



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

# PROYECTO DE ESTRUCTURA DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup> SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

AUTOR: LUIS Blesa Chiralt

TUTOR: Héctor Saura Arnaú

CURSO ACADÉMICO: 2020-2021

## RESUMEN

Este Proyecto Final del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales consiste en el análisis estructural de un edificio industrial de 2337 m<sup>2</sup> situado en el polígono industrial "El Maigmò", Tibi (Alicante)

Dicha nave está destinada a la fabricación de mascarillas faciales de protección, que pueden utilizarse de forma individual o bien englobada en los equipos de protección individual (EPI), para su posterior suministro a instalaciones sanitarias (hospitales o centros de salud) y sociosanitarias (residencias de la tercera edad), fundamentalmente.

Para el dimensionado de la nave industrial, se ha hecho uso del programa CYPE Ingenieros, en concreto de las herramientas: Generador de pórticos, CYPE 3D, CYPECAD y Arquímedes.

La estructura está formada por una nave de un solo pórtico rígido a dos aguas, en cuyo interior alberga dos altillos destinados a almacén y oficinas.

Así mismo, el trabajo incluye una memoria descriptiva de la solución estructural, los anexos de cálculo de comprobaciones de los subsistemas estructurales, teniendo en cuenta la normativa correspondiente recogida en el código técnico de edificación, la realización de planos necesarios para la representación gráfica de la planta industrial, para respaldar todas y cada una de las comprobaciones, un presupuesto estimado y aproximado, que ofrece una idea de cuánto dinero costaría el proyecto y, por último, un conjunto de planos que sirven de información gráfica al lector.

**Palabras clave:** Proyecto, nave industrial, Tibi, CYPE, pórticos rígidos a dos aguas.

## RESUM

Este Projecte Final de grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials consisteix en l'anàlisi estructural d'un edifici industrial de 2337 m<sup>2</sup> situat en el polígon industrial "El Maigmò", Tibi (Alacant)

La nau està destinada a la fabricació de màscares facials de protecció, que poden servir de manera individual o be englobades en els equips de protecció individual (EPI), per al seu posterior subministre a instal·lacions sanitàries (hospitals o centres de salut) i sociosanitàries (residències de la tercera edat) fundamentalment.

Per al dimensionament de la nau industrial s'ha fet ús del programa CYPE Ingenieros, en concret de les ferramentes: Generador de pórtics, CYPE 3D, CYPECAD i Arquímedes.

L'estructura està formada per una nau d'un sol pòrtic rígid a dos aigües, dintre del qual s'allotgen dos altells destinats a magatzem i oficines

Així mateix el treball inclou una memòria descriptiva de la solució estructural, els annexes de càlcul de comprovacions dels subsistemes estructurals tenint en compte la normativa corresponent recollida en el codi tècnic d'edificació, la realització dels plànols necessaris per a la representació gràfica de la planta industrial, per a recolzar totes i cada una de les comprovacions, un pressupost estimat i aproximat, que ofereix una idea de quant costaria el projecte i, per últim, un conjunt de plànols que serveixen d'informació gràfica per al lector.

**Paraules clau:** Projecte, nau industrial, Tibi, CYPE, pórtics rígids a dos aigües.

## ABSTRACT

The final Project of the Engineering in Industrial Technologies degree analyses the structure of an industrial building of 2337 m<sup>2</sup> located in the industrial area of "El Maigmò", Tibi (Alicante)

This industrial warehouse is intended for the manufacture of protective facial masks which could be used individually or included in personal protective equipment (PPE) for Health centers, hospital or nursing home's supply essentially.

In order to do the industrial warehouse's sizing, it has been used the engineers CYPE program. In particular, the tools used were: the gantries generator, CYPE 3D, CYPECAD and Archimedes.

The structure is formed by a warehouse with a single rigid gantry, in which there are two lofts destined for storage and offices.

In addition, the work includes a structural solution descriptive report, annexes with calculation of checks on structural subsystems taking into account the corresponding regulations contained in the technical building code, the realisation of the necessary plans for the graphic representation of the industrial plant to support each of the checks, a budget that gives an idea of how much the project would cost and a set of plans that serve as graphic information to the reader.

**Key words:** Project, industrial warehouse, Tibi, CYPE, rigid gable gates.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

## **ÍNDICE GENERAL**

**DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA**

**DOCUMENTO II: ANEXO DE CÁLCULO**

**DOCUMENTO III: PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**DOCUMENTO IV: PLANOS**

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

DOCUMENTO I

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. MOTIVACIONES.....	3
3. NORMATIVA.....	4
4. PROCESO PRODUCTIVO.....	5
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	5
4.2. SUPERFICIE NECESARIA.....	8
5. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	9
5.1. LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO.....	9
5.2. ANÁLISIS DEL POLÍGONO.....	10
5.3. SELECCIÓN PARCELA.....	11
5.4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	12
6. MODELO ESTRUCTURAL.....	13
6.1. GEOMETRÍA.....	13
6.2. ACCIONES.....	15
6.3. MATERIALES.....	16
6.4. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	16
6.4.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	17
6.4.1.1. ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO.....	17
6.4.1.2. CIMENTACIÓN.....	17
6.4.1.3. PLACAS DE ANCLAJE.....	20
6.4.1.4. PÓRTICO INTERIOR.....	21
6.4.1.5. SISTEMA CONTRAVIENTO.....	22
6.4.1.5.1. Pórtico de Fachada.....	22
6.4.1.5.2. Viga contraviento.....	23
6.4.1.5.3. Arriostramiento lateral.....	24
6.4.1.5.4. Viga perimetral.....	24
6.4.1.6. ALTILLO.....	24
6.4.2. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	25
6.4.2.1. SOLERA.....	25
6.4.2.2. CERRAMIENTOS Y CORREAS.....	25
6.4.2.3. CARPINTERÍA.....	27
6.4.2.4. LUCERNARIOS.....	27
6.4.3. PRESUPUESTO.....	28
7. BIBLIOGRAFIA.....	29

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

En el presente documento se aborda el estudio, cálculo y diseño estructural de una nave industrial a dos aguas de 2337 m<sup>2</sup> situada en el polígono industrial de Tibi (Alicante), destinada a la fabricación de mascarillas faciales de protección, que pueden utilizarse de forma individual o bien englobada en los equipos de protección individual (EPI), para su posterior suministro a instalaciones sanitarias (hospitales o centros de salud) y sociosanitarias (residencias de la tercera edad), fundamentalmente. Los cálculos han sido recogidos por el programa de ingeniería y construcción CYPE. El fin último de este proyecto es demostrar los conocimientos adquiridos durante el Grado.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Este proyecto surge de la petición, por parte de un cliente ficticio, del cálculo estructural de un edificio industrial con el fin de fabricar mascarillas de protección.

El cliente me encomendó la búsqueda, selección de parcela y construcción de la nave con el único requisito de que la parcela se encuentre en la Comunidad Valenciana.

Respecto a uno de los requisitos estructurales, la nave debe contar con un altillo donde se ubiquen las oficinas.

### **2.2 MOTIVACIONES**

Este trabajo se trata de un proyecto de final de grado, en concreto el grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, promovido por la Universidad Politécnica de Valencia.

Con el proyecto aquí presentado se pretende plasmar en un objetivo concreto los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante los cursos previos, que se formalice en la obtención del Grado y así, posteriormente, poder optar a los estudios superiores de máster.

Uno de los fines del presente proyecto será el aprendizaje de las diferentes fases de este, tanto por el manejo de programas, algunos de ellos de uso frecuente e imprescindible, relacionados con la profesión de ingeniero industrial, como por el proceso de planificación y ejecución que conlleva la realización de un proyecto de tal magnitud. También resultará de alto valor en mi futuro profesional, la realización de un presupuesto, estimado y aproximado, pero lo más ajustado posible a las condiciones de ejecución en la vida real.

Dentro de todo el análisis que se lleva a cabo también resulta interesante aprender más sobre la competencia que le corresponde al departamento de construcción ya que se pone en práctica lo aprendido en la asignatura de Tecnología de la Construcción, perteneciente al primer cuatrimestre del último curso del grado. Así mismo, también se tratan competencias de otros departamentos como el de Expresión Gráfica, Proyectos y Estructuras.

### 3. NORMATIVA

Todos los cálculos realizados en el presente trabajo cumplen las normativas que rigen este tipo de construcciones:

- CTE (Código Técnico de la Edificación) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El código técnico se compone de 2 partes. La primera parte establece una serie de exigencias básicas, con un total de 28, agrupadas en diferentes aspectos de la construcción:

- Seguridad estructural (SE).
- Seguridad en caso de incendio (SI).
- Seguridad de utilización y accesibilidad (SUA).
- Salubridad (HS).
- Protección frente al ruido (HR).
- Ahorro de energía (HE):

La segunda parte expone los documentos básicos mediante los cuales se establecen los procedimientos para la comprobación de las exigencias básicas.

- DB SE Seguridad Estructural.
- DB SI Seguridad en caso de incendio.
- DB SUA Seguridad de utilización y Accesibilidad.
- DB HS Salubridad.
- DB HR Protección frente al ruido.
- DB HE Ahorro de Energía.

Sin embargo, en el presente trabajo, tan solo nos ocuparemos de las exigencias básicas recogidas por el DB SE. Este cubre las siguientes exigencias básicas:

- SE-1 Resistencia y estabilidad
- SE-2 Aptitud y servicio

A partir del DB SE nos centraremos en aquellas partes que tratan los materiales que usaremos en nuestra nave industrial:

- DB SE C Cimientos
- DB SE A Acero.
- DB SE AE Acciones en la Edificación.

Además, deberemos tener en cuenta las acciones sobre el hormigón, cuyo marco reglamentario viene recogido por la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE 2008)

- EHE 08 (promovida en el año 2008), Instrucción de hormigón estructural (EHE), aprobada por Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, es el marco en el que se establecen los requisitos a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de estructuras de hormigón, tanto de edificación como de ingeniería civil, con el objeto de lograr los niveles de seguridad adecuados a su finalidad.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

Además, al realizar el proyecto también consideraremos el Plan General de Ordenación Urbana propio de la población de Tibi.

- PGOU: Es un plan a través del cual se clasifica el suelo, se determina el régimen aplicable a cada clase de suelo, y se definen los elementos fundamentales del sistema de planeamiento urbanístico o planificación urbana del municipio en cuestión.

#### 4. PROCESO PRODUCTIVO

##### 4.1. DESCRIPCION DEL PROCESO

La elaboración del producto se representa en el siguiente diagrama de procesos (Tabla 1).

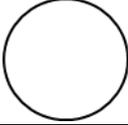
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Almacenaje
	Proceso
	Control

Tabla 1: Leyenda proceso productivo

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

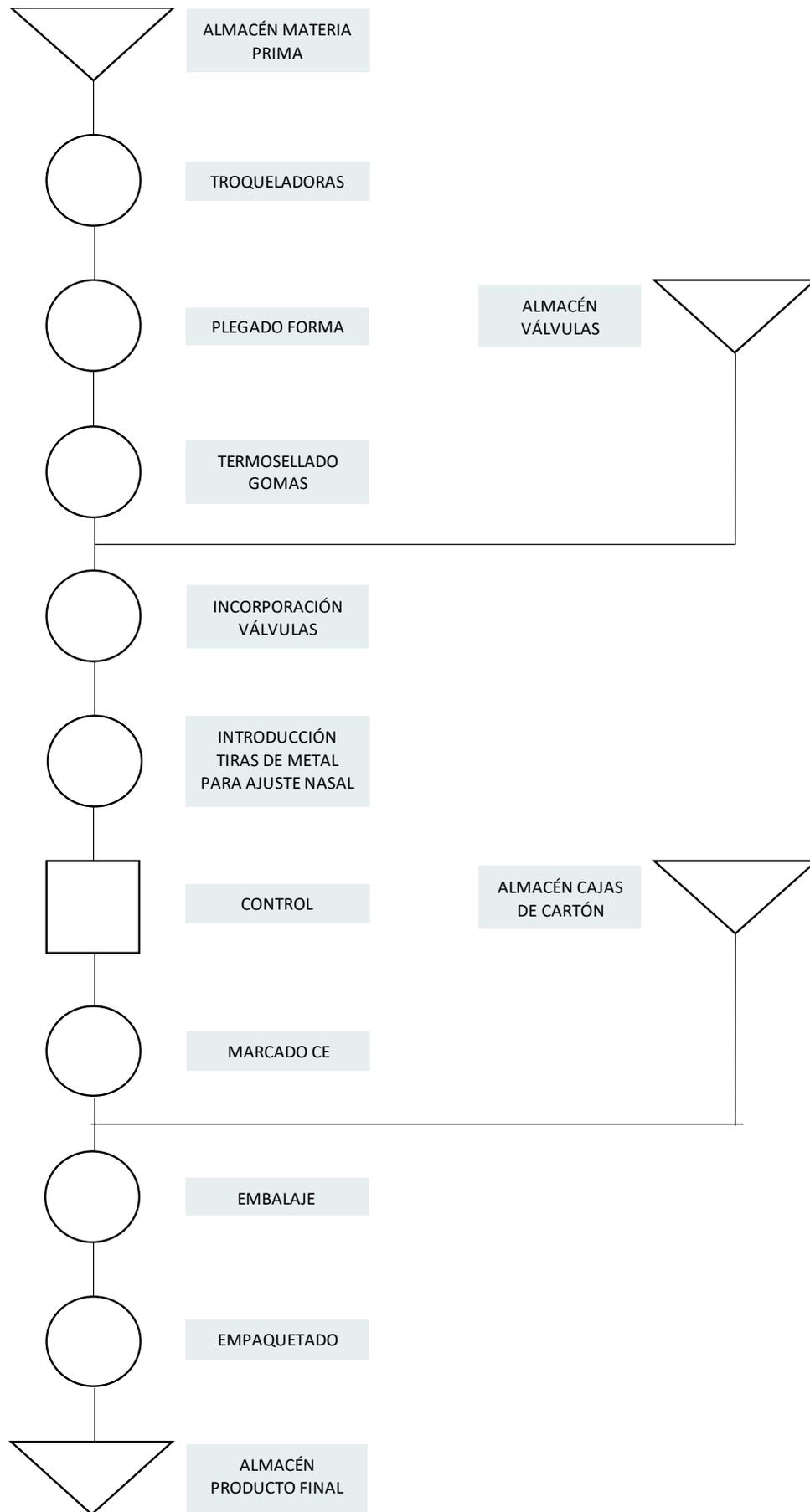


Figura 1: Diagrama de procesos

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

El proceso debe contar con máquinas de corte de tela troqueladoras, además de máquinas de plegado para dar la forma de la típica mascarilla EPI ajustada a la cara. Una vez tenga la forma, se remata con termosellado de las gomas de sujeción. Las mascarillas llevarán válvulas que facilitan la exhalación, para lo que buscamos una empresa externa que nos suministre. Posteriormente se deben incorporar a las mascarillas. Las mascarillas deben ajustarse perfectamente a la cara del usuario, sellando lo suficiente como para no permitir la entrada de partículas por su contorno al respirar. En la zona de la nariz, llevan interiormente una tira de metal, no expuesta, de aluminio o similar, que permitirá ajustar la mascarilla a la morfología nasal del usuario. Como ajuste a la cabeza disponen de tiras de goma que permiten el ajuste de la máscara al usuario para asegurar que estas queden selladas. El control de producto se realizará en la propia línea de procesado. La empresa es responsable de marcar el producto con marcado CE y de embalar las unidades. El embalaje consiste en bolsas individuales, con un marcado determinado por la normativa. Para todo este proceso excepto el embalaje (en el que usaremos la confeccionadora Dibiflow 500) disponemos de la línea de producción 100601-MFC-LPAPR. El marcado CE se realiza con la Impresora Thermal Inkjet TJ500 que se acopla directamente a la línea de producción. El tamaño final del producto es: 150 mm x 130 x 50 mm, suponiendo que el embalaje no aumenta el volumen. Una vez embaladas, las mascarillas se agrupan en packs de 24 y se introducirán en cajas de forma manual por operarios (modelo eke171 de dimensiones 250x300x300 mm) suministradas por una empresa exterior. Con respecto a los materiales a utilizar la empresa utilizará, el no-tejido Meltblown, que es un no-tejido de polipropileno de varias capas (3-5 capas). El material válido final se suele encontrar compactado y con un tamaño de “poro” lo suficientemente pequeño como para frenar la entrada de partículas en suspensión, pero a la vez debe permitir al usuario respirar a través de él una vez que forma parte del diseño definitivo. A su vez, debe tener poca capacidad de absorción para que no traspase ningún tipo de fluido. Por último, serán necesarias incorporar gomas para sujeción y tiras de aluminio para el ajuste en nariz.

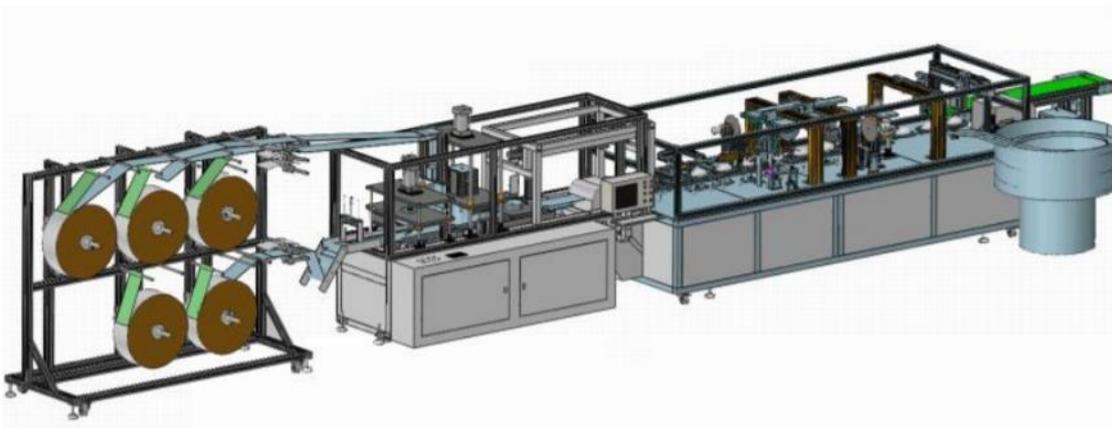


Figura 2: Línea de procesado

#### 4.2 SUPERFICIE NECESARIA (Tablas 2 y 3)

Cada uno de los procesos a realizar necesita su espacio correspondiente. Para poder calcularlo de la forma más objetiva posible se ha empleado el Método de Guerchet, el cual tiene en cuenta, además de la superficie física, la superficie necesaria para los operarios. La fórmula de cálculo para la superficie mediante Guerchet es:

$$S_{total} = S_{es} + S_g + S_{ev} = S_{es} + (S_{es} \times n) + (S_{es} + S_{es} \times n) \times k$$

Donde:

$S_{es}$ : Superficie estática, la ocupada físicamente por la maquinaria y demás instalaciones.

$S_g$ : Superficie gravitatoria, la utilizada por los operarios que están trabajando y por la materia que está procesándose en un puesto de trabajo.  $S_g = S_{es} \times n$

$S_{ev}$ : Superficie de evolución, la superficie necesaria entre diferentes puestos de trabajo para el movimiento del personal y del material y sus medios de transporte.  $S_{ev} = (S_{es} + S_g) \times k$

ÁREA DE PROCESADO	$S_{es}$	n	$S_g$	k	$S_{ev}$	$S_{total}$	Ud.	$S_{final}$
Línea de producción	13,5*3 =49,95	1	49,95	1	(49,95+49,95) *1 =99,9	99,9+49,95+49,95 =199,8	2	399,6
Embaladora	1*2,8 =2,8	2	5,6	1	(2,8+5,6) *1 =8,4	8,4+5,6+2,8 =16,8	1	16,8
Marcado CE	(situado en la línea de producción)						1	-

Tabla 2: Superficie necesaria

ACTIVIDAD	SUPERFICIE
Almacén materia prima	300
Almacén productos acabados	300
Almacén válvulas	50
Almacén cajas de cartón	50
Oficinas	100
Vestuarios y servicios WC	50
Comedor	100
Área de procesado	399,6 → 400
Área de embalaje	16,8 → 20
Área de empaquetado	50
Área total	1420 → 1500

Tabla 3: Superficies finales

## 5. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 5.1. LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO

En las siguientes imágenes se puede ver y situar de una mejor forma la población donde se encuentra el polígono industrial, así como el sistema de carreteras que la rodean, para tener una visión de cómo se realiza el transporte de los productos.



Figura 3: Ubicación municipio de Tibi. Google Maps

En la figura 3 imagen izquierda, desde una vista autonómica, se puede observar que el emplazamiento, como ya se ha mencionado, tendrá lugar en la provincia de Alicante.

Si se aumenta la vista, a nivel provincial, en la figura 3 imagen derecha, se puede situar de mejor modo la población al norte de Alicante. Se pueden apreciar algunas de las principales autovías y autopistas, que servirán como vías para la entrada de los materiales necesarios y para poder distribuir y comercializar el producto una vez esté listo.

Entre ellas destacan la A-7 y la A-31. Con la primera se puede ir hacia el norte o sudoeste y con la segunda hacia el interior de la península, aunque para llegar a ella debemos pasar por la A-7, anteriormente con pago de peaje, pero actualmente de tránsito libre.

Además, si se quisiese comercializar mediante transporte marítimo o aéreo, se podría contar con el puerto de Alicante y el aeropuerto “El Altet” de Alicante, respectivamente, ya que Alicante se encuentra a 29 Km de Tibi.

## 5.2 ANÁLISIS DEL POLÍGONO

El polígono industrial El Maigmò cuenta con una superficie total de 115.632 m<sup>2</sup> y se encuentra a 5 Km de Tibi, a 29 km de Alicante y 160 km de Valencia. Como se observa en la Figura 4, dispone de una salida directa hacia la A-7, desde la cual podremos transportar nuestro producto, además de disponer de buena conexión con la ciudad de Alicante, de la cual podremos aprovechar que dispone de puerto y aeropuerto. Este polígono está diseñado para "acoger principalmente a pequeñas y medianas empresas de la comarca" de diversos sectores, incluido el textil. En el documento PLAN PARCIAL POLÍGONO INDUSTRIAL "MAIGMÓ" -TIBI NORMATIVA URBANÍSTICA, hallamos la información básica de mayor interés.

Cada parcela debe tener una superficie mínima de 1000 m<sup>2</sup>(Art. 2), siendo la longitud de la fachada mínima de 20 m (Art.2), con un coeficiente de edificabilidad de 1m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y un coeficiente de ocupación sobre parcela limitado únicamente por los retranqueos mínimos (Art. 5) que son de 2,50 metros mínimo en todo el perímetro y de 5,00 metros en los lados que den a la vía pública (Art. 9). Respecto a la altura máxima de edificación, esta no superará el plano horizontal situado a 8 m, a lo que sumando una cumbre que no podrá superar los 2 m, supone una línea de cumbre situada a 10 m (Art. 7). Finalmente se establece un mínimo de una plaza de estacionamiento por cada 100 m<sup>2</sup> de edificación. (Tabla 4).



Figura 4: Vista de la localización del polígono industrial El Maigmó respecto al municipio de Tibi. Google Maps

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

REQUERIMIENTOS	Mínimo	Máximo	Establecido
Superficie parcela	1000 m <sup>2</sup>	-	2036,64 m <sup>2</sup>
Fachada	20 m	-	35 m
Coefficiente de edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	-	1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0.752 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Coefficiente de ocupación sobre parcela (%)	-	Según retranqueos mínimos	0.688 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Retranqueos respecto vial principal (m)	5m	-	7.72 m
Retranqueos a linde lateral/trasero (m)	2,5m	-	2.77 m
Altura máxima edificación (m)	-	8 m	8 m
Altura máxima de cornisa (m)	-	10 m	10 m
Aparcamiento (exigencia mínima)	1/100 m <sup>2</sup>	-	1/102.083 m <sup>2</sup>

Tabla 4: Resumen requerimientos. Ordenanza Municipal

### 5.3 SELECCIÓN PARCELA

Sabiendo que necesitamos una superficie mínima de 1320 m<sup>2</sup> de nave industrial, aunque construiremos 1400 m<sup>2</sup> ante posibles ampliaciones de la línea de producción o alguna modificación, sin contar aparcamientos ni retranqueos, y que cada parcela tiene una superficie de 1018,32m<sup>2</sup> (50,22m x 20,27m), excepto la parcela 1 que tiene una superficie de 2339 m<sup>2</sup>. De entre las parcelas disponibles, lo que más se ajusta a nuestras necesidades de espacio es comprar dos parcelas adyacentes de 1018, 32 m<sup>2</sup>. Por ello seleccionamos las parcelas 2.07 y 2.08, remarcadas en amarillo en la Figura 5, que suponen un total de 2036,64 m<sup>2</sup>, de este modo tendremos una parcela ocupada y una libre a los lados, además de otra parcela sin ocupar en la fachada trasera, estando abiertos a posibles ampliaciones. Los 1400 m<sup>2</sup> de superficie de la nave industrial, sumando los 131, 25 m<sup>2</sup> de altillo, según el plan parcial industrial que obliga a una plaza de aparcamiento por cada 100 m<sup>2</sup> construidos, por lo que construiremos 15 plazas de aparcamiento de 5x2,25 m.

Con el análisis de la ordenanza municipal y los requerimientos de espacio obtenidos mediante el método Guerchet determinamos la distribución de la nave dentro de la parcela, quedando esta con unas dimensiones de 35x40 m (Figura 6).

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)



Figura 5: Localización de la parcela en el polígono. Sepiva

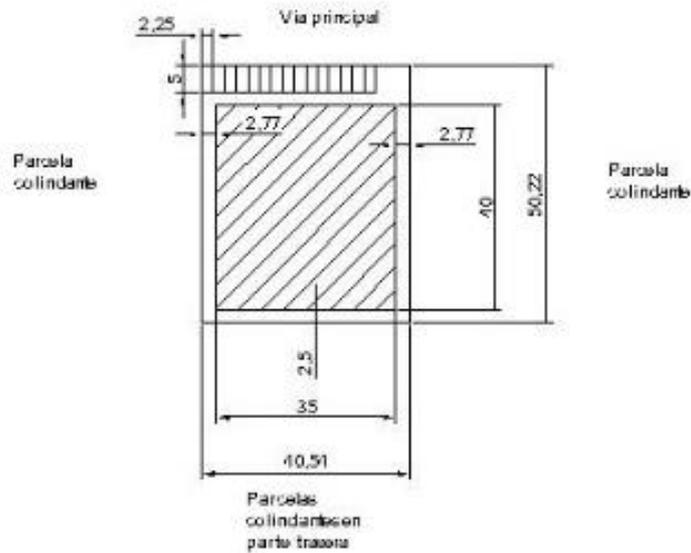


Figura 6: Distribución de la nave dentro de la parcela.

#### 5.4 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Mediante la distribución en planta se determinará la forma en la que se disponen las diferentes salas y maquinaria para llevar a cabo el proceso productivo.

Para ello tendremos en cuenta la superficie necesaria de la maquinaria utilizada, así como el espacio necesario entre maquinaria para garantizar la seguridad de los trabajadores.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

La disposición de las máquinas se determina con el objetivo de reducir los tiempos de producción de las mascarillas, y así reducir costes haciendo el proceso más beneficioso.

La siguiente tabla (Tabla 5) muestra la relación entre las distintas actividades que se llevan a cabo en la planta industrial. A partir de ella se ha realizado la distribución en planta.

RELACIÓN ACTIVIDADES	VESTUARIOS Y WC	OFICINAS	COMEDOR	ALMACÉN MATERIA PRIMA	ALMACÉN VÁLVULAS	ALMACÉN CAJAS DE CARTÓN	ALMACÉN PRODUCTOS ACABADOS	ÁREA DE PROCESADO	ÁREA DE EMPAQUETADO	ÁREA DE EMBALAJE
VESTUARIOS Y WC		O5	O5	U	U	U	U	O5	O5	O5
OFICINAS	O5		U	U	U	U	U	X3	X3	X3
COMEDOR	O5	U		U	U	U	U	X3	X3	X3
ALMACÉN MATERIA PRIMA	U	U	U		U	U	U	E1	U	U
ALMACÉN VÁLVULAS	U	U	U	U		U	U	E1	U	U
ALMACÉN CAJAS DE CARTÓN	U	U	U	U	U		U	E1	A1	U
ALMACÉN PRODUCTOS ACABADOS	U	U	U	U	U	U		U	A1	U
ÁREA DE PROCESADO	O5	X3	X3	E1	E1	E1	U		A1	A1
ÁREA DE EMPAQUETADO	O5	X3	X3	U	U	A1	A1	U		A1
ÁREA DE EMBALAJE	O5	X3	X3	U	U	U	U	A1	A1	

LEYENDA

A-Absolutamente necesario	1. Flujo de materiales
E-Especialmente importante	2. Flujo de información
I-Importante	3. Flujo de desecho
O-Ordinario	4. Conveniencia
U-no importante	5. Personal
X-No deseable	

Tabla 5: Matriz de relaciones

## 6. MODELO ESTRUCTURAL

### 6.1. GEOMETRÍA

El proyecto de construcción se ha llevado a cabo a través del programa CYPE. Se ha empezado haciendo uso del generador de pórticos para definir las dimensiones principales del edificio e insertar las acciones, y luego se ha exportado a CYPE 3D para poder dimensionar con los materiales adecuados según los requerimientos estructurales.

La nave industrial se ha resuelto mediante pórticos rígidos con una luz de 35m, una altura de cumbrera máxima de 10m y una altura de pilar de 8m. Cuenta con una inclinación de cubierta de 6,51° y una profundidad de 40 m, dividida en 8 vanos de 5 m cada uno. Las fachadas cuentan con 5 pilares separados 8,75 m, siendo la altura de estos: 8 m los exteriores, 9 m los interiores, y 10 m el central. El altillo se encuentra a una distancia de 3,5 m sobre el suelo. En el apartado del altillo se explican sus características.

En las figuras 7 y 8 se pueden observar las medidas del pórtico y la estructura de la nave, respectivamente.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

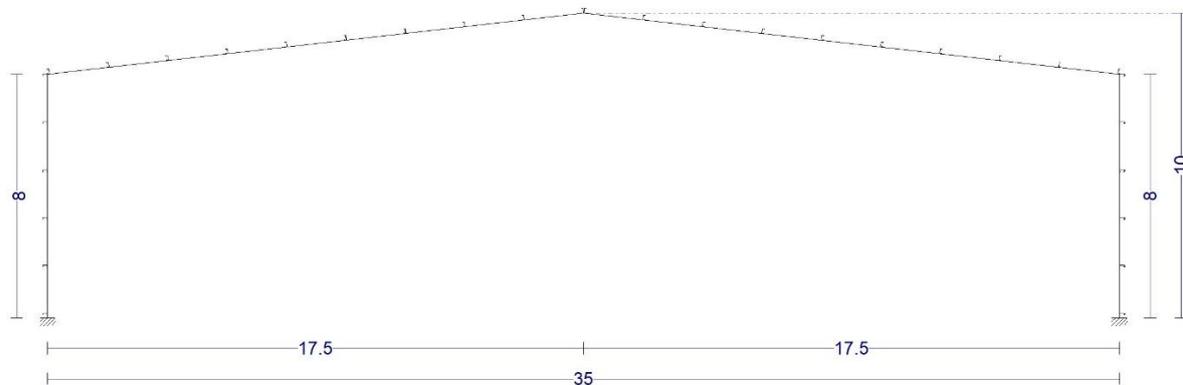


Figura 7: Pórtico. Generador de pórticos.

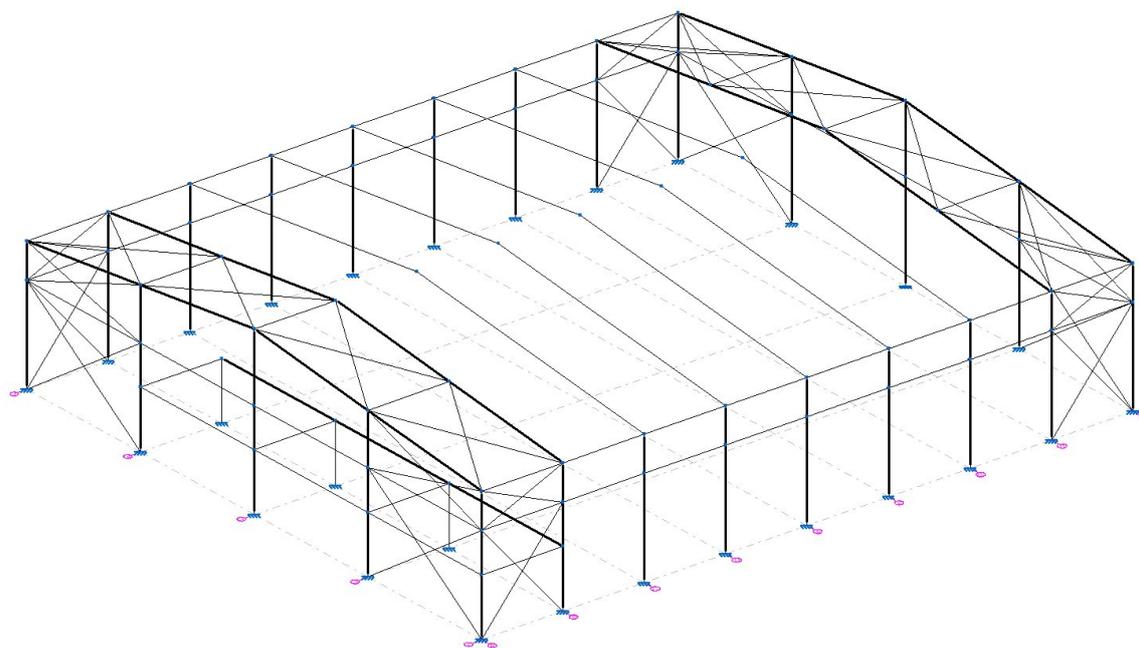


Figura 8: Estructura: CYPE3D.

## 6.2 ACCIONES

Aquellas que debe soportar una estructura y que vienen recogidas en el documento DB-SE-AE.

Las acciones son las cargas que actúan sobre un edificio (Figura 9). El término «acciones» engloba no solo fuerzas, sino también otras causas que puedan afectar a la estructura, como cambios de temperatura o asentamientos del terreno.

Dentro de todos estos agentes capaces de afectar a la estructura, en el proyecto solo se han tenido en cuenta los pesos, el viento y la nieve, por quedar el resto fuera del alcance del trabajo.

CYPE nos permite introducir estos parámetros mencionados, para después realizar todo el cálculo cumpliendo los requisitos que garanticen la seguridad de las personas.

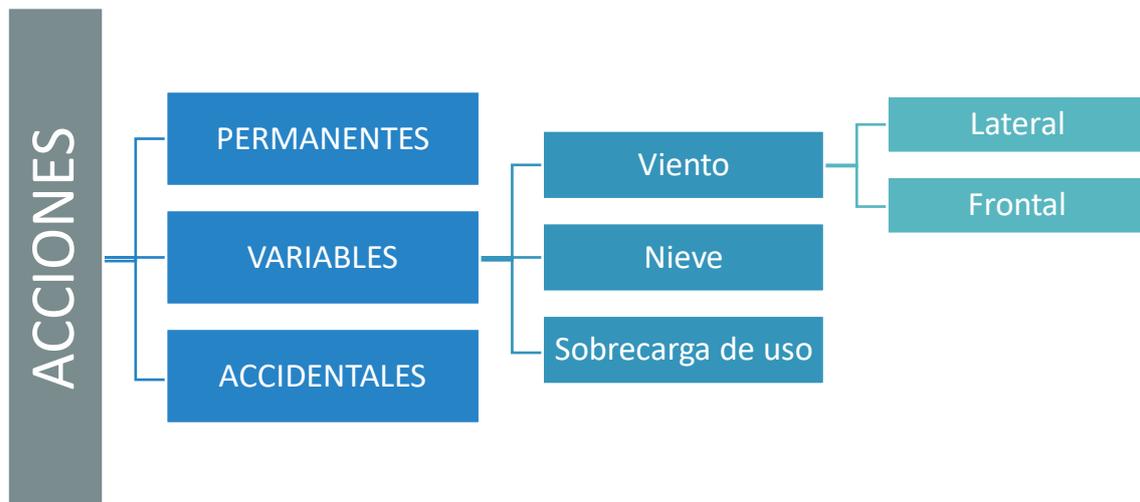


Figura 9: Clasificación de acciones

En primer lugar, las acciones permanentes (G) son aquellas que, como su propio nombre indica, actúan permanentemente y en posición constante. Destaca principalmente el peso propio, tanto de elementos estructurales (pilares, vigas, cimentación, etc.) como de elementos constructivos (cerramientos, forjados, etc.). Aunque también se pueden encontrar otras acciones, como las reológicas o el pretensado.

En el caso de este proyecto se ha considerado un valor de 0,15 kN/m<sup>2</sup> para los cerramientos de cubierta y laterales y un valor de 4 kN/m<sup>2</sup> para el peso de los forjados.

Las segundas acciones que se encuentran son las acciones variables (Q). Este tipo de acciones se caracterizan porque pueden actuar o no sobre la estructura.

La primera acción variable que se encuentra es la sobrecarga de uso, que es el peso que va a soportar el edificio por razón de su uso. En este proyecto se ha considerado una categoría G1 (cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento) con un valor de 4 kN/m<sup>2</sup>. Para el caso del altillo, se ha considerado una categoría C (zonas de acceso al público) de un valor también de 4 kN/m<sup>2</sup>.

Por otra parte, se encuentra el viento, que depende de la forma y dimensiones del edificio, de las características y de la permeabilidad de la superficie, y de la dirección, intensidad y racheo del viento.

La acción del viento se puede expresar como:  $q_e(z) = q_b \cdot C_e(z) \cdot C_p$ ; donde  $q_b$  es la presión dinámica del viento y varía con el emplazamiento geográfico,  $C_e$  es el coeficiente de exposición y varía con la altura y el grado de aspereza y finalmente,  $C_p$  que es el coeficiente eólico y depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. En este proyecto se ha considerado una zona B, con una  $q_b$  de 0,45 kN/m<sup>2</sup> y un grado de aspereza IV.

La última acción variable es la nieve. Esta depende de del clima, tipo de precipitación, relieve del entorno, de la forma y de los efectos del viento. En el proyecto se ha considerado una zona climática de invierno 5, con una altitud de 533m.

Finalmente, las acciones accidentales (A) son aquellas cuya probabilidad de aparecer es muy pequeña, pero en caso de hacerlo son de magnitud muy elevada. Destacan los sismos, incendios, impactos o explosiones. En el proyecto no se han considerado.

### 6.3 MATERIALES

Los materiales usados en la realización de este proyecto han sido, principalmente, el acero y el hormigón. Los documentos que rigen su uso y características son, los ya mencionados anteriormente, el CTE DB SE-A, DB SE-C y EHE 08.

Por la parte de los aceros, se han utilizado perfiles laminados en caliente, perfiles huecos acabados en caliente y secciones huecas conformadas en frío. Del primer tipo se encuentran los perfiles IPE y los perfiles L que utilizan el acero S275 JR. Para los perfiles huecos acabados en caliente se han usado los SHS y para las secciones huecas conformadas en frío se han utilizado perfiles CF de acero S235 JR.

La nomenclatura de los aceros utilizados es la siguiente: la primera letra (S) significa que son aceros para la construcción; el siguiente número (275 o 235) indica el límite elástico del acero en MPa y las letras finales (JR) determinan el grado del acero. El grado del acero es la energía absorbida en el ensayo de Charpy y la temperatura a la que se realizó. En el caso del acero que se ha utilizado, 27J a 20°C. Para el límite elástico, si contamos con un coeficiente de seguridad  $\gamma_M$  de 1,05, queda de 261,9 MPa para el 275 y 223,81 MPa para el de 235.

El tipo de acero utilizado en los armados es el B500. Este tipo de acero tiene un límite elástico de 500 MPa pero que con el coeficiente de seguridad  $\gamma_S$  de 1,15 aplicado resulta de 434,78 MPa.

Por otro lado, en el hormigón empleado encontramos dos tipos. El primero es el HA-25/B/30/IIa utilizado en las zapatas y las vigas de atado. Este tipo de hormigón tiene una resistencia de 25 N/mm<sup>2</sup>, una consistencia blanda y un tamaño máximo de árido de 30 mm. También posee una densidad de 2500 kg/m<sup>3</sup>. El segundo tipo es el HL-150/B/30 usado como hormigón de limpieza. Presenta una dosificación máxima de 150 kg/m<sup>3</sup> y un tamaño de árido máximo también de 30 mm.

### 6.4 SOLUCION ADOPTADA

Con todos los materiales descritos, finalmente la estructura se ha resuelto mediante 8 pórticos a dos aguas con una crujía de 5 metros que suman una profundidad de 40 m. La luz de la nave resulta de 35 m.

El punto más alto de la nave o altura de cumbrera se sitúa a 10 m mientras que la altura de los pilares es de 8 m.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

El altillo se encuentra a una altura de 3'5 metros al que se accede por una escalera de hormigón. Los vanos de la fachada frontal y trasera miden 8,75 m, por lo que se disponen 5 pilares. Se han dispuesto arriostramiento y cruces de San Andrés, tanto en las fachadas como en los laterales.

En los laterales también se ha dispuesto una viga perimetral acompañada de Cruces de San Andrés laterales (Figura 10).

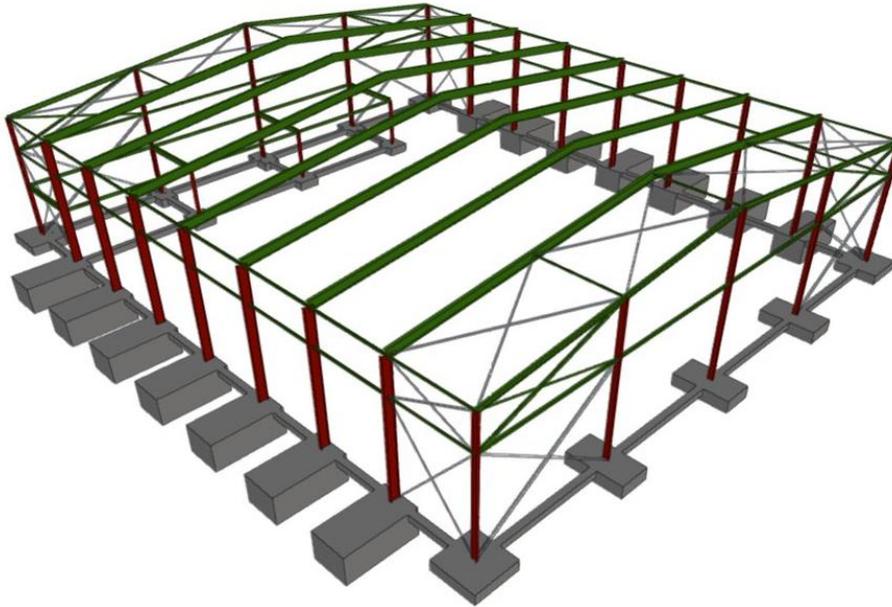


Figura 10: Estructura nave en 3D. CYPE3D.

#### 6.4.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

##### 6.4.1.1 ACTUACIONES PREVIAS SOBRE EL TERRENO

Acondicionamiento de las parcelas sobre las que se va a construir la nave industrial. En primer lugar, se hará un desbroce y limpieza del terreno y se retirará la capa vegetal y los escombros hasta una profundidad de 25 cm. En segundo lugar, se procederá a nivelar el terreno mediante una solera de hormigón armado de 10 cm de espesor. Después, se realiza un vertido desde camión del hormigón de limpieza (HL-150/B/20). Por último, se realiza la excavación de zanjas para cimentaciones, con su correspondiente carga a camión.

##### 6.4.1.2 CIMENTACIÓN

La cimentación es el sistema encargado de transmitir los esfuerzos y cargas de la estructura al terreno, garantizando una seguridad suficiente y unos asientos compatibles con las tolerancias del terreno. Estas cimentaciones se calculan teniendo en cuenta la composición del terreno, las acciones del viento y nieve, y las cargas permanentes.

En este proyecto se han dispuesto cimentaciones directas. Según el CTE DB-C, “Una cimentación directa es aquella que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal, (...). Cuando las condiciones lo permitan se emplearán cimentaciones directas, que habitualmente, pero no siempre, se construyen a poca profundidad bajo la superficie, por lo que también son llamadas cimentaciones superficiales.”.

A la hora de realizar el cálculo, se han tenido en cuenta Estados Límites Últimos (ELU) y Estados Límites de Servicio (ELS). Los primeros validan y analizan fallos estructurales o colapsos totales mientras que los segundos tienen en cuenta deformaciones del terreno por razones estéticas o de servicio. Dentro de los ELU encontramos:

1. E.L.U. Deslizamiento.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

2. E.L.U. Equilibrio al Vuelco.
3. E.L.U. Agotamiento del terreno.
4. E.L.U. Agotamiento del elemento de cimentación.

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N3, N43, N41, N1	265x26 .5	60	14Ø12c/18	14Ø12c/18	14Ø12c/18	14Ø12c/18
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36	220x420	170	23Ø20c/18	12Ø20c/18	23Ø20c/18	12Ø20c/18
N50, N49, N48	125x225	60	12Ø12c/18	6Ø12c/18	12Ø12c/18	6Ø12c/18
N94, N93, N92	155x155	60	8Ø12c/18	8Ø12c/18	8Ø12c/18	8Ø12c/18
N60, N59, N58	185x340	22Ø12C/15	7Ø16C/26	22Ø12C/15	7Ø16C/26	

Tabla 6: Elementos de cimentación

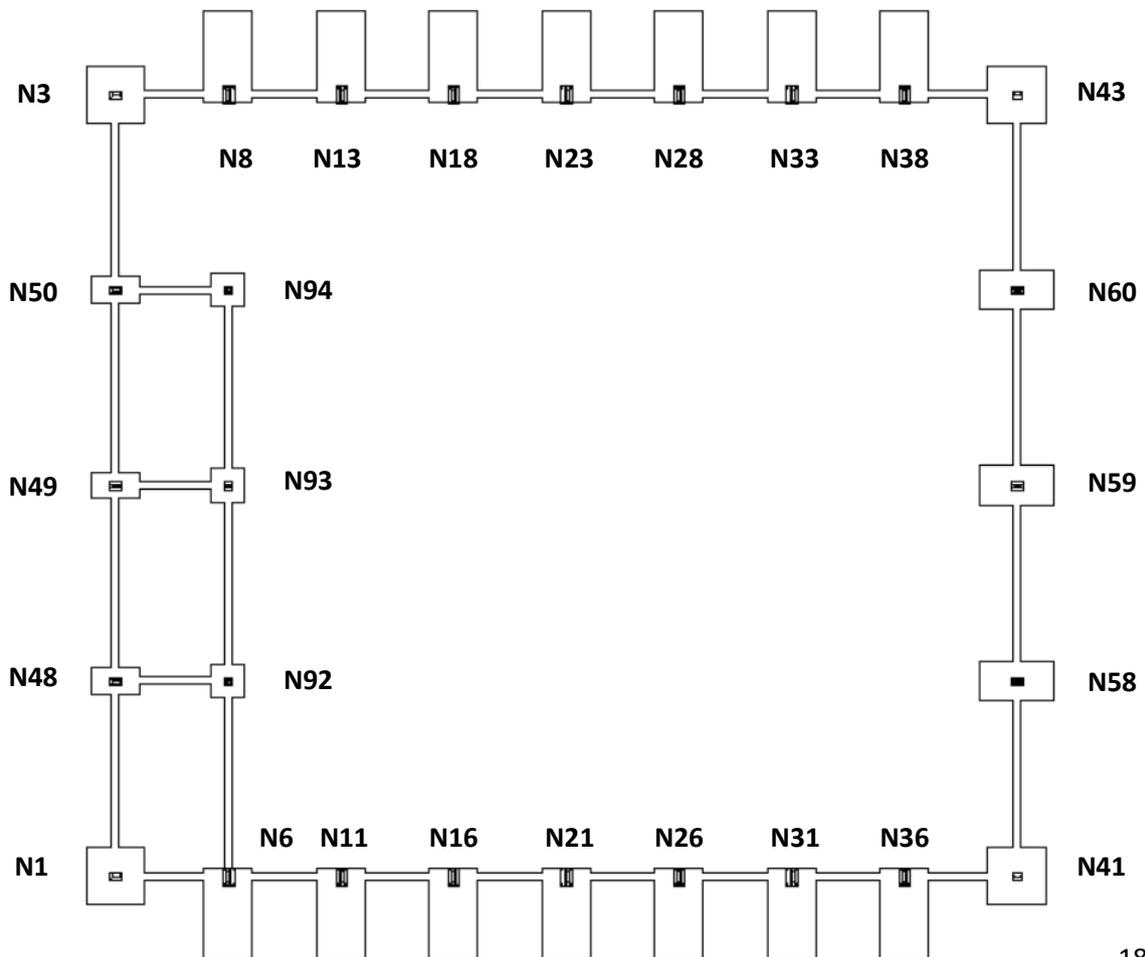


Figura 11: Cimentación. CYPE3D.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

En la anterior imagen (Figura 11) se puede observar la disposición de las zapatas y las diferentes geometrías. Las zapatas excéntricas se emplean para los pilares de los pórticos interiores y los pilares centrales de los pórticos de fachada, mientras que las cuadradas (Figura 12) para los pilares de fachada extremos y para los tres pilares que conforman el altillo.

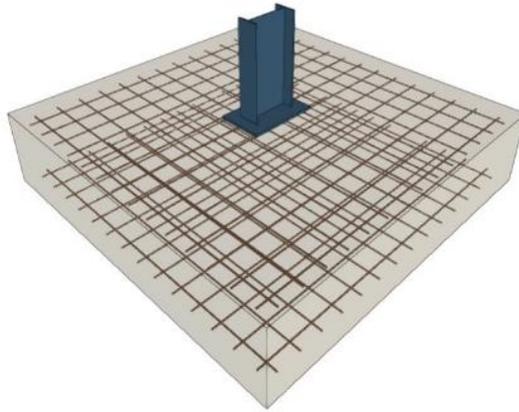


Figura 12: Vista de una zapata cuadrada (N3) en 3D. CYPE3D

Las vigas de atado son los componentes que unen las diferentes zapatas de la cimentación, encargándose de que no exista desplazamiento entre ellas. El dimensionado de estas depende de la distancia entre zapatas y el dimensionado de estas últimas. En las Figuras 13 y 14 se pueden observar sus características y morfología.

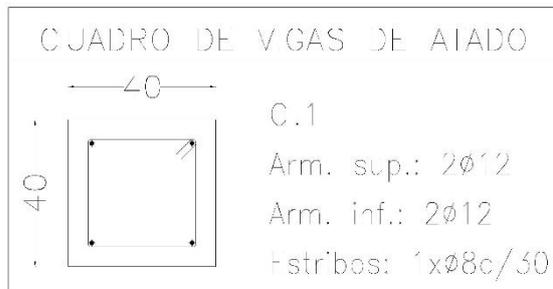


Figura 13: Características viga de atado. AutoCad

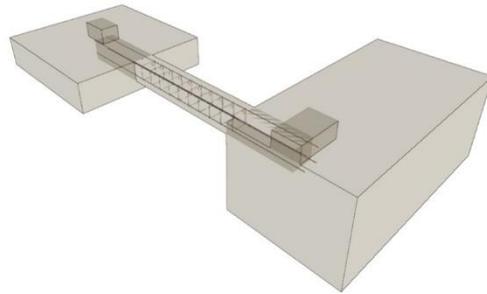


Figura 14: Vista de una viga de atado en 3Dhhp. CYPE3D.

#### 6.4.1.3 PLACAS DE ANCLAJE

Son los elementos que unen las bases de los pilares con la cimentación. Tienen dos funciones: una mecánica, porque transmiten los esfuerzos de la base de los pilares a la cimentación, y otra constructiva, porque posicionan y aploman el pilar. Están constituidas por la placa base, las cartelas de rigidez y los pernos de anclaje.

Para su cálculo se han verificado los siguientes Estados Límites Últimos:

1. E.L.U. Agotamiento del apoyo.
2. E.L.U. Agotamiento de la placa a flexión.
3. E.L.U. Agotamiento de los pernos.
4. E.L.U. de Anclaje de los pernos en el hormigón.

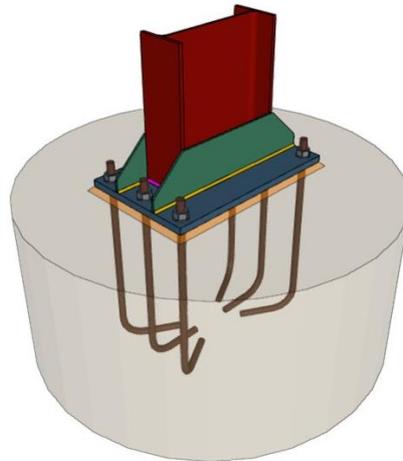


Figura 15: Placa de anclaje. CYPE3D.

En la Figura 15 se observa una placa de anclaje con rigidizadores de un pórtico interior. En la Tabla 7 se puede comprobar las dimensiones y características de cada tipo de placa de anclaje obtenida. Hay que destacar que hay 6 tipos de placa de anclaje.

- Tipo 1 Extremos pórticos de fachada (con altillo)
- Tipo 2 Pórticos interiores
- Tipo 16 Pilares que conforman el altillo
- Tipo 46 Extremos pórticos de fachada (sin altillo)
- Tipo 47 Pilares interiores pórtico fachada (con altillo)
- Tipo 48 Pilares interiores pórtico fachada (sin altillo)

CARACTERÍSTICAS PLACAS DE ANCLAJE (mm)								
TIPOS	Placa base			Cartelas de rigidez		Pernos de anclaje		
	Anchura	Longitud	Espesor	Altura	Espesor	N.º	Diámetro	Longitud
1	350	550	20	-	-	4	20	400
2	500	800	30	200	9	6	32	550
16	350	350	15	100	8	6	16	500
46	300	450	18	-	-	4	16	450
47	350	550	20	150	7	4	20	500
48	350	500	18	150	7	6	20	500

Tabla 7: Características placas de anclaje

#### 6.4.1.4 PÓRTICO INTERIOR

La nave se compone de 9 pórticos, de los cuales 7 son interiores (Figura 16), con 8 vanos de 5 m cada uno. Con una luz de 35 m. Para el cálculo, al igual que en la cimentación y placas de anclaje, se deben verificar ciertos estados. En este caso se encuentran un estado límite de servicio y dos últimos:

1. E.L.S. de Deformación.
2. E.L.U. de Resistencia de las secciones.
3. E.L.U. de Resistencia de las barras. Pandeo.

El resultado calculado para los pórticos interiores por CYPE 3D, teniendo en cuenta los estados anteriormente comentados, es el siguiente:

- Pilares con un IPE 500.
- Jácenas con un IPE 500.

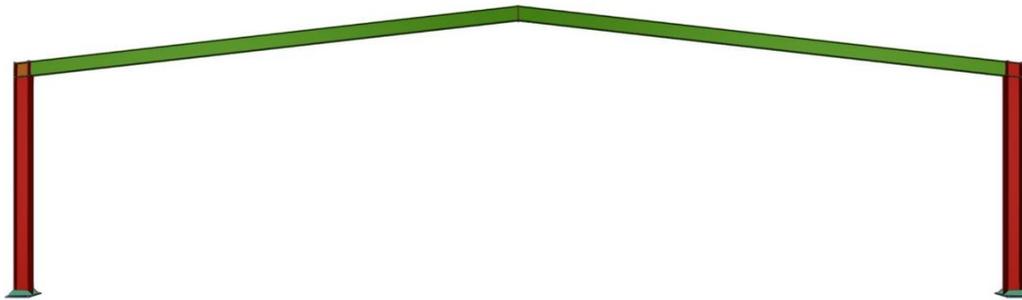


Figura 16: Pórtico interior CYPE 3D.

En el caso del pórtico interior B (Figura 17), el penúltimo si se empieza a mirar desde el pórtico de la fachada frontal, presentan diferencias respecto al resto debido a la presencia de los elementos que conforman el altillo. Estos elementos serán comentados en el apartado del altillo.

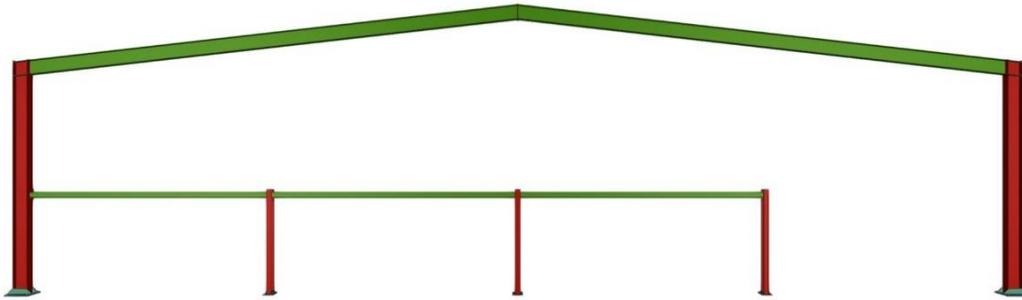


Figura 17: Pórtico interior B. CYPE 3D.

#### 6.4.1.5 SISTEMA CONTRAVIENTO

El sistema contraviento es el conjunto de las diferentes barras y uniones que se encargan de absorber los diferentes esfuerzos y transmitirlos hasta la cimentación. Se compone de los siguientes subsistemas:

1. Pórtico de fachada.
2. Viga contraviento.
3. Arriostramiento lateral: Cruz de San Andrés.
4. Viga perimetral.

##### 1) Pórtico de fachada

Este pórtico está compuesto por los pilares, la jácena, los arriostramientos y las Cruces de San Andrés en los extremos. La separación entre pilares es de 8,75 m mientras que la luz es de 35 m.

Para su cálculo se han comprobado los mismos estados que en el caso del pórtico interior dando lugar a la siguiente solución:

- Pilares con un IPE 360.
- Jácena con un IPE 270.
- Arriostramiento con un perfil hueco cuadrado SHS 140x4.0.
- Cruces de San Andrés (tirantes) con una sección hueca L120x120x8.0.

En la Figura 18 se puede observar la solución en un modelo 3D. Los elementos pertenecientes al altillo se tratarán más adelante.

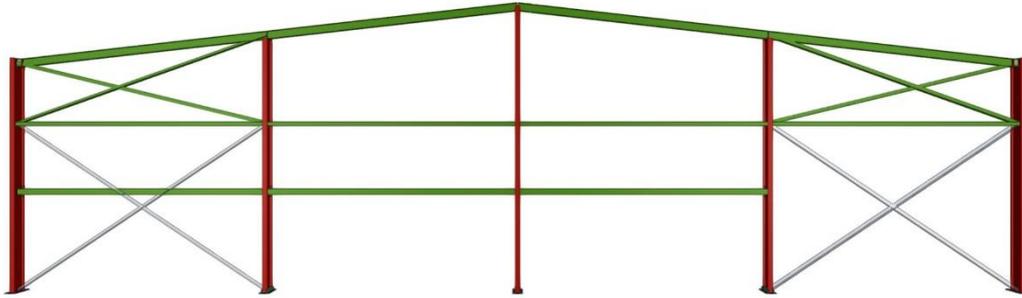


Figura 18: Pórtico de fachada. CYPE3D.

## 2) Viga contraviento

Es la parte del sistema contraviento que se encarga de materializar el apoyo en la cabeza de los pilares y de transmitir los esfuerzos. Por esta razón es la parte más importante pues un cambio en las condiciones de apoyo podría provocar desastrosos efectos. Se pueden configurar como una viga Pratt o como una viga Warren. En el proyecto se ha dispuesto como una viga Pratt donde los montantes trabajan a compresión y las diagonales lo hacen a tracción. Además, se han duplicado el número de las diagonales para tener en cuenta todas las direcciones en las que puede incidir el viento.

Una vez se han introducido las condiciones, CYPE 3D proporciona la siguiente solución:

- Montantes centrales con perfil hueco cuadrado SHS 80x3.0.
- Montantes extremos con perfil hueco cuadrado SHS 90x3.0.
- Diagonales de sección hueca L75x75x5.0.
- Cordón inferior (al ser la jácena del pórtico de fachada) IPE 270.
- Cordón superior (al ser la jácena del pórtico interior) IPE 500.

En la figura 19 se puede observar la viga contraviento.

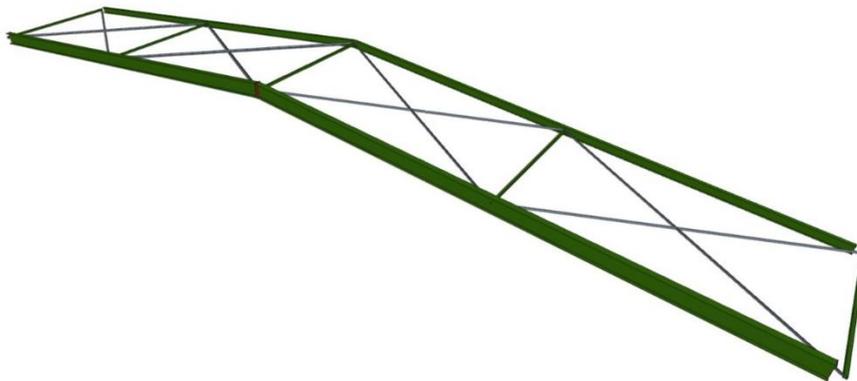


Figura 19: Viga contraviento. CYPE 3D.

### 3) Arriostramiento lateral

Se ha resuelto con una Cruz de San Andrés dispuesta en los extremos del pórtico de fachada. Se duplican por el mismo racionamiento que en la viga contraviento. La solución adoptada es la siguiente:

- Montantes con perfil hueco cuadrado SHS 90x3.0.
- Diagonales de sección hueca L75x75x5.0.

En la Figura 20 se puede observar la disposición de las barras en un modelo 3D.

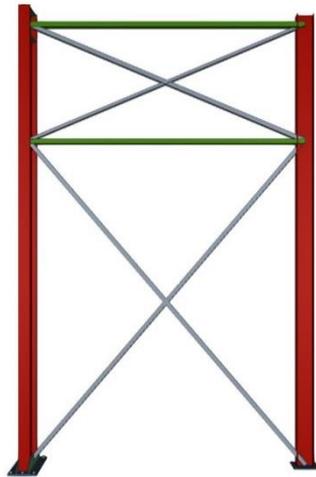


Figura 20: Arriostramiento lateral. CYPE 3D.

### 4) Viga perimetral

Este subsistema tiene la función de canalizar cualquier empuje a causa del intento de pandeo de los pórticos interiores a la Cruz de San Andrés. Se opta por un perfil IPE 140. La figura 21 representa el alzado del plano perpendicular al pórtico de fachada, donde se encuentran las vigas perimetrales.

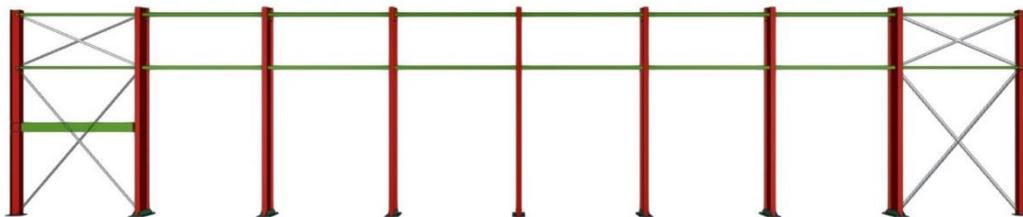


Figura 21: Viga perimetral. CYPE3D.

#### 6.4.1.6 Altillo

Se trata de un espacio rectangular situado en una de las esquinas, al fondo de la nave. Se sitúa a una altura de 3,5 m de altura y consta de una superficie de 131,25 m<sup>2</sup>, que albergará las oficinas.

Se ha resuelto con los siguientes perfiles:

- Perfil IPE 200 para las vigas paralelas al plano de fachada.
- Perfil IPE 360 para las vigas perpendiculares al plano de fachada.
- Perfiles HEB 180 para los tres pilares.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

Los otros pilares mantienen el perfil anteriormente comentado en sus respectivos apartados, al ser los pilares del pórtico de fachada o los de los pórticos interiores. Queda representado en la figura 22.

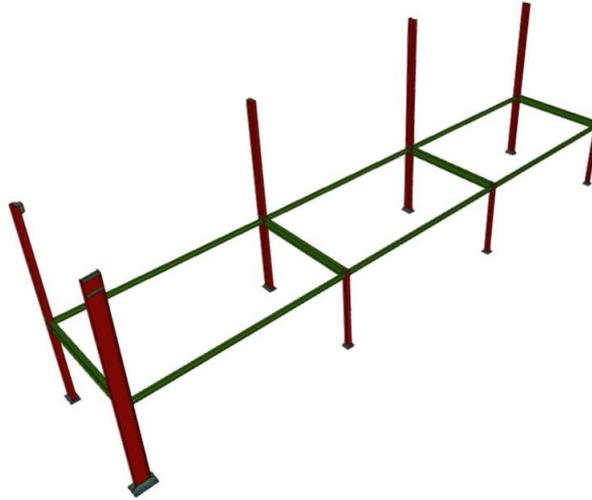


Figura 22: Altillo. CYPE3D

## 6.4.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

### 6.4.2.1 Solera

La solera es el revestimiento que se dispone sobre el terreno debajo de la nave industrial y está compuesto de dos capas. La primera de ellas es una base de pavimento hecha con zahorra natural compactada. En primer lugar, se extiende la zahorra y posteriormente se compacta mediante bandeja vibrante. Este proceso se repite hasta obtener un espesor máximo de 30 cm y una densidad superior al 95%. La segunda capa es una capa de hormigón HA-25/B/20/IIa de 10 cm de espesor sobre una malla electrosoldada de acero 20x20 de Ø5-5 B500T. Una vez vertido el hormigón se extiende y se vibra mediante regla vibrante.



Figura 23: Disposición de las diferentes capas de la solera

### 6.4.2.2 Cerramientos y correas

Los cerramientos, como su nombre indica, son los elementos que se disponen sobre la estructura para dotar de una envoltura a todos los elementos estructurales. Se pueden distinguir dos tipos: los colocados en la cubierta y los colocados en los laterales. En este proyecto se ha optado por colocar paneles tipo sándwich tanto en la cubierta como en los laterales y fachadas.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

Este tipo de cerramiento consta de 3 capas. En el caso de los paneles dispuestos en la cubierta, la capa exterior es una doble chapa grecada de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor y la interior, el mismo tipo de doble chapa de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, pero de superficie lisa. Con alma aislante de lana de roca con una densidad de 145 kg/m<sup>3</sup>. En cambio, para los paneles laterales y de fachada, tanto la superficie exterior como la interior son de doble chapa nervada de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano. con una densidad de 40 kg/m<sup>3</sup>, de 35 mm de espesor. Esto proporciona una envoltura de elevada protección y aislamiento.

La unión de los paneles del cerramiento a las correas se materializará mediante ejiones. En la siguiente figura se pueden observar las tres capas anteriormente comentadas.



Figura 24: Panel tipo sándwich

Finalmente, la solución propuesta para las correas es la siguiente:

- Correas de cubierta con un perfil conformado en frío CF 160x2.5 de acero S235. Se ha establecido una flecha límite de 1/300, con fijación rígida, que salve 3 vanos y una separación entre correas de 1,99 m.
- Correas laterales con un perfil conformado en frío CF 160x2.5 de acero S235. Con flecha límite de 1/250, con fijación rígida y una separación de 1,6 m pero que solo salve un vano. Las correas necesarias serán un total de 20 para las de cubierta y 12 para las laterales.

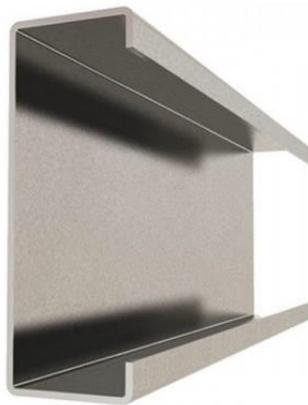


Figura 25: Perfil correa tipo C

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

Los cerramientos de las fachadas y la disposición de huecos se representan en las siguientes imágenes (figuras 26 y 27) y en el plano 15 del documento IV.

#### 6.4.2.3 Carpintería

La carpintería se compone de trece ventanas de aluminio, de hojas correderas, de dimensiones 4200x1500 mm. Así como de una puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, y una puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 100x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso peatonal. La disposición de estos elementos se puede ver en la figura 26.

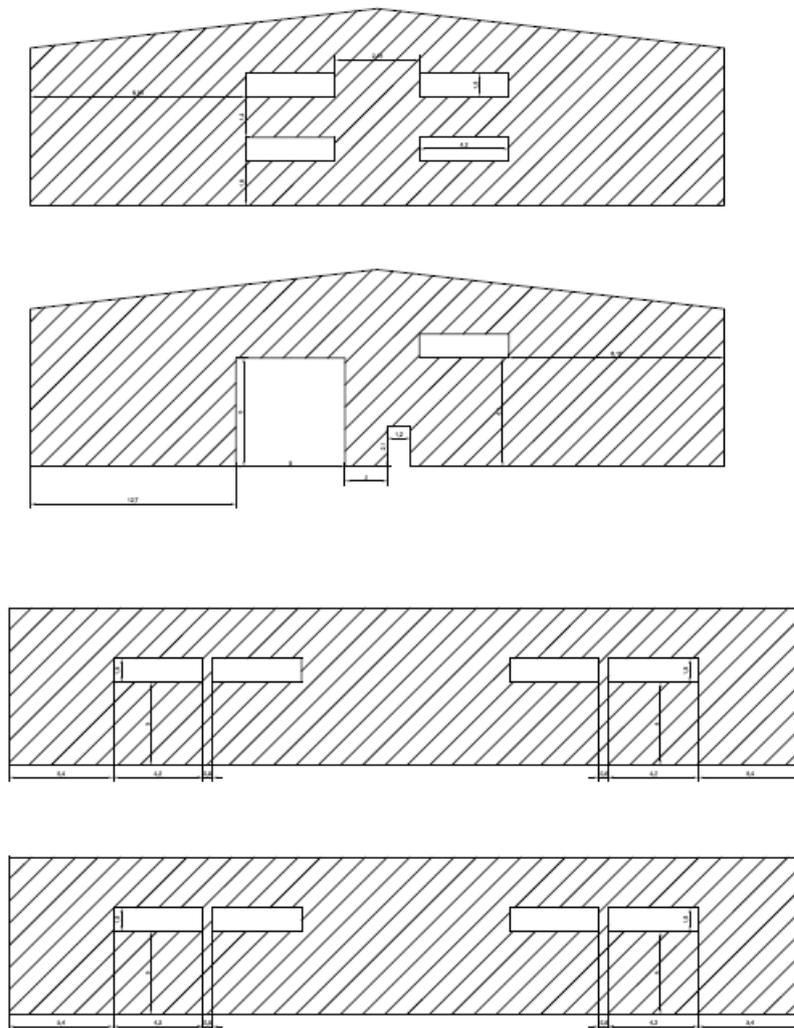


Figura 26: Disposición ventanas

#### 6.4.2.4 Lucernarios

Por otra parte, se ha optado por la instalación de lucernarios para contar con el máximo de iluminación natural posible en la zona de trabajo de los operarios. Se han instalado ocho lucernarios a un agua de placas de alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor y de unas dimensiones de 2500x6000 mm. En la figura 27 se observa su disposición en la cubierta.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

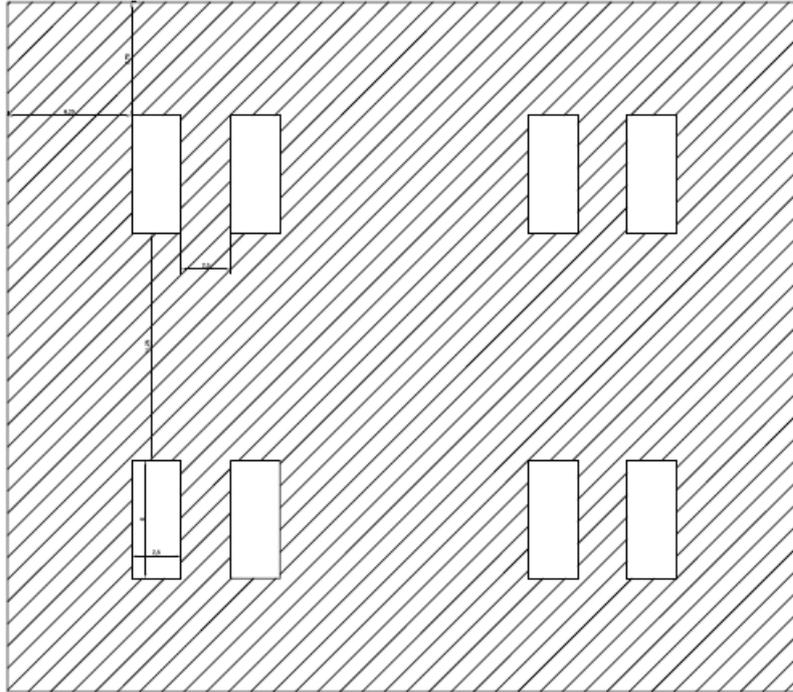


Figura 27: Disposición lucernarios

### 6.4.3 PRESUPUESTO

En el documento III se recoge detalladamente el presupuesto de ejecución material, las unidades de obra que lo componen y el presupuesto base de licitación. A modo de resumen se adjunta la siguiente tabla:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Cimentación	43.399,72
Estructura	159.632,22
Acondicionamiento del terreno	105.273,98
Carpintería y cerrajería	103.305,77
Fachadas	10.938,48
Cubiertas	16.485,32
Urbanización interiorde la parcela	76.009,50
Gestión de residuos	2.046,82
Redacción de proyecto y trabajo de ingeniería	15.514,10
<b>Presupuesto Ejecución Material</b>	<b>532.650,91</b>
Beneficio Industrial	31.959,05
Gastos Generales	69.244,62
<b>Presupuesto Ejecución por Contrata</b>	<b>633.854,58</b>
IVA	133.109,46
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>766.964,04</b>

Tabla 8: Resumen del presupuesto

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

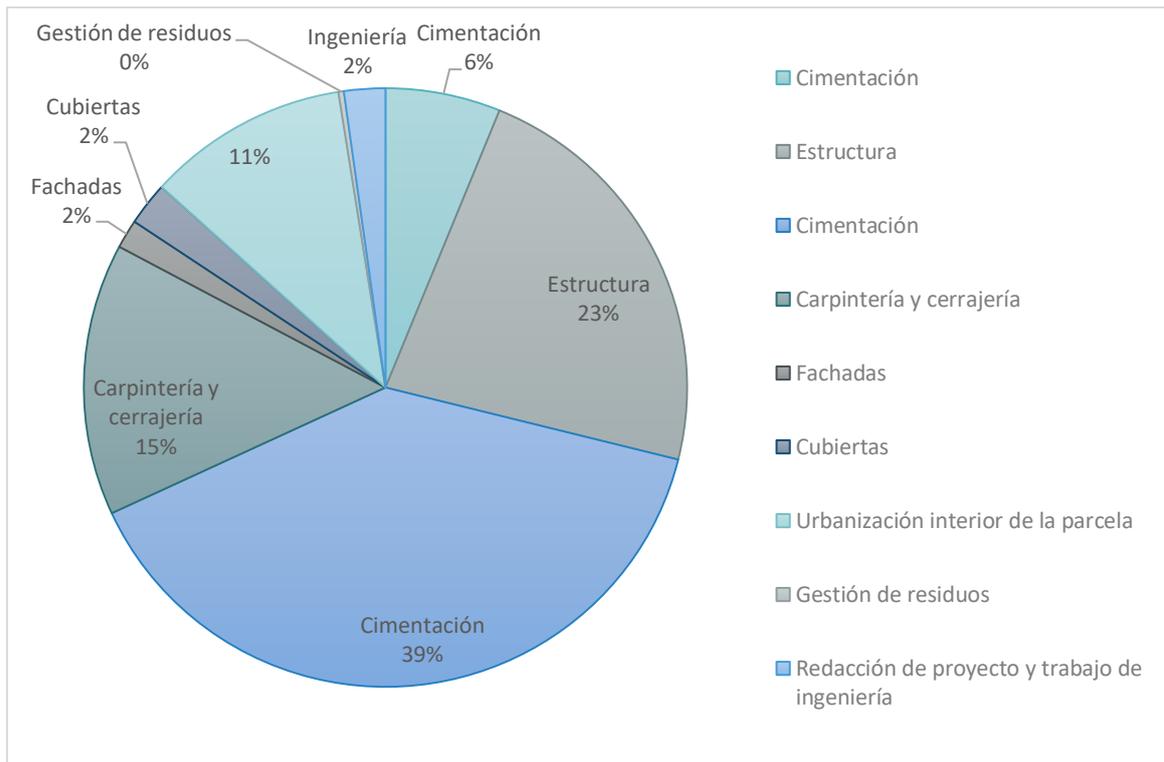


Figura 28: Porcentaje gastos del PEM

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Unidad Docente de Construcciones Industriales, 2018. Apuntes de la Asignatura de Tecnología de la Construcción, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València.
- Departamento de Proyectos de Ingeniería, 2018. Diapositivas de la asignatura Proyectos, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) (26/05/2019), Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB-SE) o Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la edificación (DB-SE-AE) o Documento Básico de Seguridad Estructural, Cimientos(DB-SE-C) o Documento Básico de Seguridad Estructural, Acero (DB-SE-A). Consultados en <https://www.codigotecnico.org/>.

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

- *Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)*. Consultado en [https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/capituloiborde.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/capituloiborde.pdf).
- *Definición Plan General de Ordenación Urbana*. Consultado en <http://www.pgou.eu/>.
- <https://www.polimertecnic.com/maquinaria/ic-speedmatic/>
- <https://www.directindustry.es/prod/nissei-asb-machine-co-ltd/product-74412-1433791.html>
- <https://www.maquinasdecoserdioni.com/linea-automatizada-termosellado-ffp2-ffp3.html>
- [http://www.franciscoaparicio.com/presta/index.php?id\\_product=2636&controller=product](http://www.franciscoaparicio.com/presta/index.php?id_product=2636&controller=product)
- <https://www.cera-groupecera.com/fr/standards/machines-pour-le-medical-et-les-epi/machine-a-masques-ffp2>
- <https://www.italdibipack.com/es/producto/dibiflow-500/>
- <https://www.trebolgroup.com/impresora-industrial/codificacion-cajas/hp-impresora-inyeccion-tinta-termica/tj-series/>
- <https://www.ratioform.es/Cajas-de-carton-madera-o-plastico/Cajas-de-carton/Cajas-de-carton-plegables-FEFCO-0201/Cajas-americanas-de-carton-de-350-hasta-399-mm-de-largo/eke171/>
- Plan parcial polígono industrial "Maigmó" -Tibi normativa urbanística

# DOCUMENTO II

# **ANEXO DE CÁLCULO**

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

1. CARGAS.....	3
1.1 CARGAS PERMANENTES.....	3
1.2 CARGAS VARIABLES.....	3
2. SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES.....	4
2.1 CIMENTACIÓN.....	4
2.2 PLACAS DE ANCLAJE.....	8
2.3 PÓRTICO INTERIOR.....	11
2.4 PÓRTICO DE FACHADA.....	13
2.5 VIGA CONTRAVIENTO.....	14
2.6 ARRIOSTRAMIENTO LATERAL.....	17
2.7 VIGA PERIMETRAL.....	18
2.8 ALTILLO.....	19
2.9 CORREAS.....	19
2.9.1 Correas de cubierta.....	19
2.9.2 Correas laterales.....	23

## 1. CARGAS

### 1.1 CARGAS PERMANENTES

En este tipo de cargas se encuentran el peso de los cerramientos de cubierta y laterales, con un valor de 0,15 kN/m<sup>2</sup>, y el peso de las correas de cubierta y laterales de 0,03 kN/m<sup>2</sup> y 0,02 kN/m<sup>2</sup> respectivamente.

### 1.2 CARGAS VARIABLES

En este tipo se incluyen la sobrecarga de uso, la acción del viento y la carga de nieve. En primer lugar, se ha determinado una sobrecarga de uso de categoría G1 (cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento). Según la tabla CTE DB SE-AE 3.1, corresponde una carga de 4 kN/m<sup>2</sup>. En el caso del altillo, al ser categoría C (zonas de acceso al público) también corresponden 4 kN/m<sup>2</sup>. (Tabla 1)

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(b)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(b)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

Tabla 1: Categoría de uso

Por otro lado, la acción del viento se calcula con la siguiente expresión:

$$q_e(z) = q_b \cdot C_e(z) \cdot C_p$$

En esta expresión,  $q_b$  es la presión dinámica del viento que cambia con el emplazamiento;  $C_e$  es el coeficiente de exposición que varía con la altura y el grado de aspereza y  $C_p$  es el coeficiente eólico que depende de la orientación de la superficie respecto al viento.

La presión dinámica ( $q_b$ ) tiene un valor de 0,45 kN/m<sup>2</sup> (según CTE DB SE-AE 3.3 y anexo D) pues el municipio de Tibi se encuentra en zona B (velocidad del viento de 27 m/s). (Figura 1).

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

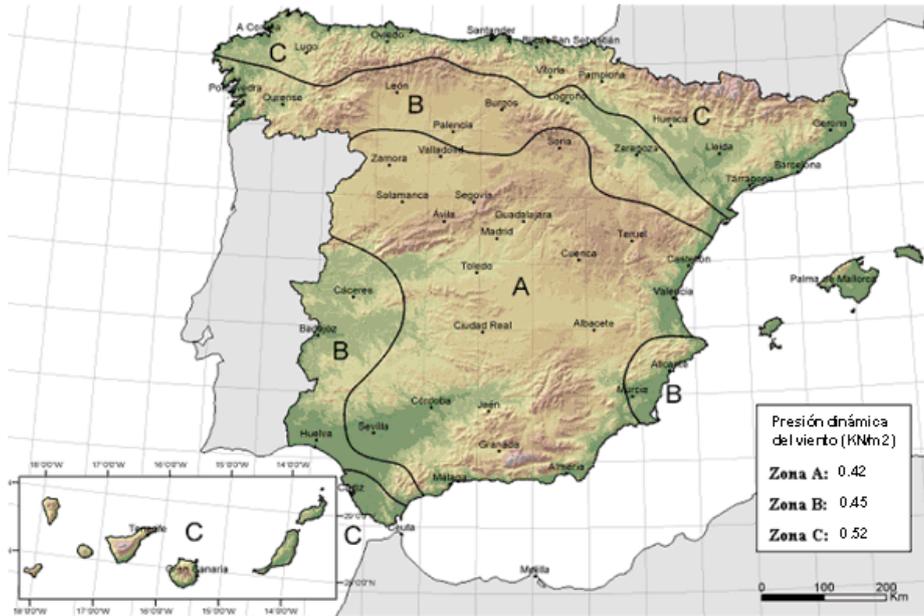


Figura 1: Presión dinámica del viento

A continuación, el coeficiente de exposición ( $C_e(z)$ ), que depende del grado de aspereza ( $g$ ) y de la altura a la que se encuentra la edificación ( $z$ ), tiene la siguiente expresión:

$$C_e(g,z) = F(g,z) \cdot [F(g,z) + 7 \cdot k(g)]$$

El coeficiente de rugosidad  $F$  se calcula con la expresión:

$$F(g,z) = k(g) \ln\left(\frac{\max(z, Z(g))}{L(g)}\right)$$

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 2: Coeficientes para grado de aspereza del entorno

En tabla 2,  $k$  es el factor de terreno,  $L(g)$  es la longitud de la rugosidad que se interpreta como el torbellino que se forma por fricción del aire con la superficie del terreno y  $Z(g)$  es la altura mínima que considerar.

Así, con un grado de aspereza IV por ser zona industrial queda:  $k=0,22$ ;  $L=0,3m$ ;  $Z=5m$ , nuestra altura de cumbrera es  $z=10m$ . A continuación, el valor de  $F$  calculado queda  $F=0,77144$  y el valor de  $C_e$  como 1,783.

Por otra parte, el coeficiente eólico ( $C_p$ ), depende de la dirección relativa del viento, la posición del elemento y la geometría del edificio. Éste se divide en varias situaciones. La primera, es el coeficiente eólico exterior ( $C_{pe}$ ) que depende de la dirección relativa del viento ( $h/d$ ), de la forma del edificio ( $f, \alpha$ ), la posición de elemento considerado y el área de influencia ( $A$ ). Sus valores se

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

determinan en las tablas D.3 hasta D.13 del CTE DB SE-AE dependiendo del tipo de nave que se construya.

Finalmente, la última acción variable es la carga de nieve. Ésta depende del clima, del tipo de precipitación y del relieve del emplazamiento, de la forma del edificio y de los efectos del viento. Su expresión es la siguiente:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot s_k(H, Z_c)$$

El primer parámetro es el coeficiente de forma de la cubierta ( $\mu$ ). Vale 1 pues la cubierta tiene una inclinación menor a 30°. El segundo es el valor característico de la carga de nieve  $s_k$  que depende de la altitud topográfica. Y de la zona climática. En este caso  $ZC=5$  (figura 2) y  $H=533m$ , altitud de Tibi.



Figura 2: Zona climática

De la tabla 3 obtenemos  $s_k=0,4$ , por lo que tenemos  $q_n=0,4$ .

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud <sup>(*)</sup> (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	4,3	0,2
1.800-2000	4,3	4,6	4,0	4,6	2,5	4,3	0,2

<sup>(\*)</sup> Para altitudes intermedias, puede interpolarse linealmente.

Tabla 2: Sobrecarga de nieve

## 2. SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES

En los siguientes apartados se adjuntan las comprobaciones de cada elemento. En todos los cálculos se han utilizado las ya mencionadas normativas de CTE y EHE-08.

### 2.1 CIMENTACIÓN

Se han comprobado los siguientes Estados Límites Últimos:

- E.L.U. Deslizamiento.
- E.L.U. Equilibrio al vuelco.
- E.L.U. Agotamiento del terreno.
- E.L.U. Agotamiento del elemento de cimentación.

En el proyecto se encuentran 5 geometrías diferentes de zapatas aisladas. En la figura 3, se muestra una zapata rectangular excéntrica (N8) del pórtico interior, ya que es la geometría más repetida.

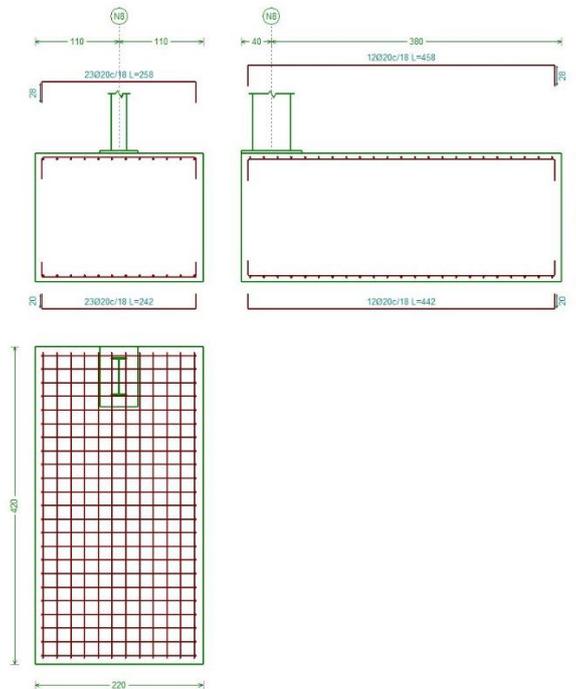


Figura 3: Geometría de una zapata rectangular excéntrica

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

1) COMPROBACIÓN DE LA ZAPATA

Referencia: N8		
Dimensiones: 220 x 420 x 170		
Armados: Xi:Ø20c/18 Yi:Ø20c/18 Xs:Ø20c/18 Ys:Ø20c/18		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0528759 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.101632 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0918216 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><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></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 595.1 %</p> <p>Reserva seguridad: 286.4 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 39.34 kN·m</p> <p>Momento: 425.62 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 0.00 kN</p> <p>Cortante: 150.39 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE</i></p>	<p>Máximo: 5000 kN/m<sup>2</sup> Calculado: 45.5 kN/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i></p>	<p>Mínimo: 25 cm Calculado: 170 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N8:</p>	<p>Mínimo: 55 cm Calculado: 161 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.001</p> <p>Calculado: 0.001</p> <p>Calculado: 0.001</p> <p>Calculado: 0.001</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.0011</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0003</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:</p> <p><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm</p>	<p>Cumple</p>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Referencia: N8		
Dimensiones: 220 x 420 x 170		
Armados: Xi:Ø20c/18 Yi:Ø20c/18 Xs:Ø20c/18 Ys:Ø20c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 20 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: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 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	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 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: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 221 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 229 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Por otro lado, el segundo elemento de cimentación a comprobar es la viga de atado. Que tiene la misma geometría para todos sus elementos, en la figura tenemos un ejemplo.

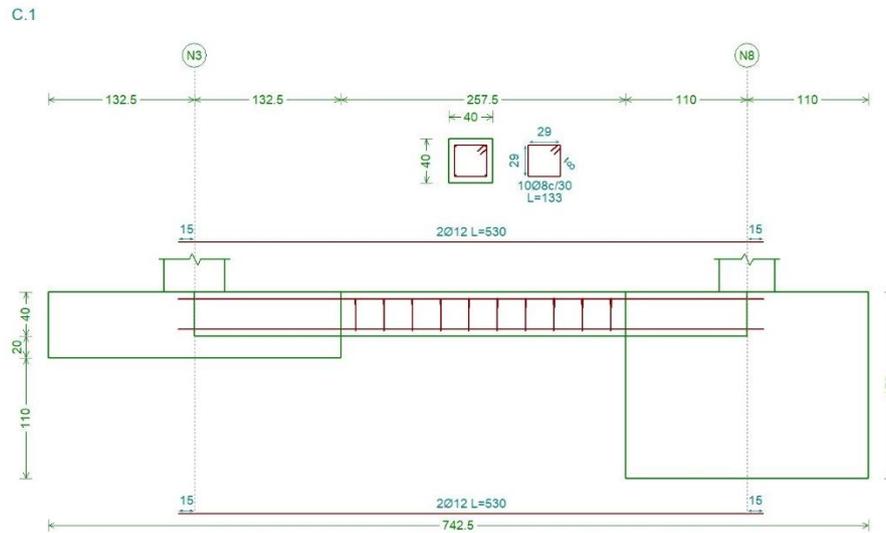


Figura 4: Geometría de una viga de atado.

## 2) COMPROBACIÓN DE LA VIGA DE ATADO

Referencia: C.1 [N3-N8] (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		

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

## 2.2 PLACAS DE ANCLAJE

Se han comprobado los siguientes Estados Límites Últimos:

- E.L.U. Agotamiento del apoyo.
- E.L.U. Agotamiento de la placa con cartelas a flexión.
- E.L.U. Agotamiento de los pernos.
- E.L.U. Anclaje de los pernos.

Se muestran a continuación las comprobaciones y dimensiones de una placa de anclaje perteneciente a un pilar del pórtico interior.

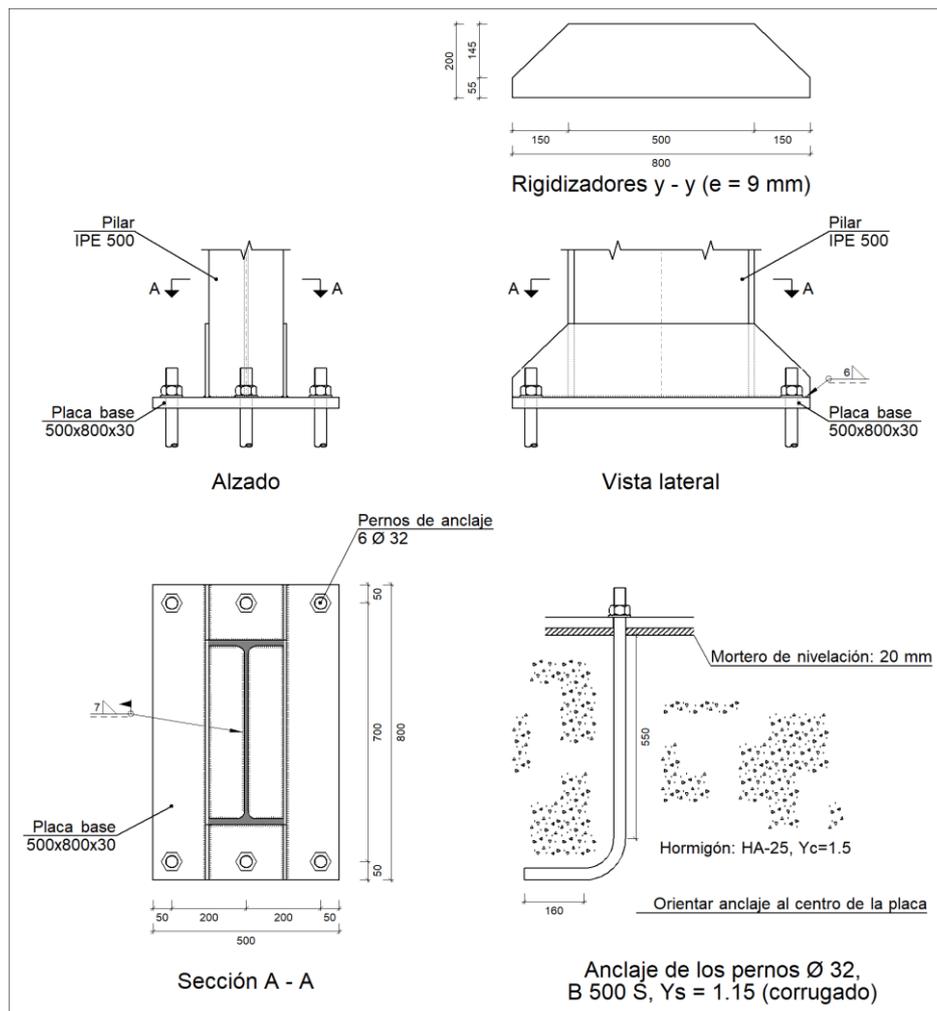


Figura 5: Dimensiones placa de anclaje

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

1) COMPROBACIÓN DE LA SOLDADURA DEL PILAR:

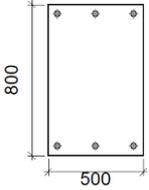
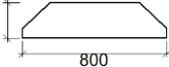
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		500	800	30	6	32	S275	275.0	410.0
Rigidizador		800	200	9	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 3: Descripción elementos complementarios

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1548	10.2	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> )	b <sub>w</sub>
	s <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	t <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	t <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

2) COMPROBACIÓN DE PLACA DE ANCLAJE

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 200 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 92 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 35 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:  - Cortante:  - Tracción + Cortante:	Máximo: 195.57 kN Calculado: 161.53 kN  Máximo: 136.9 kN Calculado: 16.31 kN  Máximo: 195.57 kN Calculado: 184.83 kN	Cumple  Cumple  Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 255.69 kN Calculado: 161.53 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 204.507 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 502.86 kN Calculado: 16.31 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa  Calculado: 59.7135 MPa Calculado: 52.9575 MPa Calculado: 188.848 MPa Calculado: 188.864 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250  Calculado: 1795.45 Calculado: 6421.8 Calculado: 5541.3 Calculado: 5541.29	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 150.356 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	800	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	800	9.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
	S <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	t <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	t <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	S <sup>∧</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

### 2.3 PÓRTICO INTERIOR

Para la comprobación del pórtico interior se han tenido en cuenta los siguientes Estado Límites de Servicio y Últimos:

- E.L.S. de Deformación.
- E.L.U. de Resistencia de las secciones.
- E.L.U. de resistencia de las barras. Pandeo.

Para ello analizaremos las barras señaladas en la figura 6.

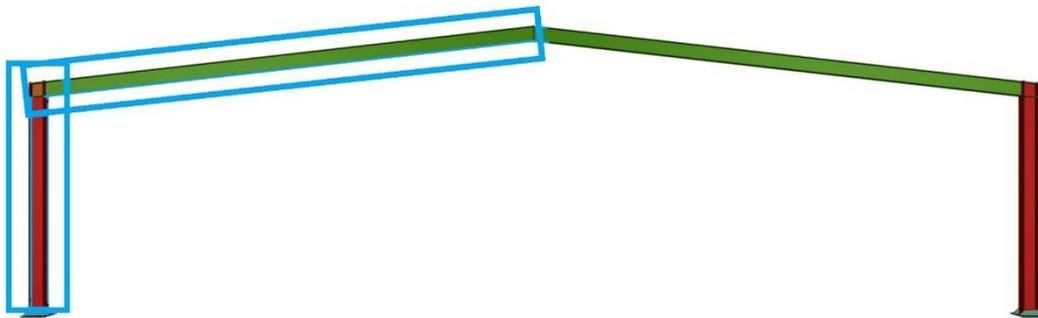


Figura 6: Vista elementos seleccionados pórtico interior

Características mecánicas									
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	1	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

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								
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.									

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	l <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-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>	
N11/N71	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,max</sub> Cumple	x: 5.882 m h = 1.3	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h = 60.4	x: 0 m h = 2.5	h = 10.8	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 64.0	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 64.0
N71/N12	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,max</sub> Cumple	x: 2.118 m h = 1.4	x: 0 m h = 4.3	x: 2.118 m h = 78.9	x: 0 m h = 0.9	h = 10.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 2.118 m h = 82.2	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 82.2
N12/N15	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,max</sub> Cumple	x: 17.614 m h = 2.0	x: 0 m h = 15.8	x: 0 m h = 78.9	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m h = 9.7	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 82.5	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 82.5

## 2.4 PÓRTICO DE FACHADA

Se ha procedido de igual manera que en el pórtico interior. En la figura 7 se muestran las barras analizadas.

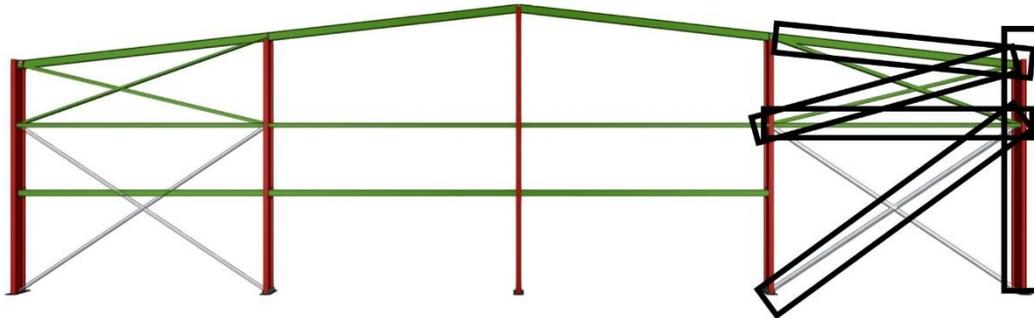


Figura 7: Vista elementos seleccionados pórtico de fachada

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 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.44
		2	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		3	SHS 140x4.0, (Cold Formed SHS)	21.34	9.07	9.07	650.67	650.67	1023.18
		4	L 120 x 120 x 8, (L)	18.70	8.96	8.96	255.40	255.40	3.96
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.									

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	l	l <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>
N3/N55	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub> Cumple	x: 5.882 m h = 1.5	x: 0 m h = 8.1	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h = 23.8	x: 0 m h = 3.6	x: 0 m h = 1.6	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 35.7
N55/N4	l < 2.0 Cumple	x: 0 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub> Cumple	x: 2.118 m h = 0.8	x: 0 m h = 1.5	x: 0 m h = 3.4	x: 0 m h = 14.9	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 15.9	x: 0 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 15.9
N4/N47	l < 2.0 Cumple	x: 0.44 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub> Cumple	x: 8.807 m h = 0.2	x: 0 m h = 6.0	x: 8.807 m h = 19.3	x: 8.807 m h = 9.4	x: 8.807 m h = 4.5	x: 0 m h = 0.3	x: 0.44 m h < 0.1	x: 0.44 m h < 0.1	x: 8.807 m h = 30.0	x: 0.44 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 30.0
N54/N55	l < 2.0 Cumple	x: 0 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub> Cumple	h = 1.2	h = 12.5	x: 0 m h = 7.5	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.8	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 20.3	x: 0 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 20.3

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	l	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>	
N50/N55	l ∈ 4.0 Cumple	h = 9.4	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 9.4
N54/N4	l < 2.0 Cumple	x: 9.003 m h = 5.1	x: 0 m h = 3.2	x: 4.501 m h = 32.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m h = 0.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.563 m h < 0.1	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 4.501 m h = 36.1	x: 0.563 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 36.1

## 2.5 VIGA CONTRAVIENTO

Se va a comprobar solo un montante y una diagonal de la viga contraviento porque el resto de las barras se comportarán de igual manera. Al ser dos elementos que trabajan a compresión (diagonales) y tracción (montantes) se comprobará la esbeltez y el axil a tracción o compresión en el punto más desfavorable.

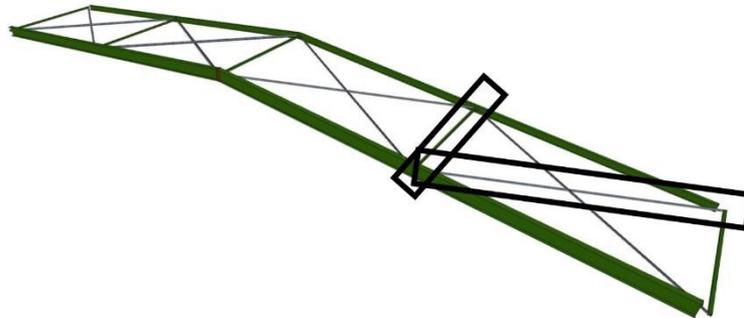


Figura 8: Vista elementos seleccionados viga contraviento

Características mecánicas									
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	1	L 75 x 75 x 5, (L)	7.34	3.50	3.50	38.77	38.77	0.60
		2	SHS 80x3.0, (Cold Formed SHS)	9.00	3.85	3.85	87.64	87.64	139.87
<p><i>Notación:</i>                      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.</p>									

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

1) COMPROBACIÓN DE LA DIAGONAL

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	λ	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>	
N42/N74	λ ≤ 4.0 Cumple	h = 40.1	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 40.1

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

La esbeltez reducida λ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\lambda < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$A : \underline{7.34} \text{ cm}^2$$

f<sub>y</sub>: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N<sub>cr</sub>: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.401} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H1.

N<sub>t,Ed</sub>: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{77.02} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción N<sub>t,Rd</sub> viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{192.24} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{7.34} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f<sub>y</sub>: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g<sub>m0</sub>: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

1) COMPROBACIÓN DEL MONTANTE

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	I <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>
N74/N56	λ < 2.0 Cumple	x: 0.313 m I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,max</sub> Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(9)</sup>	h = 72.1	x: 2.5 m h = 4.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m h = 0.3	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.5 m h = 77.2	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 77.2

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

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

La esbeltez reducida  $\lambda$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\lambda$  : 1.85 ✓

Donde:

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

**Clase :** 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A :** 9.00 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 72.66 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :** 72.66 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :** 72.66 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub> :** 87.64 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>z</sub> :** 87.64 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub> :** 139.87 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub> :** 0.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>ky</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kz</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**i<sub>0</sub> :** 4.41 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**i<sub>y</sub> :** 3.12 cm

**i<sub>z</sub> :** 3.12 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

3)

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

Se debe satisfacer:

**h :** 0.162 ✓

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

h : 0.721 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H1.

N<sub>c,Ed</sub>: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N<sub>c,Ed</sub> : 38.23 kN

La resistencia de cálculo a compresión N<sub>c,Rd</sub> viene dada por:

N<sub>c,Rd</sub> : 235.79 kN

Donde:

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

Clase : 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 9.00 cm<sup>2</sup>

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

f<sub>yd</sub> : 261.90 MPa

Siendo:

f<sub>y</sub>: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f<sub>y</sub> : 275.00 MPa

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

g<sub>M0</sub> : 1.05

## 2.6 ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA LATERAL

En la figura 9 podemos observar los elementos a analizar

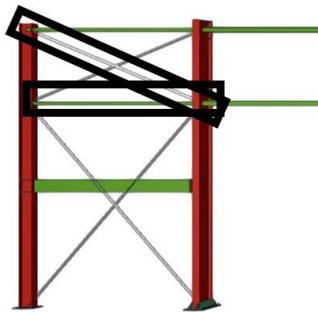


Figura 9: Vista elementos seleccionados en arriostramiento de fachada lateral

Características mecánicas									
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	1	SHS 90x3.0, (Cold Formed SHS)	10.20	4.35	4.35	127.05	127.05	201.36
		2	L 75 x 75 x 5, (L)	7.34	3.50	3.50	38.77	38.77	0.60

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

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								
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.									

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	lw	Nt	Nc	Mv	Mz	Vz	Vv	MvVz	MzVv	NMvMz	NMvMzVv	Mt	MtVz	MtVv	
N51/N72	l < 2.0 Cumple	x: 0.313 m lw ≤ lw,max Cumple	h = 4.1	h = 87.5	x: 2.5 m h = 3.8	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m h = 0.3	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 93.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 93.7

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	Nt	Nc	Mv	Mz	Vz	Vv	MvVz	MzVv	NMvMz	NMvMzVv	Mt	MtVz	MtVv		
N72/N2	l ≤ 4.0 Cumple	h = 12.2	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 12.2	

## 2.7 VIGA PERIMETRAL

Tan solo analizaremos la viga perimetral superior, como está indicado en la figura 10.

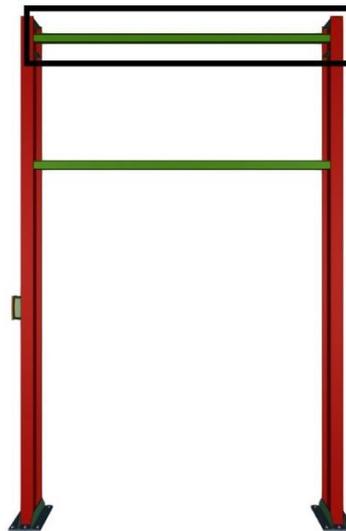


Figura 10: Vista elementos seleccionados de la viga perimetral

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 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40
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.									

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	l	l <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>
N7/N12	l < 2.0 Cumple	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,máx</sub> Cumple	h = 6.3	h = 4.1	x: 2.5 m h = 2.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 8.6	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 8.6

## 2.8 ALTILLO

Para las comprobaciones del altillo se han escogido una viga de cada tipo y un pilar.

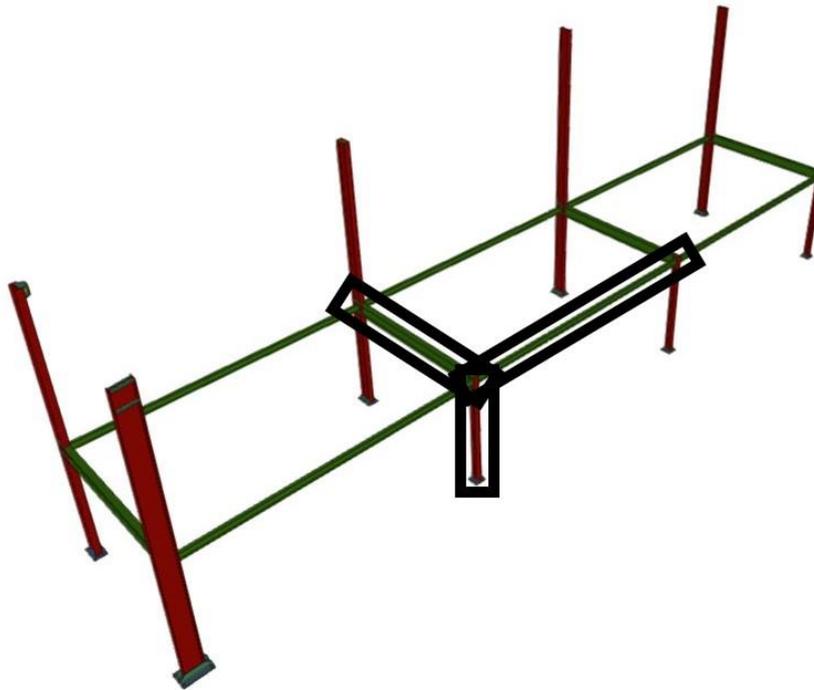


Figura 11: Vista elementos seleccionados en altillo

Características mecánicas									
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	1	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		2	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.44
		3	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.21

*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.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	l	l <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>
N91/N90	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,máx</sub> Cumple	h = 0.7	h = 0.6	x: 0 m h = 3.9	x: 8.75 m h = 0.3	x: 8.75 m h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 8.75 m h = 4.9	h < 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> h = 4.9
N85/N91	l < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,máx</sub> Cumple	h = 0.4	h = 2.3	x: 0 m h = 77.6	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 52.8	h < 0.1	x: 0 m h = 77.6	h < 0.1	x: 0 m h = 79.0	x: 0 m h = 78.8	h = 0.7	x: 0 m h = 52.8	h < 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 79.0

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	l <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>
N92/N91	λ < 2.0 Cumple	l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,max</sub> Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m h = 18.6	x: 3.5 m h = 72.4	x: 0 m h = 15.0	h = 13.8	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 89.4	h < 0.1	h = 0.5	h = 13.8	h = 0.3	<b>CUMPLE</b> h = 89.4
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>λ: Limitación de esbeltez</li> <li>l<sub>w</sub>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</li> <li>N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción</li> <li>N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión</li> <li>M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li>V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y</li> <li>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axial combinados</li> <li>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axial y cortante combinados</li> <li>M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</li> <li><sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axial de tracción.</li> </ul>																

## 2.9 CORREAS

### 2.9.1 CORREAS DE CUBIERTA

Tal y como se ha explicado anteriormente las correas de cubierta son de un acero S235 y de un perfil CF 2160x2.5 con una separación entre cada correa de 1,99m. A continuación, se pueden observar las distintas comprobaciones que se han realizado para asegurar su aptitud.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 89.01 %

Perfil: CF-160x2.5 Material: S235		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> )	y <sub>G</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>G</sub> <sup>(3)</sup> (mm)		
0.989, 5.000, 8.113	0.989, 0.000, 8.113	5.000	7.59	294.69	36.98	0.16	-11.37	0.00		
<p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</li> <li><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</li> <li><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad</li> </ul>										
		Pandeo		Pandeo lateral						
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
b		0.00	1.00	0.00	0.00					
L <sub>K</sub>		0.000	5.000	0.000	0.000					
C <sub>1</sub>		-		1.000						
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>b: Coeficiente de pandeo</li> <li>L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)</li> <li>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</li> </ul>										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	λ	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: 0 m h = 89.0	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 19.0	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 89.0	

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

Se debe satisfacer:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

$h/t$  : 60.0 ✓

$b/t$  : 20.0 ✓

$c/t$  : 6.0 ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$c/b$  : 0.300

Donde:

**h**: Altura del alma.

$h$  : 150.00 mm

**b**: Ancho de las alas.

$b$  : 50.00 mm

**c**: Altura de los rigidizadores.

$c$  : 15.00 mm

**t**: Espesor.

$t$  : 2.50 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:

$h$  : 0.890 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.989, 5.000, 8.113, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$  H1.

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^+$  : 7.34 kN·m

Para flexión negativa:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$ : 0.00 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión  $M_{c,Rd}$  viene dada por:

$M_{c,Rd}$ : 8.24 kN·m

Donde:

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{el}$ : 36.84 cm<sup>3</sup>

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_{yb}$ : 235.00 MPa

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

$\gamma_{Mo}$ : 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:

$h$ : 0.190 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.989, 5.000, 8.113, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$  H1.

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

$V_{Ed}$ : 9.59 kN

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

$V_{b,Rd}$ : 50.40 kN

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$ : 155.30 mm

$t$ : Espesor.

$t$ : 2.50 mm

$f$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$f$ : 90.0 grados

$f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$f_{bv}$ : 136.30 MPa

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Siendo:

$\lambda_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.72}$$

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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

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

**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.

## 2.9.2 CORREAS LATERALES

Para las correas de fachada dispondremos de acero S235 y perfil CF 160x2.5 con una separación entre cada correa de 1,6m. A continuación, se pueden observar las distintas comprobaciones que se han realizado para asegurar su aptitud.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 89.94 %

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 86.33 %

<b>Perfil: CF-160x2.5</b> <b>Material: S235</b>									
	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> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.000, 5.000, 0.800	0.000, 0.000, 0.800	5.000	7.59	294.69	36.98	0.16	-11.37	0.00
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad								
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
	b		1.00	0.00		0.00			
	L <sub>K</sub>		5.000	0.000		0.000			
	C <sub>1</sub>		-	1.000					
	<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	λ	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 lateral	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 86.3	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m h = 11.5	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 86.3

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

Se debe satisfacer:

$h / t : 60.0$  ✓

$b / t : 20.0$  ✓

$c / t : 6.0$  ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$c / b : 0.300$

Donde:

**h**: Altura del alma.

$h : 150.00$  mm

**b**: Ancho de las alas.

$b : 50.00$  mm

**c**: Altura de los rigidizadores.

$c : 15.00$  mm

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

t: Espesor.

t : 2.50 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:

h : 0.863 ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.800, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^-$  : 7.12 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión  $M_{c,Rd}$  viene dada por:

$M_{c,Rd}$  : 8.24 kN·m

Donde:

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{el}$  : 36.84 cm<sup>3</sup>

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_{yb}$  : 235.00 MPa

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

$g_{M0}$  : 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 no hay momento flector.

**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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

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:

$$h : \underline{0.115} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.800, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{5.77} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{50.40} \text{ kN}$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{155.30} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$f$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$f : \underline{90.0} \text{ grados}$$

$f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\lambda_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.72}$$

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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

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

**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)

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

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.

**DOCUMENTO III**  
**PRESUPUESTOS Y**  
**MEDICIONES**

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

ÍNDICE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1.	PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL POR CAPÍTULOS.....	3
1)	CIMENTACIÓN.....	3
2)	ESTRUCTURA.....	4
3)	CUBIERTAS.....	6
4)	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	7
5)	CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA.....	8
6)	URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA.....	9
7)	FACHADAS.....	10
8)	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	10
9)	REDACCIÓN DE PROYECTO Y TRABAJO DE INGENIERÍA.....	11
2.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	12

## 1. PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL POR CAPÍTULOS

### 1) CIMENTACION

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>1.1.- Regularización</b>					
1.1.1.	m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	191,94	7,95	1.525,92
<b>Total 1.1.-Regularización:</b>					<b>1.525,92</b>
<b>1.2.- Superficiales</b>					
1.2.1	m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 38,1 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	260,312	141,60	36.860,18
<b>Total 1.2.- Superficiales:</b>					<b>36.860,18</b>
<b>1.3.- Arriostramientos</b>					
1.3.1	m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar, y separadores.	32,04	156,48	5.013,62
<b>Total 1.3.- Arriostramientos:</b>					<b>5.013,62</b>
<b>Parcial Nº1 Cimentaciones:</b>					<b>43.399,72</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**2) ESTRUCTURA**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>2.1.- Acero</b>					
2.1.1.	kg	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.	1.705,00	2,18	<b>3.716,90</b>
2.1.2	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra.	538,230	2,18	<b>1.173,34</b>
2.1.3	kg	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.	43.281,710	2,18	<b>94.354,13</b>
2.1.4	kg	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.	3.851,960	2,18	<b>8.397,27</b>
2.1.5	Ud.	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x750 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 108,781 cm de longitud total.	14	409,29	<b>5.730,06</b>
2.1.6	Ud.	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 74,0398 cm de longitud total.	3	112,48	<b>337,44</b>
2.1.7	Ud.	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 350x550 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 78,4248 cm de longitud total.	5	146,67	<b>733,35</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
2.1.8	Ud.	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 350x500 mm y espesor 18 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 83,2248 cm de longitud total.	5	181,92	<b>906,60</b>
2.1.9	m <sup>2</sup>	Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 3,1 kg/m <sup>2</sup> .	1.409,120	22,69	<b>31.972,93</b>
2.1.10	m <sup>2</sup>	Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 2 kg/m <sup>2</sup> .	640,000	19,23	<b>12.307,20</b>
<b>Total 2.1.-Acero:</b>					<b>159.632,22</b>
<b>Parcial Nº2 Estructuras</b>					<b>159.632,22</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**3) CUBIERTAS**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>3.1.- Componentes de cubiertas inclinadas</b>					
3.1.1.	m <sup>2</sup>	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 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 lana de roca de densidad media 145 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.	1.409,120	53,77	<b>75.768,38</b>
<b>Total 3.1.- Componentes de cubiertas inclinadas:</b>					<b>75.768,38</b>
<b>3.2.- Lucernarios</b>					
3.2.1.	m <sup>2</sup>	Lucernario a un agua con una luz máxima menor de 3 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor.	120	245,88	<b>75.768,38</b>
<b>Total 3.2.- Componentes de cubiertas inclinadas:</b>					<b>75.768,38</b>
<b>Parcial Nº3 Cubiertas:</b>					<b>105.273,98</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**4) ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>4.1.- Movimiento de tierras en edificación</b>					
4.1.1.	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, 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.	2.036,640	1,03	<b>2.097,74</b>
4.1.2	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.	492,340	24,03	<b>11.830,93</b>
4.1.3	m <sup>3</sup> .	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	2.337,000	23,56	<b>55.059,72</b>
<b>Total 4.1- Movimiento de tierras en edificación:</b>					<b>68.988,39</b>
<b>4.2.- Nivelación</b>					
4.2.1	m <sup>2</sup>	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie 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.	2.036,640	16,85	<b>34.317,38</b>
<b>Total 4.2- Nivelación:</b>					<b>34.317,38</b>
<b>Parcial Nº4 Acondicionamiento del terreno:</b>					<b>103.305,77</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**5) CARPINTERÍA, CERRAJERÍA, VIDRIOS Y PROTECCIONES SOLARES**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>5.1.- Puertas de uso industrial</b>					
5.1.1.	Ud.	Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado 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).	1	4.508,84	<b>4.508,84</b>
<b>Total 5.1- Puertas de uso industrial:</b>					<b>4.508,84</b>
<b>5.2.-Carpintería</b>					
5.2.1	Ud.	Ventana de aluminio, gama básica, seis hojas correderas, dimensiones 4200x1500 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 22 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 15 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	13	498,28	<b>6.477,64</b>
<b>Total 5.2- Carpintería:</b>					<b>6.477,64</b>
<b>Parcial Nº5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares:</b>					<b>10.938,48</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**6) URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>6.1.- Cerramientos exteriores</b>					
6.1.1.	m	Vallado de parcela formado por muro continuo, de 1 m de altura y de 10 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	181,520	39,24	<b>7.122,84</b>
6.1.2	m	Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada, de 50x50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado de sección 20x20x1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 40x40x1,5 mm y 1 m de altura, separados 2 m entre sí y empotrados en muros de fábrica u hormigón. Incluso mortero de cemento para recibido de los postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada a los postes metálicos.	181,520	30,57	<b>5.549,07</b>
6.1.3	Ud.	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 450x200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	1	2.892,69	<b>2.892,69</b>
6.1.4	Ud.	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 100x200 cm, para acceso peatonal, apertura manual.	1	920,72	<b>920,72</b>
<b>Total 6.1- Cerramientos exteriores:</b>					<b>16.485,32</b>
<b>Parcial Nº6 Urbanización interior de la parcela:</b>					<b>16.485,32</b>

## 7) FACHADAS Y PARTICIONES

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>7.1.- Fachadas ligeras</b>					
7.1.1.	m <sup>2</sup>	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 35 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 vista 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.	1.270,000	59,85	76.009,50
<b>Total 7.1- Fachadas ligeras:</b>					<b>76.009,50</b>
<b>Parcial Nº7 Fachadas y particiones:</b>					<b>76.009,50</b>

## 8) GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>8.1.- Gestión de tierras</b>					
8.1.1.	m <sup>3</sup>	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.	509,160	4,02	2.046,82
<b>Total 8.1-Gestión de tierras:</b>					<b>2.046,82</b>
<b>Parcial Nº8 Gestión de residuos:</b>					<b>2.046,82</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

**9) REDACCIÓN DE PROYECTO Y TRABAJO DE INGENIERÍA**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>9.1.- Redacción de proyecto y trabajo de ingeniería</b>					
9.1.1.	Ud.	Partida alzada que incluye todos los trabajos de ingeniería incluidos en el proyecto. Estudio de viabilidad, Redacción de proyecto, Dirección de obras	1,000	15.514,10	<b>15.514,10</b>
<b>Total 9.1- Redacción de proyecto y trabajo de ingeniería:</b>					<b>15.514,10</b>
<b>Parcial Nº8 Gestión de residuos:</b>					<b>15.514,10</b>

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

## **2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

**Presupuesto de Ejecución Material (PEM): 532.650,91 €**

13% Gastos Generales (GG): 69.244,62 €

6% Beneficio Industrial (BI): 31.959,05 €

**Presupuesto Ejecución Contrata (PEC=PEM+GG+BI): 633.854,58 €**

21% IVA: 133.109,46 €

**Presupuesto Base Licitación (PBC=PEC+IVA): 766.964,04 €**

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de **SETECIENTOS SESENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.**

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ" (TIBI)

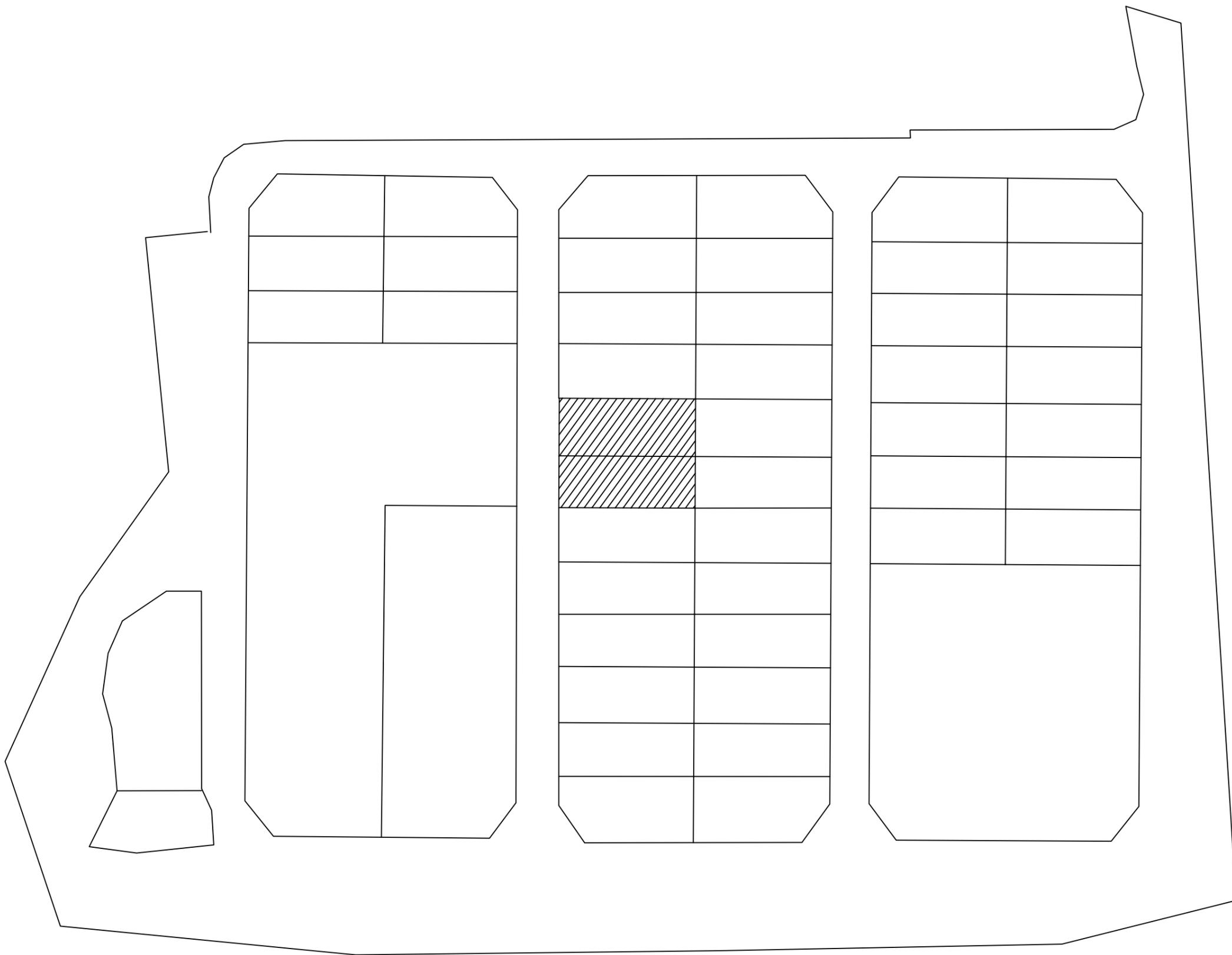
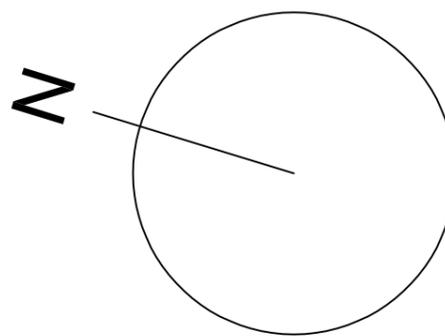
# DOCUMENTO IV

# PLANOS

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN POLÍGONO INDUSTRIAL “EL MAIGMÒ” (TIBI)

ÍNDICE PLANOS

1. LOCALIZACIÓN.....	1
2. SITUACIÓN DE LA NAVE EN LA PARCELA.....	2
3. CIMENTACIÓN.....	3
4. 3D.....	5
5. PÓRTICO FACHADA FRONTAL.....	6
6. PÓRTICO FACHADA TRASERA.....	7
7. CUBIERTA.....	9
8. PÓRTICO INTERIOR ALINEACIÓN NORMAL.....	10
9. ALTILLO.....	11
10. PÓRTICO INTERIOR ALINEACIÓN ALTILLO.....	13
11. FACHADA LATERAL IZQUIERDA.....	14
12. FACHADA LATERAL DERECHA.....	15
13. CERRAMIENTOS.....	16



AP-7



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

Plano: LOCALIZACIÓN

Autor: LUIS BLESA CHIRALT

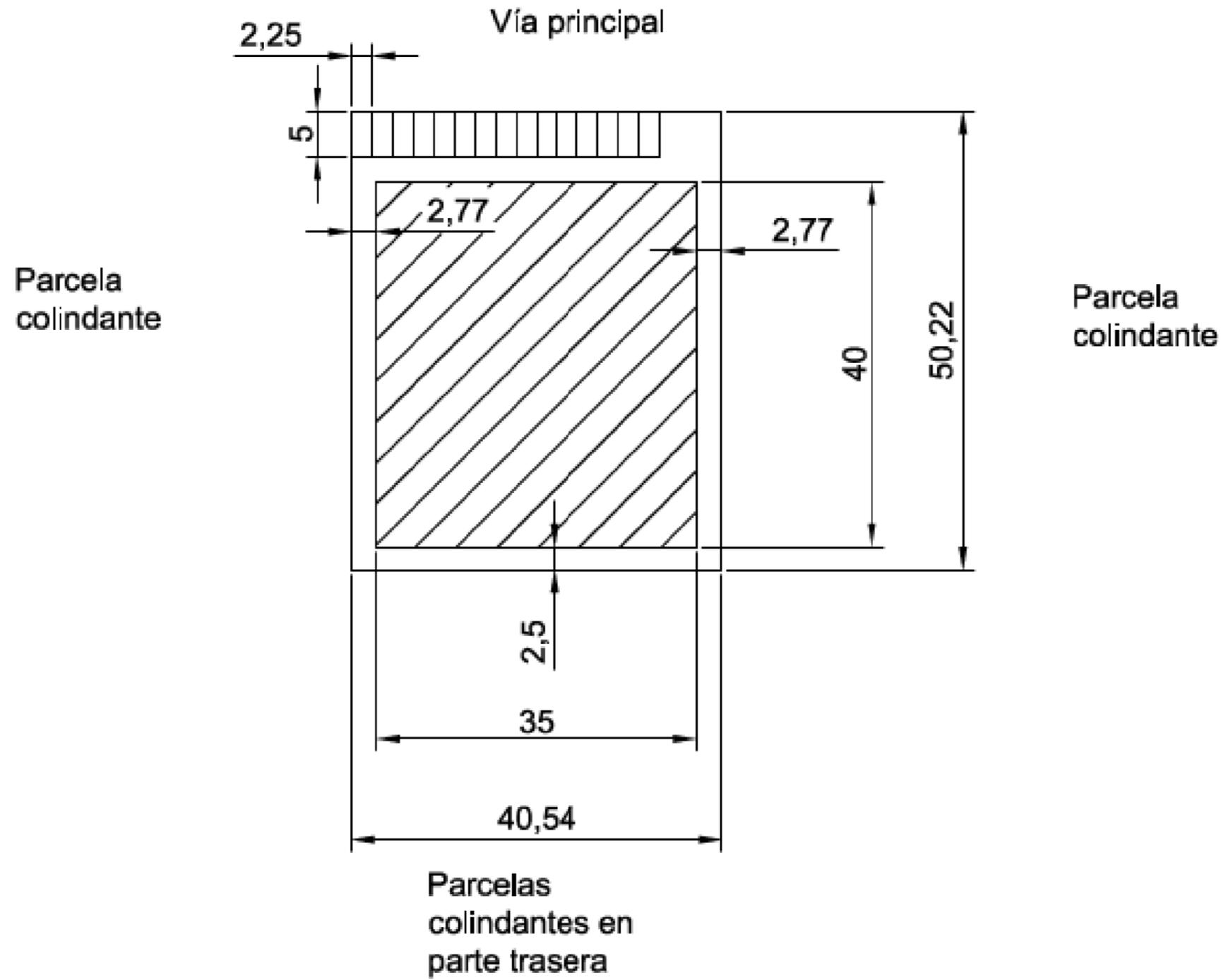
Fecha: AGOSTO 2020

Escala:

1:2500

Nº Plano

1



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

Plano: SITUACIÓN NAVE EN LA PARCELA

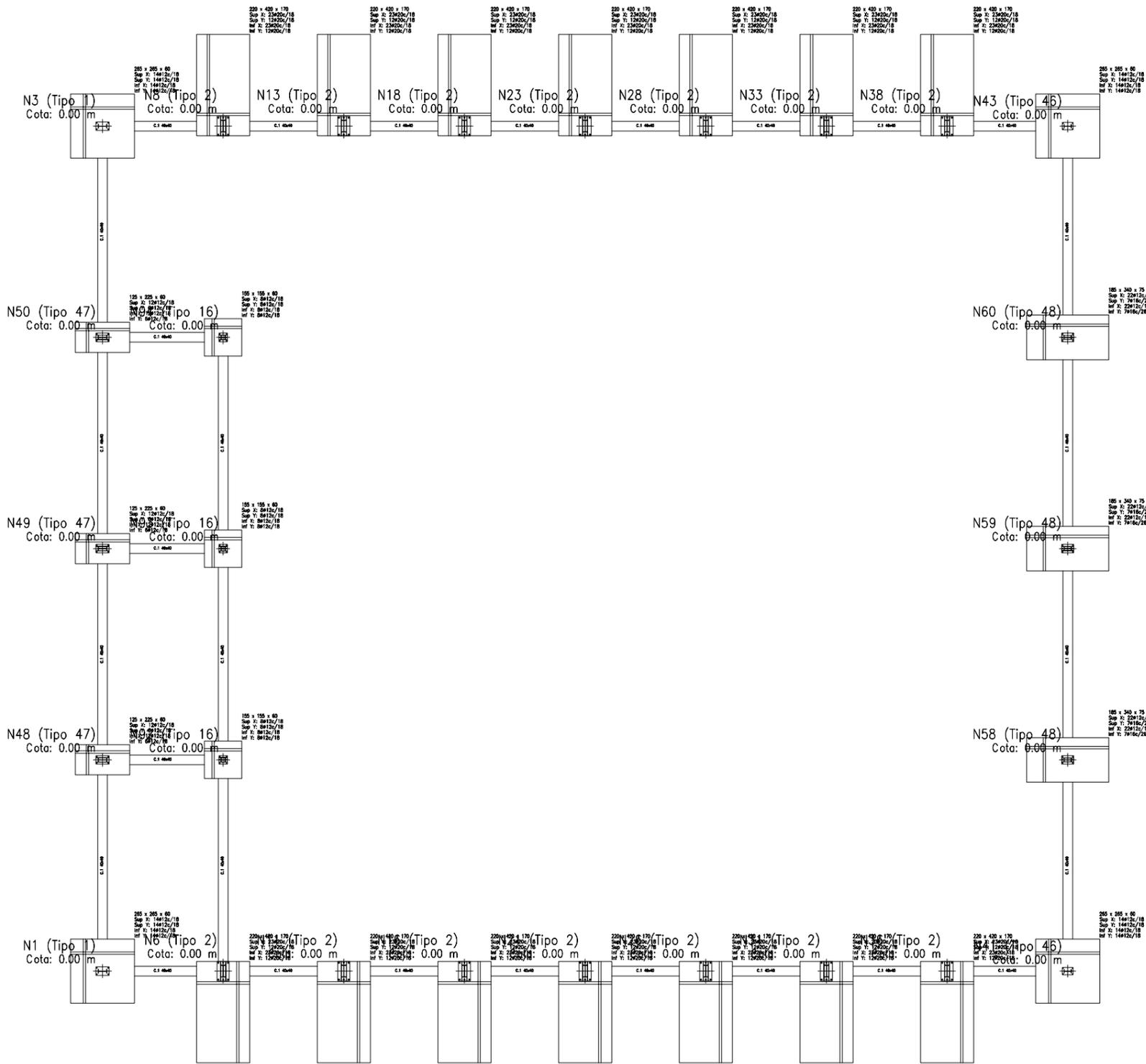
Autor: LUIS BLESA CHIRALT

Fecha: AGOSTO 2020

Escala: 1:200

Nº Plano

2



CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N41 y N43	265x265	60	14ø12c/18	14ø12c/18	14ø12c/18	14ø12c/18
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36 y N38	220x420	170	23ø20c/18	12ø20c/18	23ø20c/18	12ø20c/18
N48, N49 y N50	125x225	60	12ø12c/18	6ø12c/18	12ø12c/18	6ø12c/18
N58, N59 y N60	185x340	75	22ø12c/15	7ø16c/26	22ø12c/15	7ø16c/26
N92, N93 y N94	155x155	60	8ø12c/18	8ø12c/18	8ø12c/18	8ø12c/18

nave\_def  
Escala: 1:200



Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N60, N59 y N58	6 Pernos ø 20	Placa base (350x500x18)
N48, N49, N50, N3 y N1	4 Pernos ø 20	Placa base (350x550x20)
N43 y N41	4 Pernos ø 16	Placa base (300x450x18)
N92, N93 y N94	6 Pernos ø 16	Placa base (350x350x15)
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36	6 Pernos ø 32	Placa base (500x800x30)



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

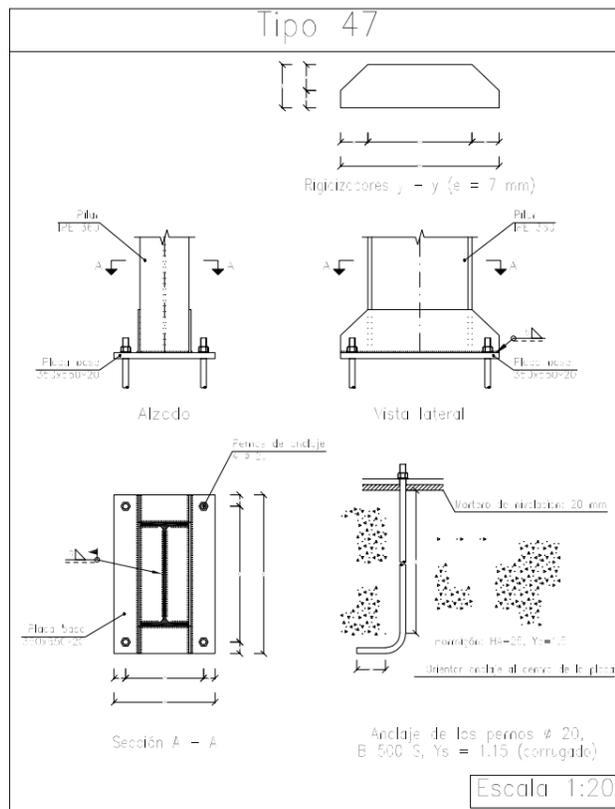
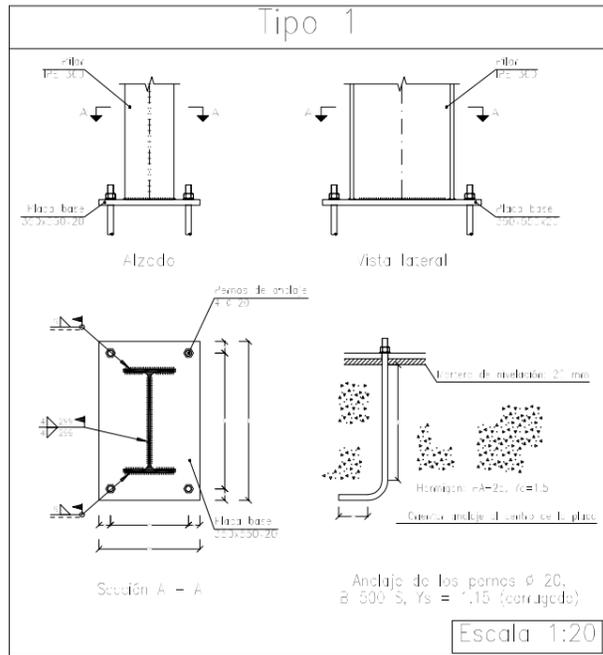
Plano: CIMENTACIÓN

Autor: LUIS BLESA CHIRALT

Fecha: AGOSTO 2020

Escala: 1:200

Nº Plano  
**3**



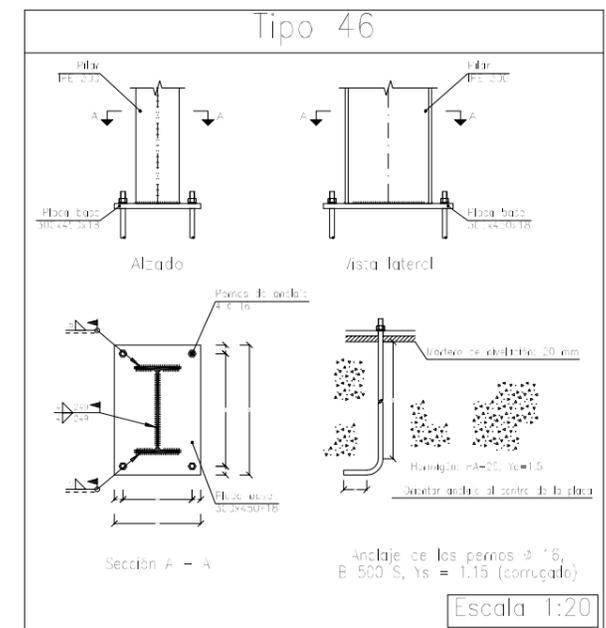
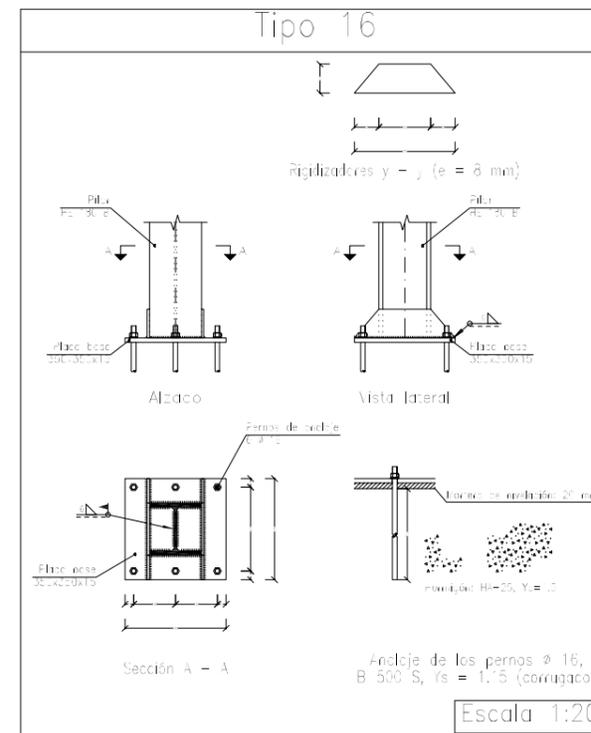
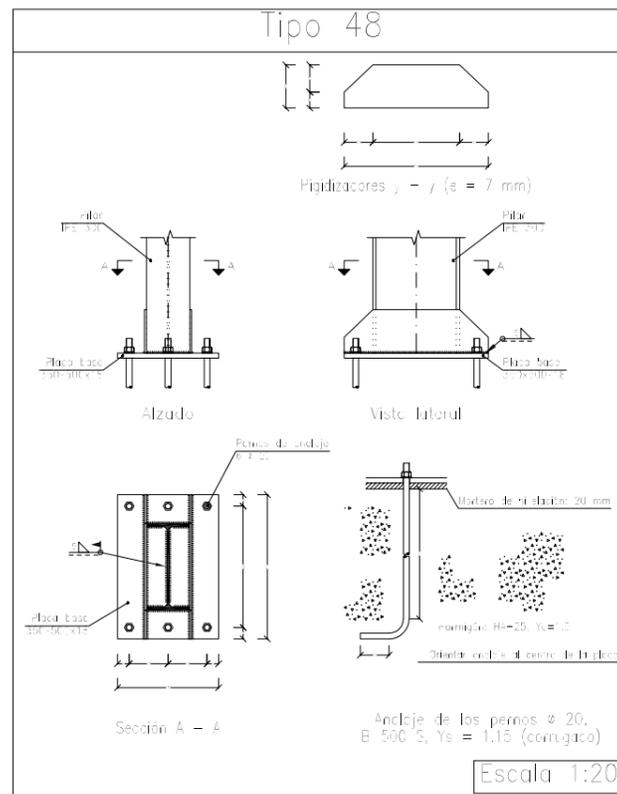
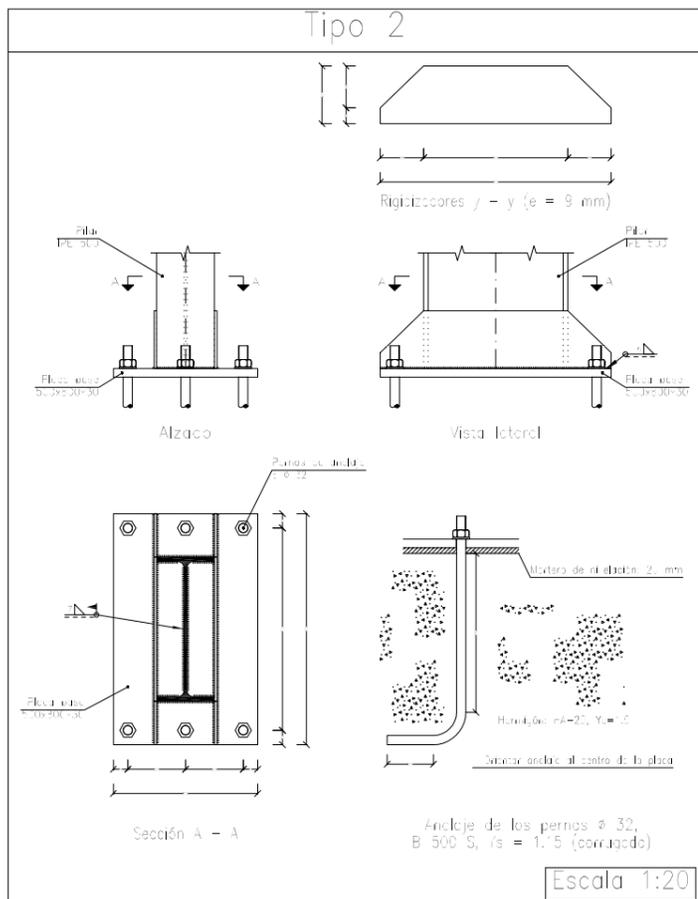
Características de los materiales - Zapatos de cimentación

Materiales	escombrón				HCS		
	Clasif. Control	Clasif. Fondo	Tipo	Características	Clasif. Control	Clasif. Fondo	Tipo
Zapatas	Acero	7	A-20/16	20/16	Acero	7	A-20/16
Vigas de cimiento	Acero	7	A-20/16	20/16	Acero	7	A-20/16
Armadura (escombrón)	Acero	7	A-20/16	Acero de la barra corrugada			
Capacidad/Características	Resistencia	Resistencia proyectada al momento de diseño		I	IIa	IIb	IIIa
Recubrimientos nominales (mm)	80	/v. Exponidos ambientes		30	30	40	45

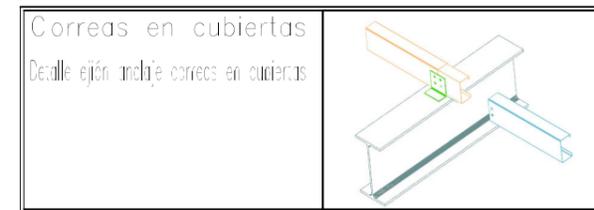
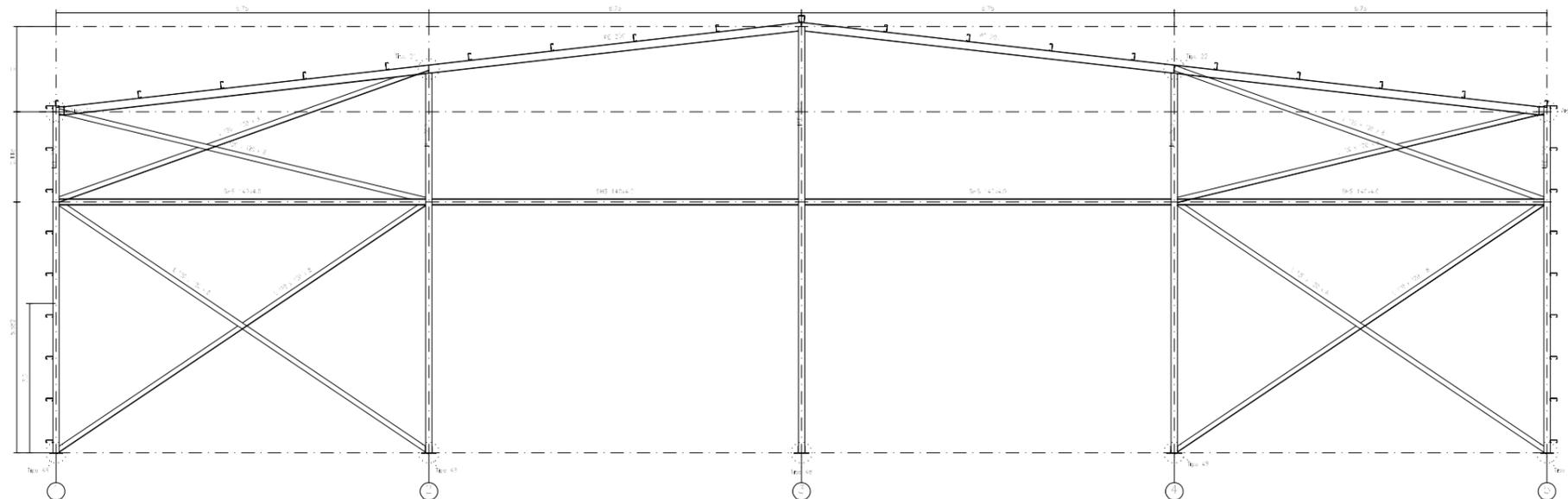
Notas

- Canal Estándar de EHE-08
- Solapa según EHE-08
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un fabricante reconocido: BIL, CIETSID, CO-EHE, ...

Datos geométricos		Recubrimientos nominales	
- Tecnología compatible con terreno			
- Capacidad = 0.20 t/m <sup>2</sup> (200 kg/m <sup>2</sup> )		1.- Recubrimiento con hormigón de espesor 4 cm. 2.- Recubrimiento con hormigón B16 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral con hormigón B16 4/5 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.	

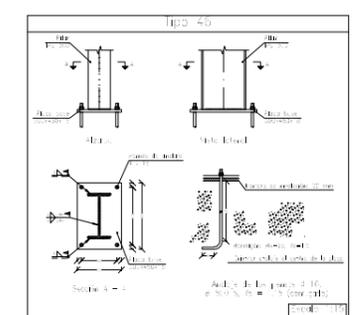
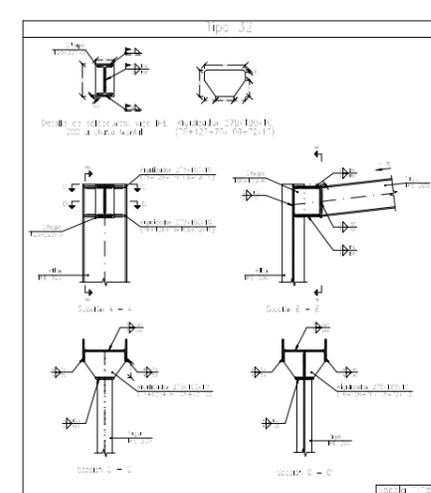
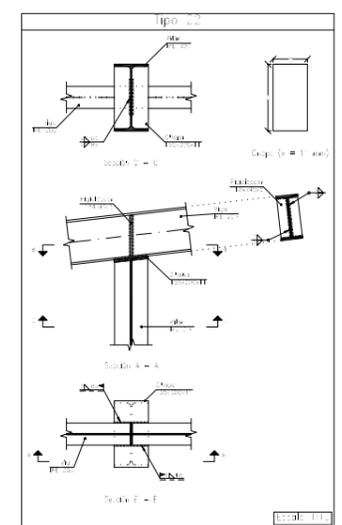
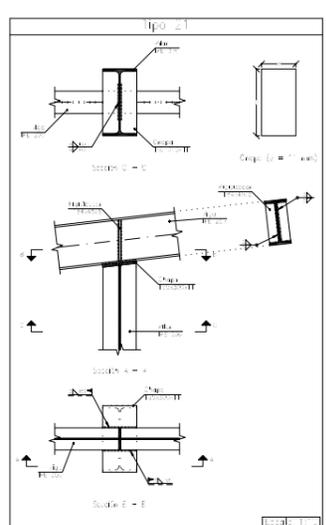
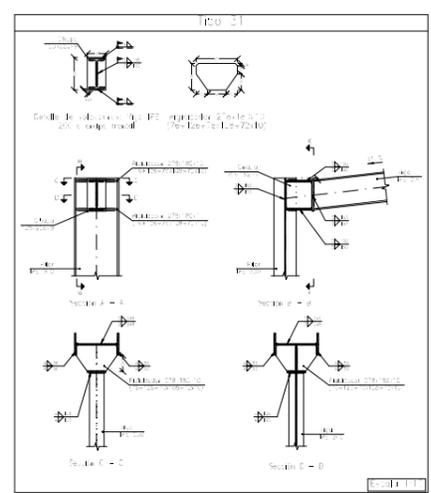
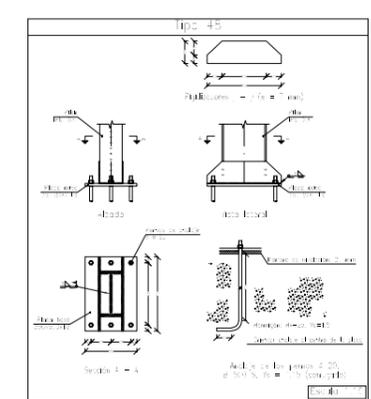
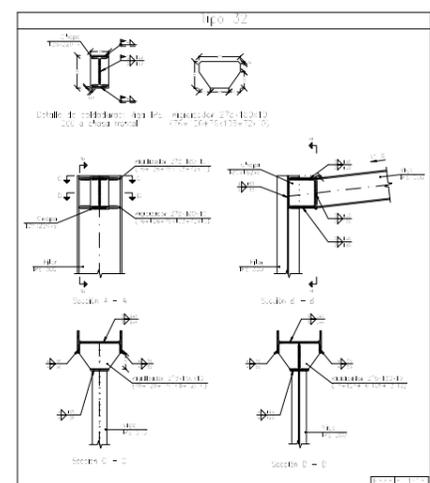




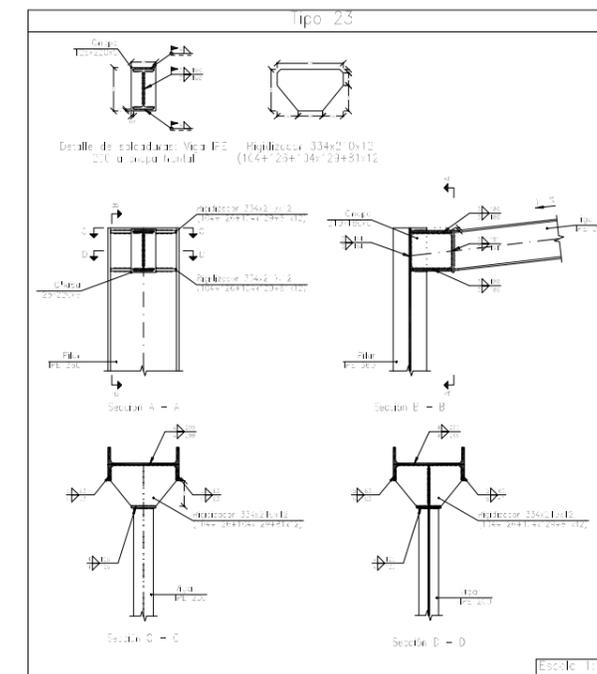
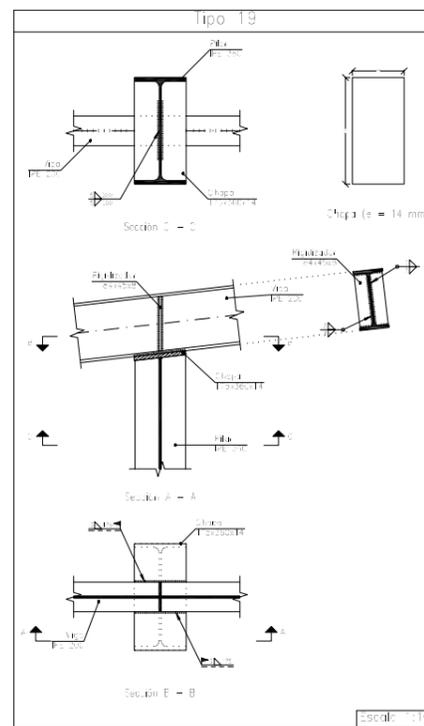
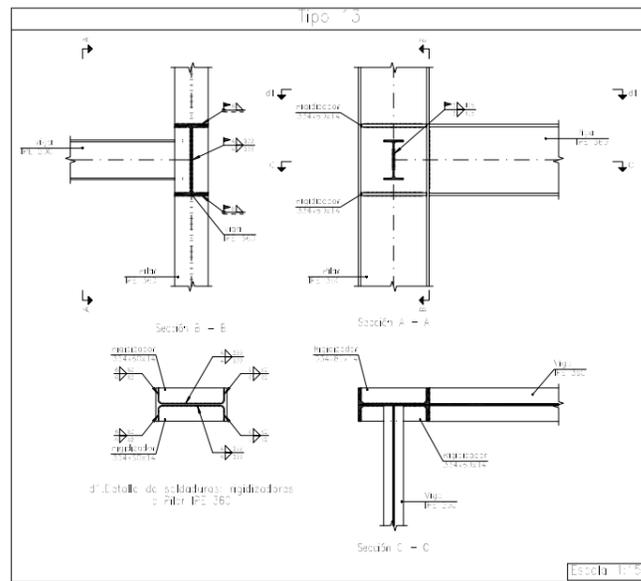
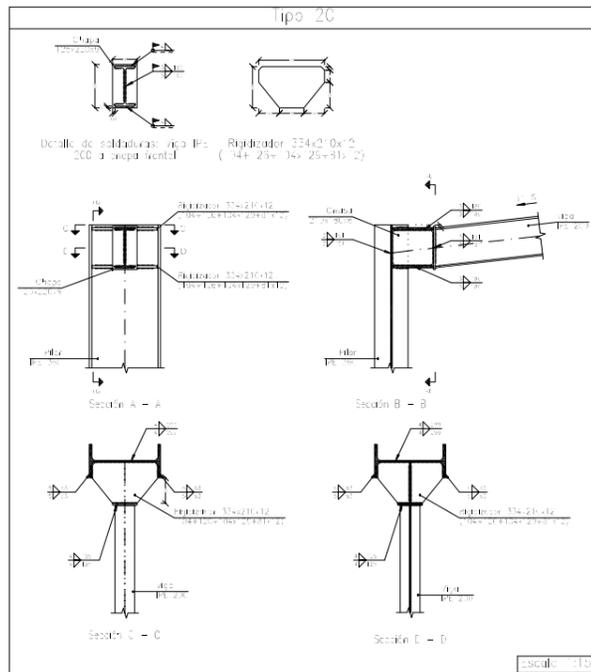
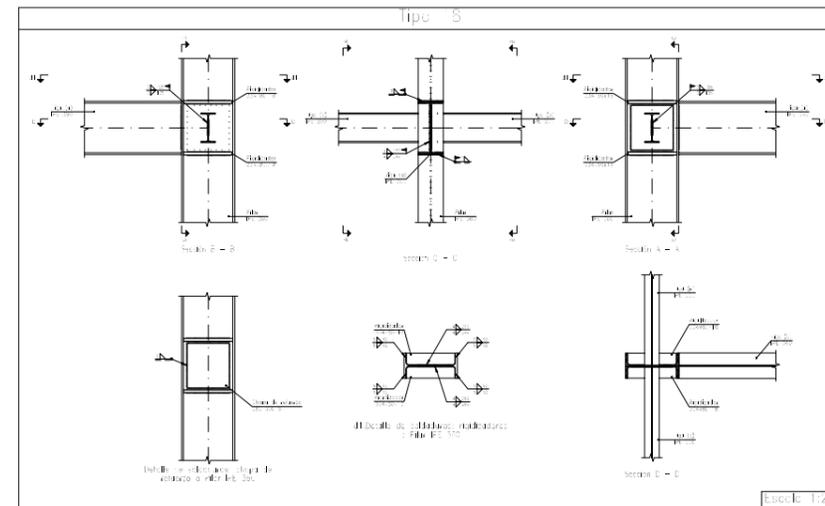
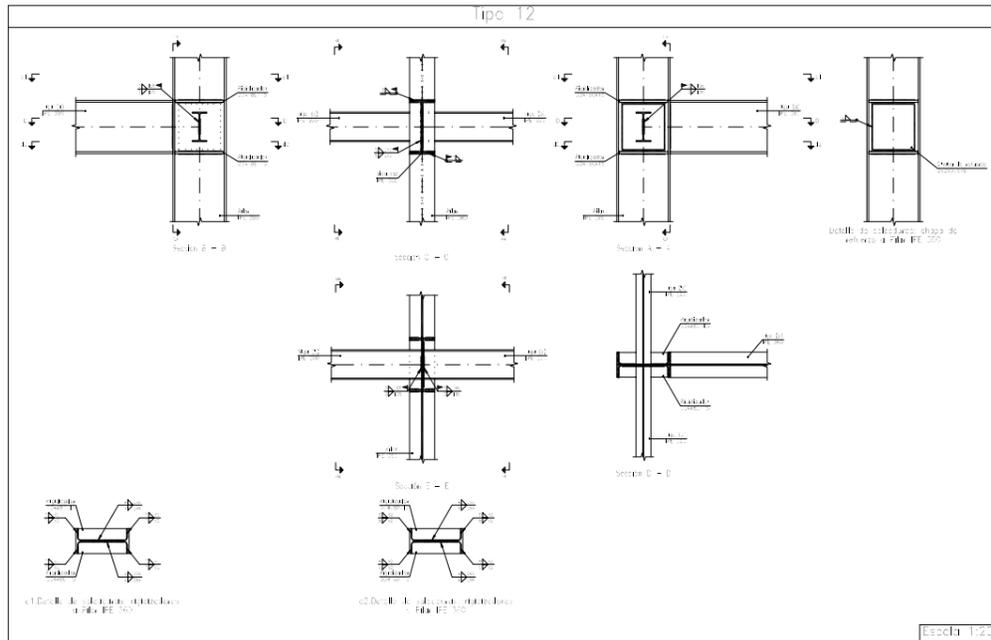
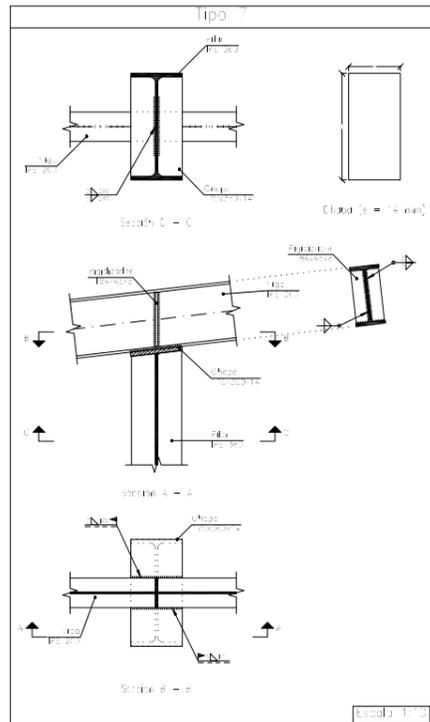


Correas en cubiertas  
Tipo de Acero: S235  
Tipo de perfil: CF-160x2.5  
Correas en laterales  
Tipo de Acero: S235  
Tipo de perfil: CF-160x2.5

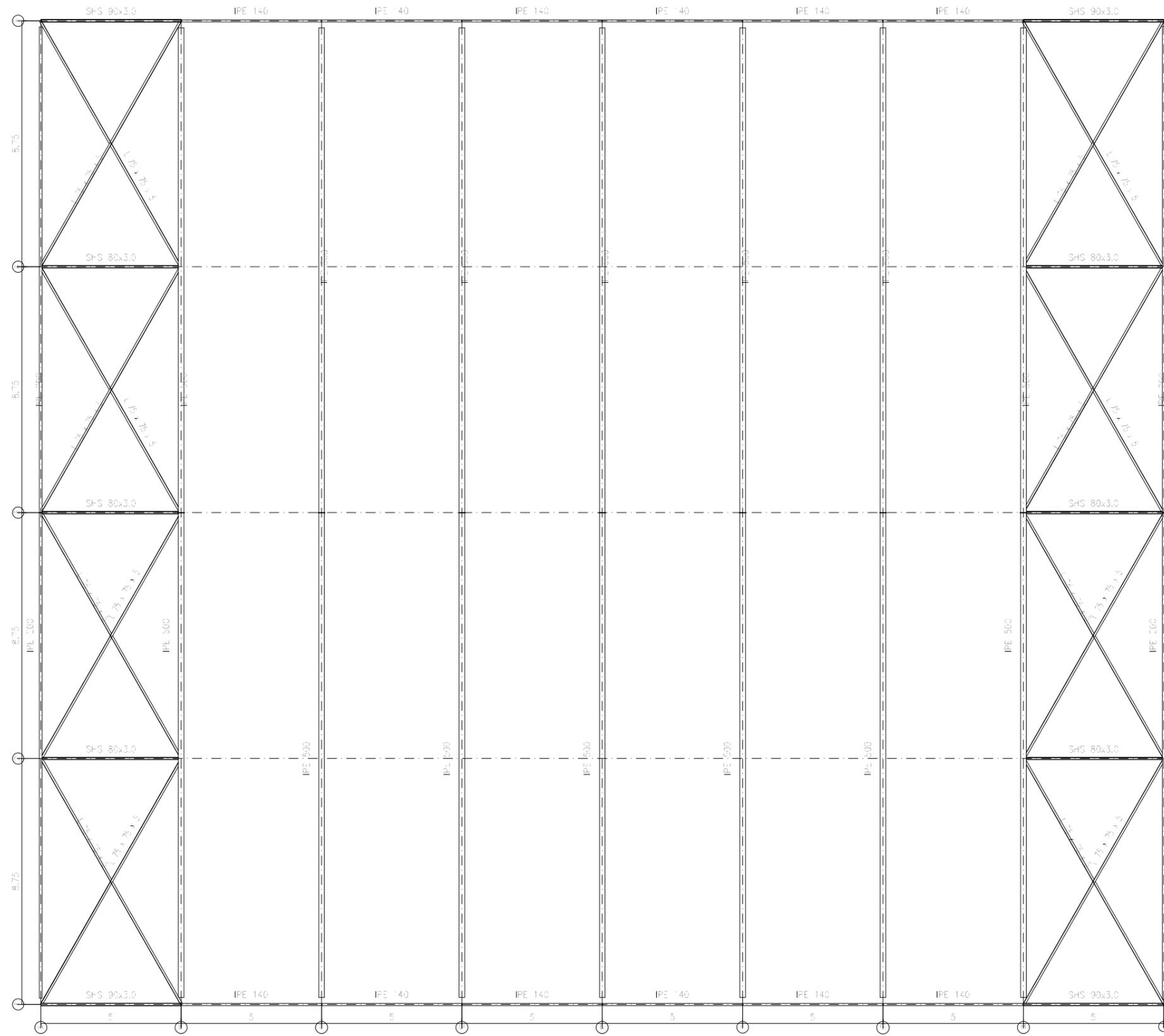
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capitulo IV )			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05







CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		γ <sub>ak</sub>	γ <sub>ak1</sub>
Perfiles laminados en caliente	S 275 -L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>ak</sub> =1,05	γ <sub>ak1</sub> =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 -L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>ak</sub> =1,05	γ <sub>ak1</sub> =1,05

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

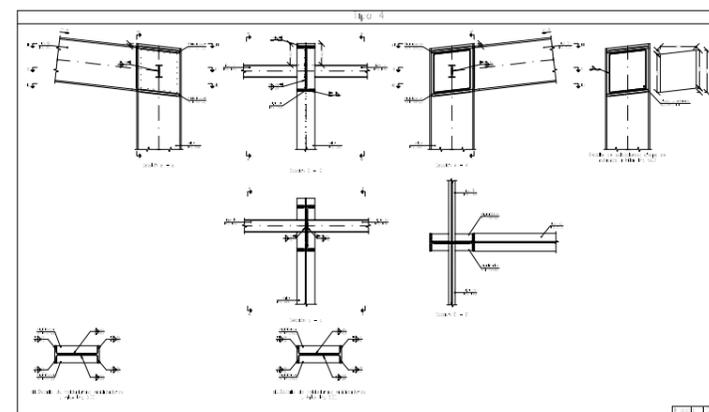
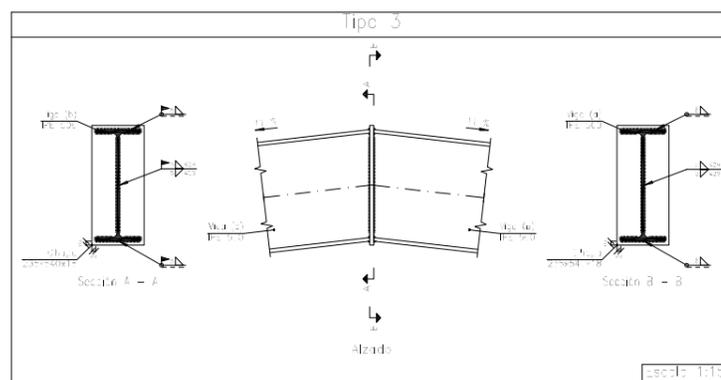
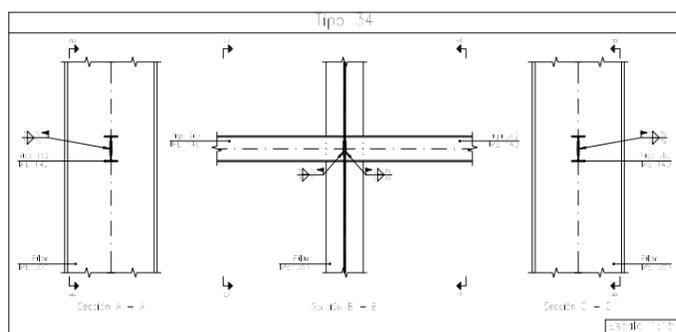
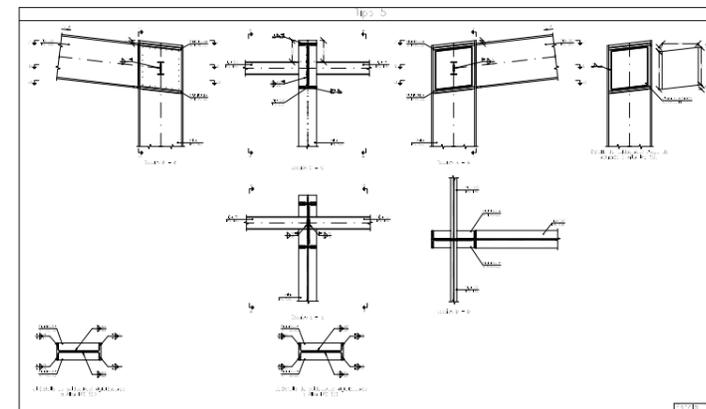
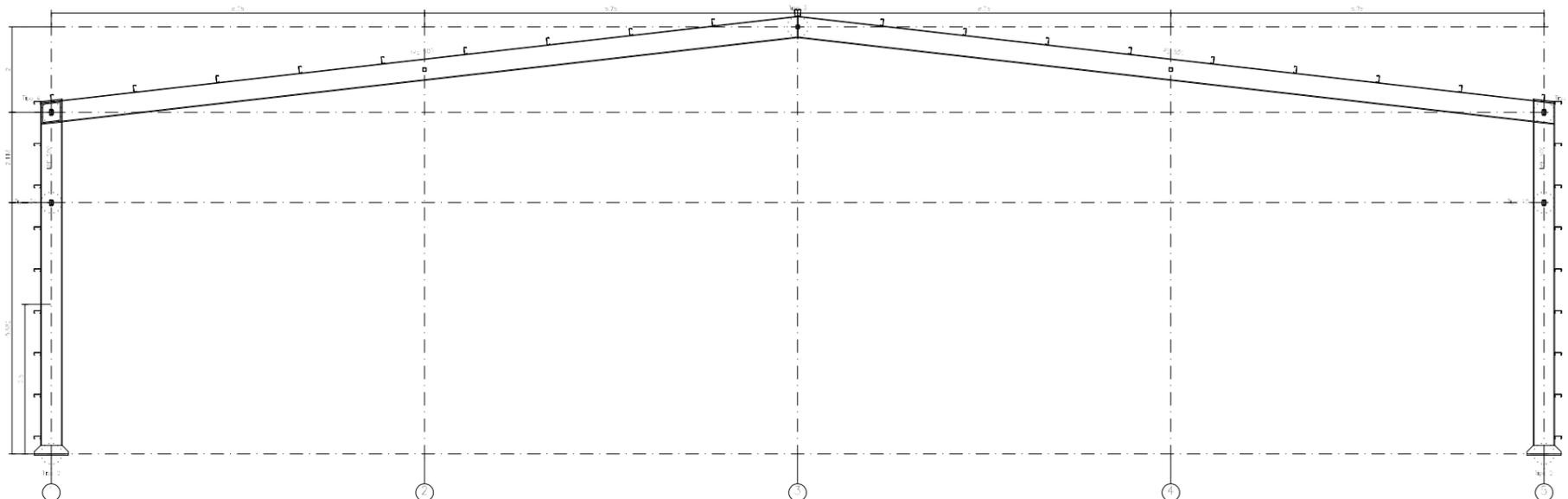
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA  
 TÉCNICA  
 SUPERIOR  
 INGENIEROS  
 INDUSTRIALES  
 VALENCIA

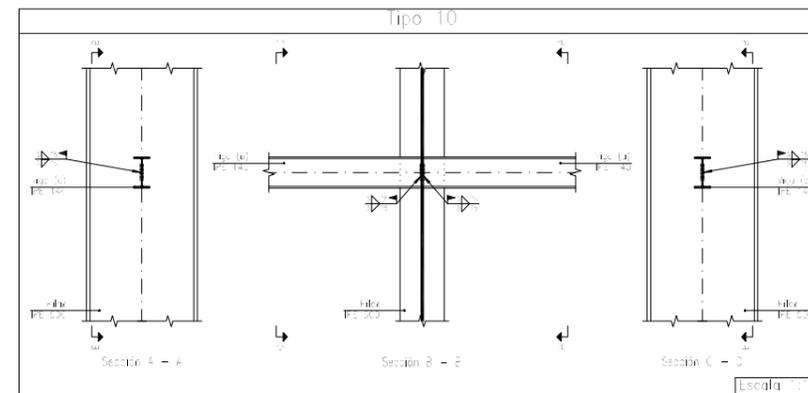
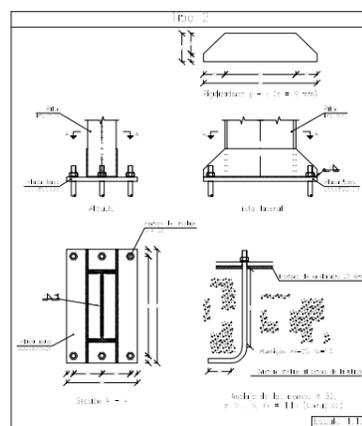
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
 EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)	Nº Plano <b>9</b>
Plano: CUBIERTA	
Autor: LUIS BLESA CHIRALT	
Fecha: AGOSTO 2020	Escala: 1:150



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

Plano: PÓRTICO INTERIOR

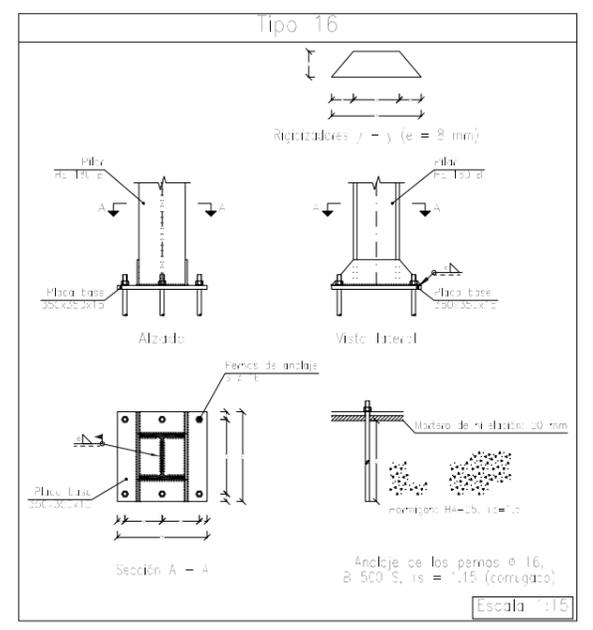
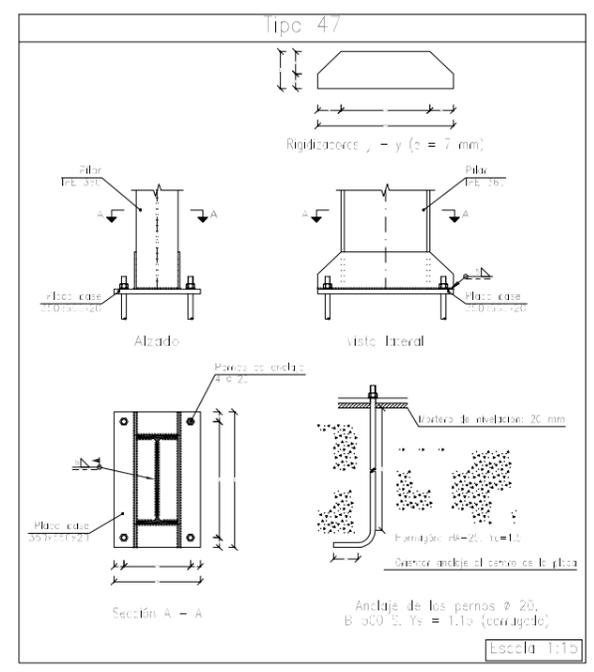
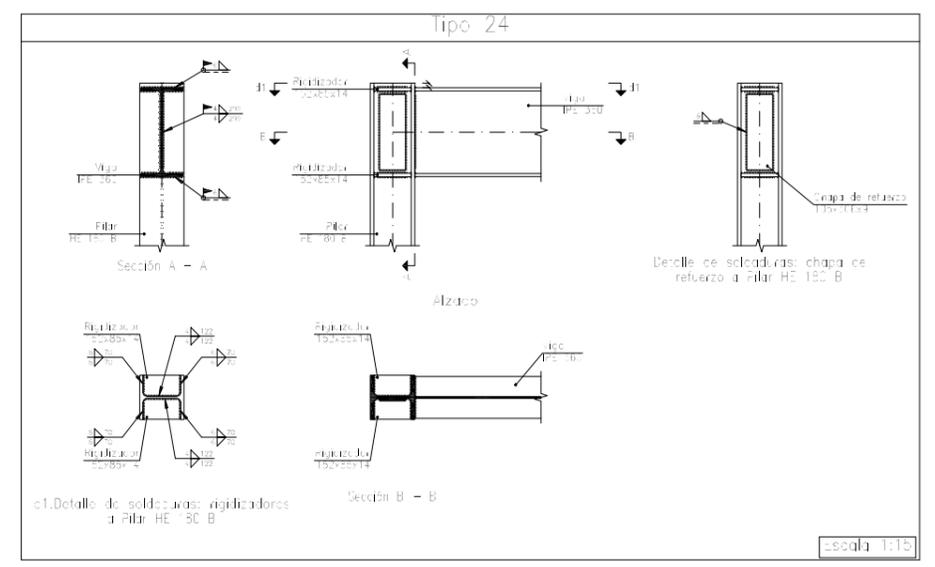
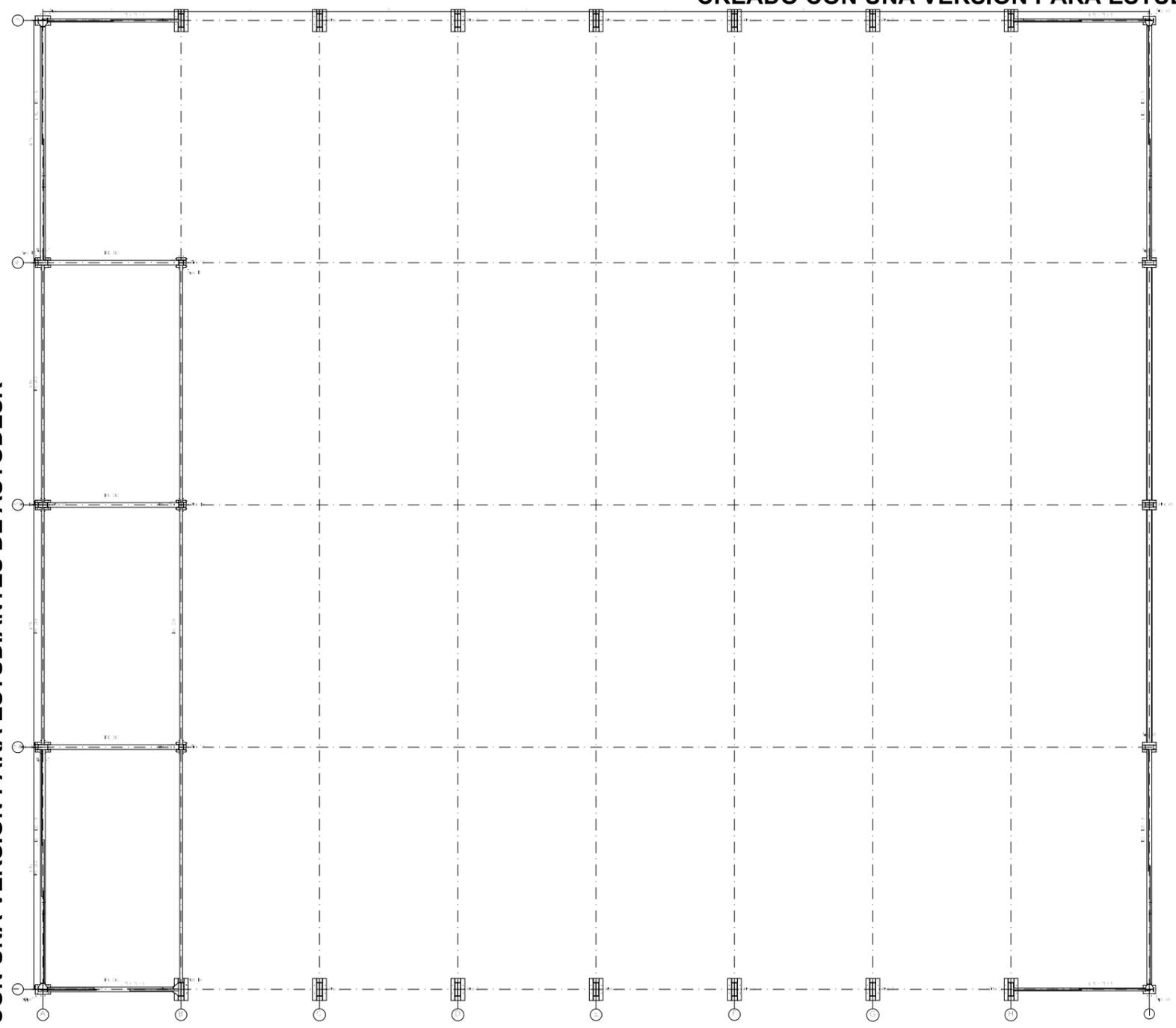
Autor: LUIS BLESA CHIRALT

Fecha: AGOSTO 2020

Escala: 1:150

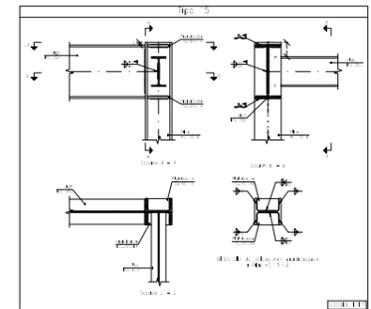
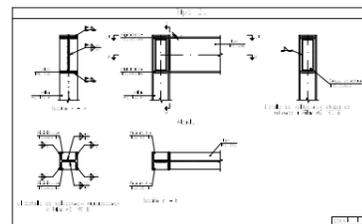
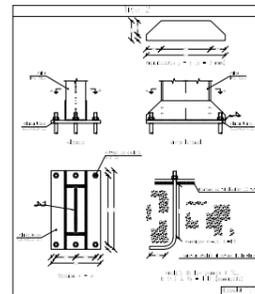
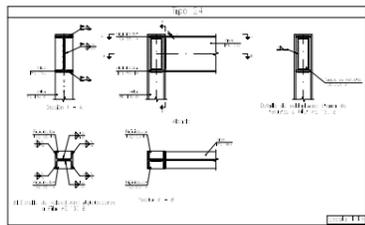
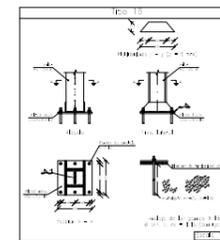
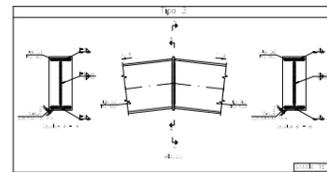
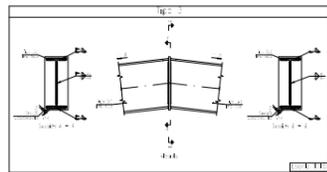
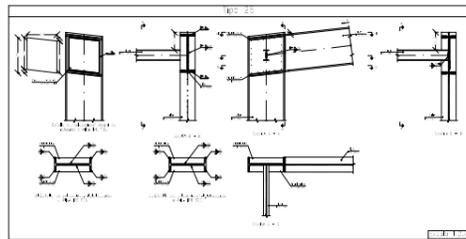
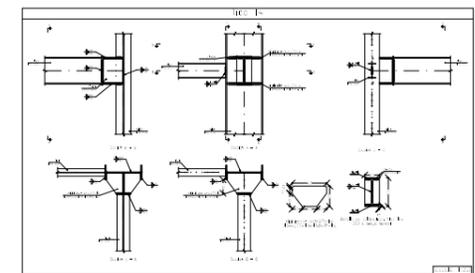
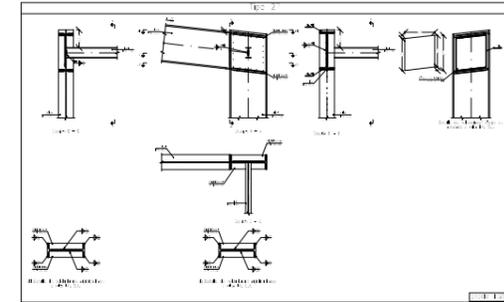
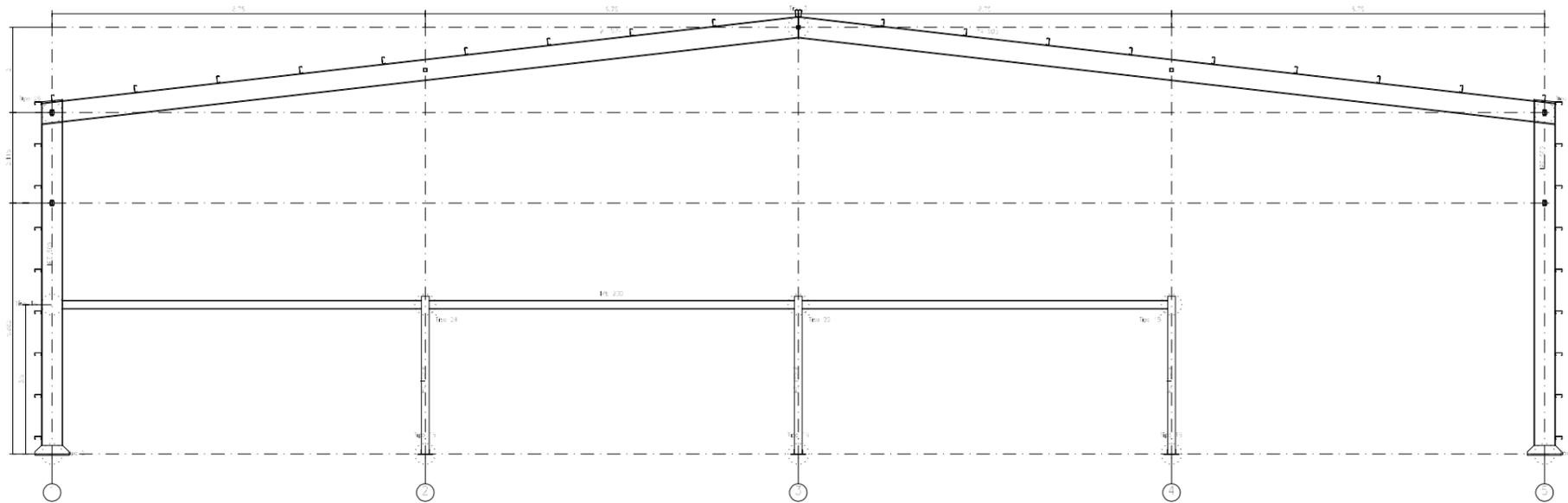
Nº Plano

10



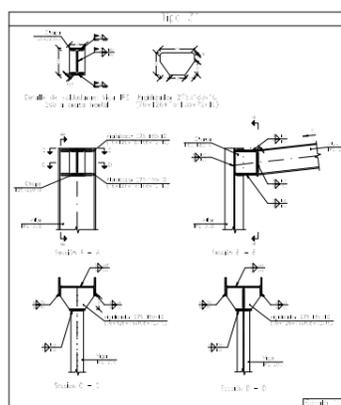
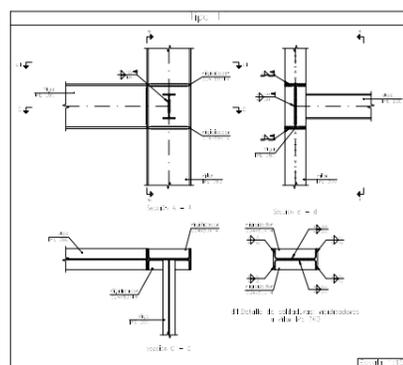
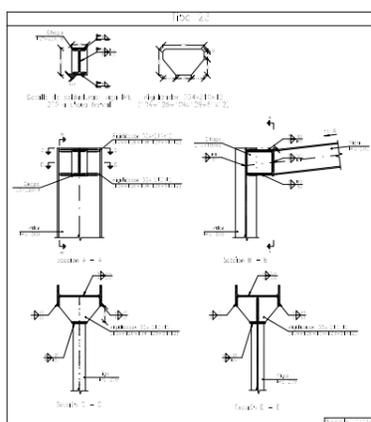
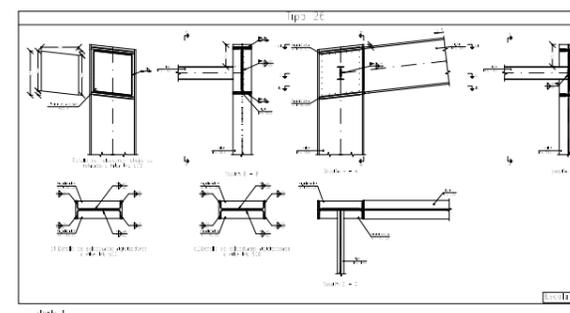
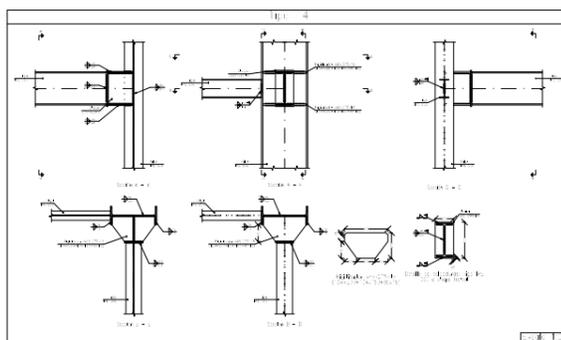
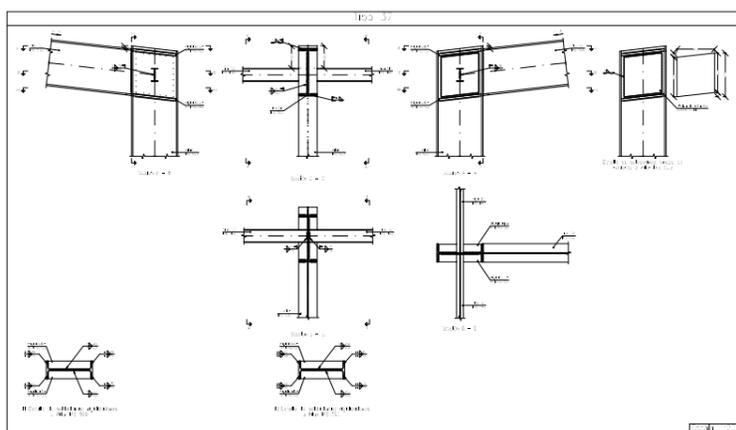
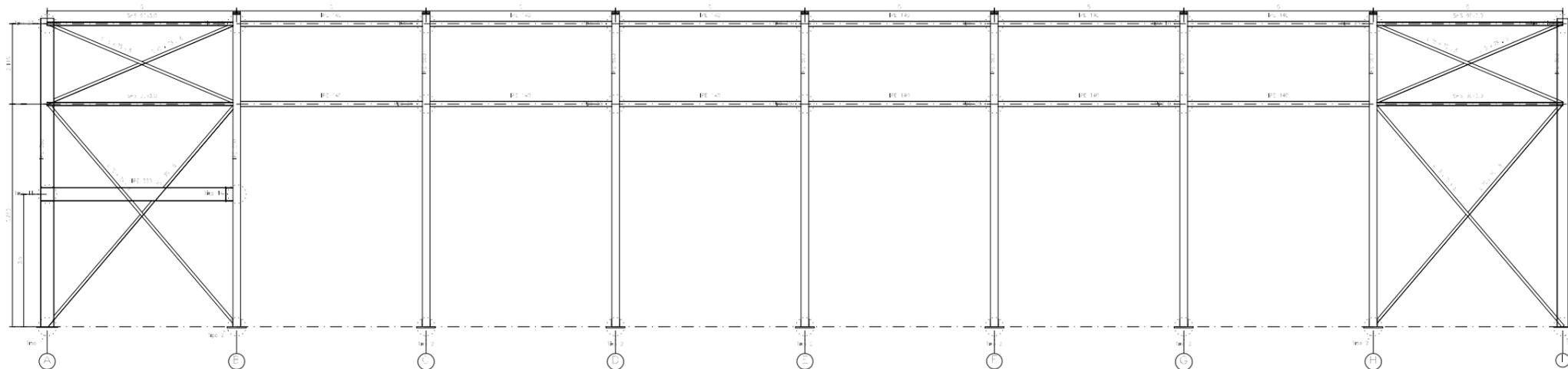
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capitulo IV )			
		$\gamma_{MO}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{MO}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{MO}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$





Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.5

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
		γ <sub>M0</sub>	γ <sub>M1</sub>
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1,05	γ <sub>M1</sub> =1,05



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 2337 M2 SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "EL MAIGMÒ", TIBI (ALICANTE)

Plano: FACHADA LATERAL IZQUIERDA

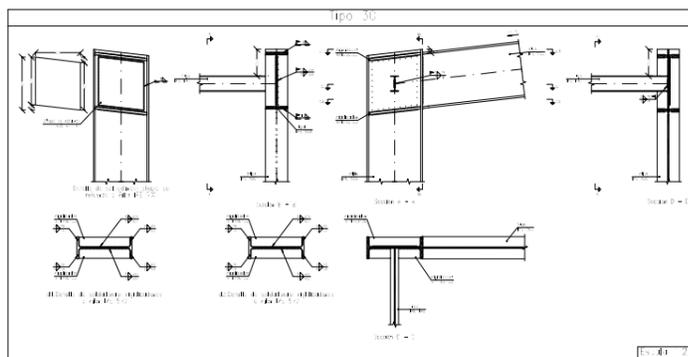
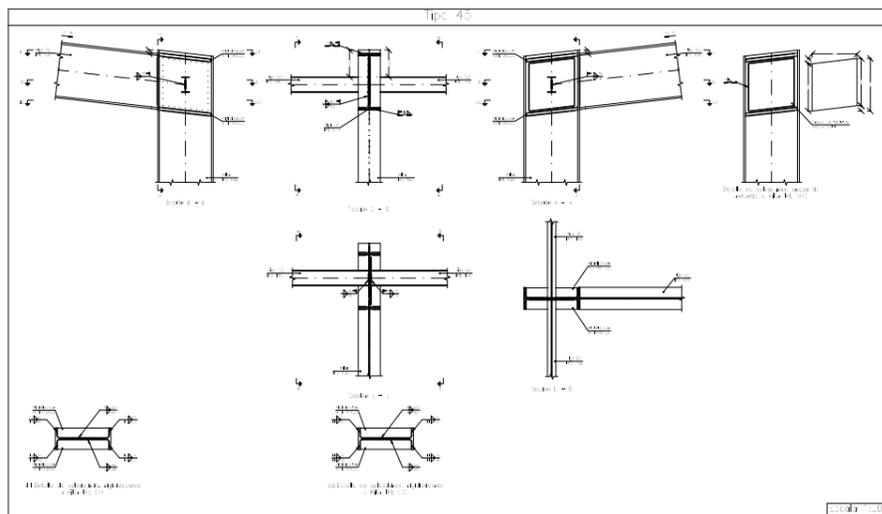
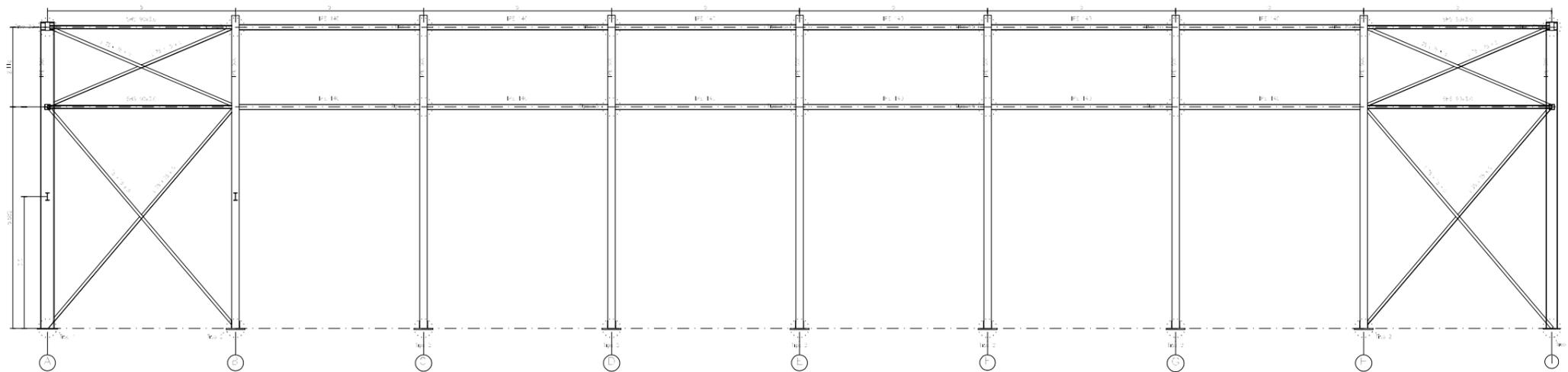
Autor: LUIS BLESA CHIRALT

Fecha: AGOSTO 2020

Escala: 1:150

Nº Plano

14



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

