.2.- Lucernarios:</b>					<b>178.704,48</b>	
<b>Total subcapítulo 4.3.- Cubiertas:</b>					<b>301.564,92</b>	
<b>Total presupuesto parcial nº 4 Elementos Constructivos :</b>					<b>609.966,36</b>	

Presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>5.1.- Pavimentos exteriores</b>					
<b>5.1.1.- De aglomerado asfáltico</b>					
5.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Capa de 7 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.</p> <p>Incluye: Replanteo de niveles. Transporte de la mezcla bituminosa. Extensión de la mezcla bituminosa. Compactación de la capa de mezcla bituminosa. Ejecución de juntas transversales y longitudinales en la capa de mezcla bituminosa. Limpieza final.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la capa base.</p>			
		Total m <sup>2</sup> .....	6.196,000	9,75	60.411,00
		<b>Total subcapítulo 5.1.1.- De aglomerado asfáltico:</b>			<b>60.411,00</b>
		<b>Total subcapítulo 5.1.- Pavimentos exteriores:</b>			<b>60.411,00</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 5 Urbanización interior de la parcela :</b>			<b>60.411,00</b>

---

<b>1 Acondicionamiento del Terreno</b>	<b>17.320,57</b>
1.1.- Movimiento de tierras en edificación.	17.320,57
1.1.1.- Desbroce y limpieza	11.559,28
1.1.2.- Excavaciones	5.761,29
<b>2 Cimentaciones</b>	<b>33.978,04</b>
2.1.- Regularización	2.777,31
2.1.1.- Hormigón de limpieza	2.777,31
2.2.- Superficiales	23.933,65
2.2.1.- Zapatas	23.933,65
2.3.- Arriostramientos	6.144,30
2.3.1.- Vigas entre zapatas	6.144,30
2.4.- Gestión de residuos	1.122,78
<b>3 Estructuras</b>	<b>300.454,40</b>
3.1.- Acero	300.454,40
3.1.1.- Pilares	18.054,90
3.1.2.- Estructuras ligeras para cubiertas	61.353,65
3.1.3.- Montajes industrializados	221.045,85
<b>4 Elementos Constructivos</b>	<b>609.966,36</b>
4.1.- Nivelación de la parcela.	122.868,00
4.1.1.- Soleras	122.868,00
4.2.- Fachadas y particiones	185.533,44
4.2.1.- Carpintería, vidrios y protecciones solares	53.241,54
4.2.1.1.- Puertas automáticas de acceso peatonal	14.008,20
4.2.1.1.1.- Correderas	14.008,20
4.2.1.1.2.- Carpintería	13.504,98
4.2.1.1.2.1.- De aluminio	13.504,98
4.2.1.1.3.- Puertas de uso industrial	25.728,36
4.2.2.- Fachada pesada	91.020,22
4.2.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón	91.020,22
4.2.3.- Fachadas ligeras	41.271,68
4.2.3.1.- Fachadas ligeras metálicas	41.271,68
4.3.- Cubiertas	301.564,92

4.3.1.- Componentes de cubiertas inclinadas	122.860,44
4.3.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich	122.860,44
4.3.2.- Lucernarios	178.704,48
4.3.2.1.- De placas translúcidas sintéticas	178.704,48
<b>5 Urbanización interior de la parcela</b>	<b>60.411,00</b>
5.1.- Pavimentos exteriores	60.411,00
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>1.022.130,37</b>
13% de Gastos Generales	
6% de Beneficio Industrial	
<b>Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>	<b>1.126.335,14</b>
21% de IVA	
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>1.471.765,52</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de **UN MILLÓN CAUTROCIENTOS SETENTA Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y 5 EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.**