



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE GENERAL

1. Documento 1: Memoria
2. Documento 2: Anexo de cálculo
3. Documento 3: Presupuesto
4. Documento 4: Planos



Resumen

El presente proyecto aborda el cálculo y diseño estructural de un edificio industrial para la empresa Nappal. Este edificio va a albergar el proceso industrial de fabricación de elementos prefabricados de hormigón, y está situado en el polígono industrial "El Rubial" de Villena, Alicante.

El edificio se ha resuelto mediante dos naves adosadas, a dos aguas, de estructura metálica y un edificio de oficinas. Siendo una de las naves de 21 pórticos y 26 metros de luz, y la otra de 17 pórticos y 20 metros de luz; la crujía de ambas es de 5 metros, dando así una longitud de 100 metros en la primera y 80 en la segunda. Además la nave más grande está equipada con dos puentes grúa, de 5 y 15 toneladas.

El cálculo estructural del proyecto se ha realizado mediante el software de cálculo CYPE, su extensión CYPE 3D para las naves y CYPE CAD para las oficinas. Para la elaboración de los planos se ha utilizado AutoCAD y para el presupuesto, el software CYPE Arquímedes junto con el generador de precios de CYPE.

Palabras clave: Edificio industrial, puente grúa, oficinas, prefabricados de hormigón, Villena, CYPE.

Resum

Aquest projecte du a terme el càlcul i disseny estructural d'un edifici industrial per a l'empresa Neppal. Este edifici albergarà el procés industrial de fabricació d'elements prefabricats de formigó, i està situat en el polígon industrial "El Rubial" de Villena, Alacant.

L'edifici s'ha resolt amb dos naus adossades, a dos aigües, d'estructura metàl·lica i un edifici d'oficines. Les mesures dels edificis son, una de les naus de 21 pòrtics i 26 metres de llum i l'altra de 17 pòrtics i 20 metres de llum; la crugia de carrega és de 5 metres, donant així, una llargaria total de 100 metres en la primera i 80 en la segona. A més la gran te dos ponts grua, de 5 i 15 tones.

El càlcul estructural del projecte s'ha realitzat amb el programa de càlcul CYPE, amb la seua extensió CYPE 3D per a les naus i CYPE CAD per a les oficines. Per a l'elaboració dels planols s'ha utilitzat AutoCAD i per al pressupost, el programa CYPE Arquimedes junt amb el generador de preus de CYPE.

Paraules clau: Edifici industrial, pont grua, oficines, prefabricats de formigó, Villena, CYPE.



Abstract

This following dissertation deals with the structural design of an industrial building for the company Nappal. It devotes to produce prefabricated concrete, and it is located at the industrial park "El Rubial" in Villena, Alicante.

The structure consists of two industrial units, with a metallic structure and an office. One of the industrial units has 21 porticos and 26 metres of span, and the other has 17 porticos and 20 metres of span; Porticos are spaced 5 meters, so the big one is 100 meters long, and the other is 80 meters long. In addition, the largest industrial unit has two overhead traveling crane, of 5 and 15 tons.

The structural calculation has been made using the software CYPE, CYPE 3D for industrial units and CYPE CAD for the offices. AutoCAD has been used for the drawings plans and for the budget, CYPE Arquímedes software together with the CYPE price generator.

Keywords: Industrial building, overhead traveling crane, offices, prefabricated concrete, Villena, CYPE.

Índice

1. Memoria	1
1.1. Objeto del trabajo	2
1.2. Introducción al problema	2
1.2.1. ANTECEDENTES	2
1.2.2. MOTIVACIÓN.....	2
1.3. Normativa	2
1.4. Situación y emplazamiento.....	3
1.5. Requerimientos espaciales	4
1.5.1. DESCRIPCIÓN.....	4
1.5.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	6
1.6. Descripción de la solución adoptada.....	9
1.6.1. ACTUACIONES PREVIAS	9
1.6.2. CIMENTACIÓN	10
1.6.3. SOLERA.....	13
1.6.4. ESTRUCTURA	13
1.6.4.1. Pórtico interior tipo 1	14
1.6.4.2. Pórtico interior tipo 2	14
1.6.4.3. Correas.....	15
1.6.4.4. Pórticos de fachada	15
1.6.4.5. Fachadas laterales	17
1.6.4.6. Cubiertas	18
1.6.4.7. Oficinas	18
1.6.4.8. Placas de anclaje.....	19
1.6.5. CERRAMIENTO.....	24
1.6.6. MATERIALES	24
1.7. Resumen del presupuesto	25
1.8. Bibliografía.....	26



2. Anexo de cálculo	27
2.1. Materiales.....	28
2.2. Acciones.....	29
2.2.1. PERMANENTES	29
2.2.1.1. Peso propio	29
2.2.2. VARIABLES.....	29
2.2.2.1. Sobrecarga de uso	29
2.2.2.2. Viento.....	30
2.2.2.3. Nieve	31
2.2.2.4. Puente grúa	32
2.3. Descripción de subsistemas.....	34
2.3.1. PÓRTICO DE FACHADA.....	34
2.3.1.1. Flechas	35
2.3.1.2. Comprobación resumida E.L.U.	36
2.3.2. PÓRTICO INTERIOR	37
2.3.2.1. Flechas	37
2.3.2.2. Comprobación resumida E.L.U.	38
2.3.3. FACHADA LATERAL DE LA NAVE GRANDE.....	38
2.3.3.1. Flechas	39
2.3.3.2. Comprobación resumida E.L.U.	39
2.3.4. FACHADA LATERAL DE LA NAVE PEQUEÑA.....	40
2.3.4.1. Flechas	40
2.3.4.2. Comprobación resumida E.L.U.	40
2.3.5. FALDÓN DE CUBIERTA	41
2.3.5.1. Flechas	42
2.3.5.2. Comprobación resumida E.L.U.	42
2.3.6. CORREAS	43
2.3.6.1. Correas de cubierta	43
2.3.6.2. Correas laterales.....	47
2.3.7. VIGA CARRILERA	52
2.3.7.1. Flechas	52
2.3.7.2. Comprobación resumida E.L.U.	53

2.3.8. CIMENTACIÓN	53
2.3.8.1. Zapatas.....	53
2.3.8.2. Vigas centradoras	56
2.3.8.3. Vigas de atado	57
2.3.9. PLACA DE ANCLAJE	58
3. Presupuesto	61
3.1. Cimentaciones.....	62
3.2. Estructuras	63
3.3. Acondicionamiento del terreno	65
3.4. Fachadas y particiones	66
3.5. Cubiertas.....	67
3.6. Carpintería, cerrajería, vidrios y p. solares	68
3.7. Puentes grúa	68
3.8. Presupuesto de ejecución por contrata	68
3.9. Resumen de presupuesto	69
4. Planos.....	71
4.1 Índice de planos	72

1. Memoria



1.1. Objeto del trabajo

El objeto del presente documento es la realización del Trabajo Final de Grado de la alumna Isabel María Olcina Reig, matriculada en la titulación de Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia.

El proyecto consiste en el cálculo y diseño estructural de un edificio industrial de 4600m² situado en el polígono industrial “El Rubial” en la localidad de Villena (Alicante). La actividad a la que va a estar destinada la nave, es la fabricación de elementos prefabricados de hormigón para el sector de la construcción.

1.2. Introducción al problema

1.2.1. ANTECEDENTES

La empresa Nappal es una empresa alemana que se dedica a la producción de elementos prefabricados de hormigón y a la arquitectura avanzada, con el nuevo concepto de llave en mano, con el que se entrega la obra completamente equipada y en funcionamiento.

Se ha solicitado por parte de la empresa el diseño de su nueva sede en Villena (Alicante), debido a que es poseedora de varias parcelas contiguas con una superficie total de 10200m² en el polígono industrial “El Rubial” situado en dicha localidad, en las que ubicaremos dos naves adosadas y un bloque de oficinas.

1.2.2. MOTIVACIÓN

La motivación para realizar este Trabajo Final de Grado es la de completar los estudios del Grado en Tecnologías Industriales y poder acceder al Master para poder continuar la formación académica.

La elección de un Trabajo Final de Grado de este tipo surge a raíz del especial interés por ciertas asignaturas como Tecnología de la Construcción y Estructuras y por poder aplicar los conocimientos adquiridos en ellas, así como por la prácticas en una empresa del sector de la construcción, que ahora se han convertido en la actual actividad laboral del alumno.

1.3. Normativa

Este proyecto ha sido elaborado siguiendo la normativa vigente española, así pues se ha tenido en cuenta el Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006. Del cual nos centraremos en:

- Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones (DB SE –Acciones).
- Documento Básico de Seguridad Acero (DB SE-Acero).
- Documento Básico de Seguridad Cimentaciones (DB SE-Cimentaciones).

Se ha aplicado también la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08) aprobada en el Real Decreto 1247/2008.

Por otra parte, se ha hecho uso a su vez de la ordenanza municipal que rige el polígono industrial “El Rubial”

1.4. Situación y emplazamiento

La nave se va a situar en el levante español, en el polígono industrial “El Rubial”, de la localidad de Villena, que se encuentra en la provincia de Alicante. Las parcelas escogidas son las que se ven señaladas en la figura 2, contando con una superficie total de 10200m².



Figura 1: Localización del polígono en Villena (fuente: Google)



Figura 2: Localización de las parcelas

El cliente eligió esta localidad por su situación estratégica, pues es ciudad limítrofe con Alicante, Murcia, Albacete y Valencia.



Figura 3: Localización de Villena (fuente: Google)

Además el polígono está fácilmente comunicado con ciudades importantes como Alicante (55Km) y Madrid (365Km), a través de la A-31, con Valencia (120Km), mediante la A-35 y con Barcelona (475Km), circulando por la AP-7.

1.5. Requerimientos espaciales

1.5.1. DESCRIPCIÓN

Las parcelas seleccionadas, forman una superficie rectangular de 10200 m², de los cuales se van a ocupar 4600 m² con dos naves adosadas, una mayor, de 26 metros de luz y 100 metros de profundidad, y otra más pequeña, de 20 metros de luz y 80 metros de profundidad, además, delante de esta última, en la superficie cuadrada de 20 metros de lado que queda, se van a ubicar las oficinas de la empresa, que contarán con dos pisos de altura.

Los requerimientos especiales del proceso hacen que la planta del edificio industrial sea necesariamente de gran tamaño, además, la nave grande deberá tener una altura mínima de 10 metros, ya que es esta la que albergará los dos puentes grúa, uno de 5 toneladas a 5 metros sobre el suelo, en el que situaremos la tolva de hormigón, y otro de 15 toneladas a 8 metros de altura, para poder desplazar por el interior de la nave las piezas elaboradas y poder cargarlas en los camiones.

Con la luz y la altura de nuestras naves se elegirá un diseño de naves a dos aguas, que es la más económica de las posibles soluciones.

Como se puede ver en la siguiente tabla, el edificio cumple la normativa municipal del polígono:

Ordenanza		Solución adoptada	
Retranqueos mínimos a lindes	3 metros	Retranqueos a lindes	3 metros
Retranqueos mínimos a viales	5 metros	Retranqueos a viales	11 metros
Altura máxima	12 metros	Altura	11.3 metros

Tabla 1: Cuadro resumen de la normativa y solución adoptada

Se incluirán 18 aparcamientos, para trabajadores de oficina y clientes, y 28 más para los trabajadores de la planta, todos ellos con un tamaño de 2.5x5m, también se añadirán 6 aparcamientos para motos y bicicletas, de 1.5x2.5m y 5 aparcamientos para los camiones, de 3x18m.

Otro de los requerimientos principales es que los vehículos puedan circular cómodamente por el exterior de las instalaciones, pues en ocasiones necesitaremos contar con transportes especiales para poder cargar con mercancías de gran longitud, además se eligió la parcela para que fuera sencilla la entrada de estos al recinto, pudiendo maniobrar de manera más fácil en una rotonda que en un giro en L.



Figura 4: Acceso a la parcela

1.5.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta se hará partiendo de las instrucciones que el cliente ha especificado:

Actividades	Espacio mínimo necesario	Necesidad de puente grúa
Elementos armados	480m ²	Si- 15T
Elementos pretensados	300m ²	Si- 15T
Mesas fijas	210m ²	Si- 15T
Planta de hormigón	90m ²	Si- 5T
Carga+almacén	600m ²	Si- 15T
Guías carrusel	180m ²	Si- 15T
Carrusel	160m ²	No
Cámara de secado	160m ²	No
Vesturarios+aseos	120m ²	No
Almacén materias primas	270m ²	No
Comedor	130m ²	No
Cuarto de limpieza	20m ²	No
Aseo	25m ²	No
Sala de máquinas	30m ²	No

Tabla 2: Espacio mínimo de las secciones

En la nave grande, que es donde se situarán los puentes grúa, se deben ubicar las actividades que necesiten de estos para llevarlas a cabo, así pues aquí se pondrán: las mesas fijas para la fabricación de paneles de cerramiento y pilotes, la zona de pretensados, para elaborar vigas de carga, vigas peraltadas y correas pretensadas y la zona de armados, para pilares, piñones y demás elementos armados, también se encontrará en esta nave la zona de almacenamiento de productos acabados y zona de carga. En la parte trasera de esta se localizará la planta de hormigón, donde se amasará y se elaborará, para poder abastecer a la fábrica.

En la nave contigua, estarán situados los vestuarios y los aseos de los trabajadores de la fábrica, el almacén de material, el carrusel, para la fabricación de cerramientos, y la cámara de secado en carrusel; También se situarán en esta nave el comedor para los operarios de la fábrica, la sala de máquinas, el aseo para transportistas y un cuarto para guardar los utensilios de limpieza.

La comunicación entre las dos naves se llevará a cabo mediante unas guías en el carrusel, que permitirán pasar las piezas fabricadas a la nave de mayor tamaño, ya que en la más pequeña no hay puente grúa para poder cargarlas en los transportes.

Finalmente se ha optado por la siguiente distribución en planta, dotando a cada actividad de la superficie que se detalla a continuación:

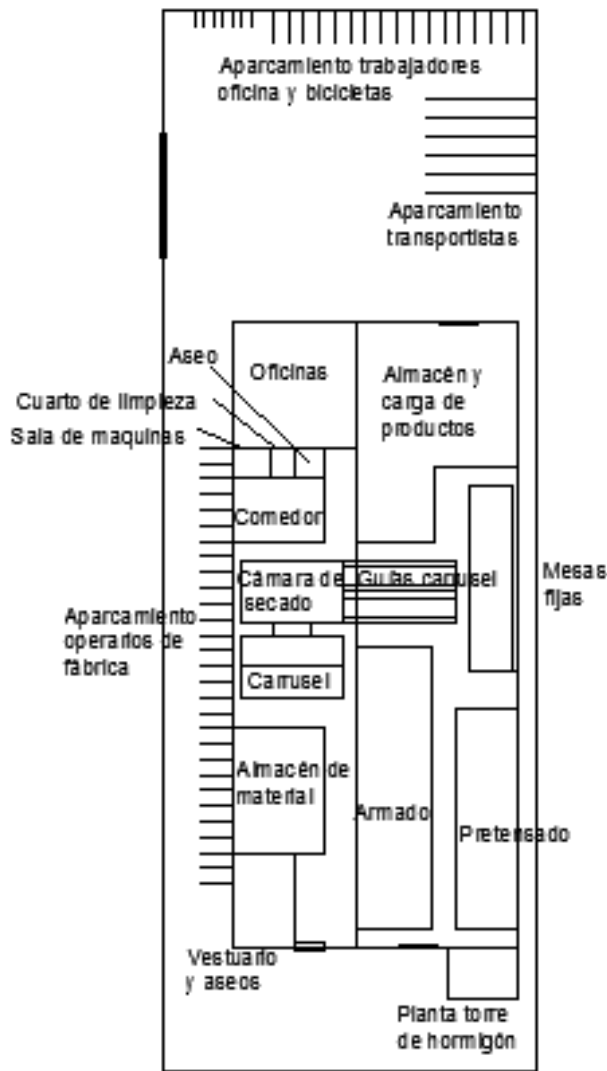


Figura 5: Distribución en planta

Actividades	Superficie
Elementos armados	540m ²
Elementos pretensados	350m ²
Mesas fijas	210m ²
Planta de hormigón	94.7m ²
Carga+almacén	750m ²
Guías carrusel	180m ²
Carrusel	165m ²
Cámara de secado	165m ²
Vesturarios+aseos	150m ²
Almacén de materias primas	300m ²
Comedor	150m ²
Cuarto de limpieza	20m ²
Aseo	25m ²
Sala de máquinas	30m ²

Tabla 3: Dimensiones finales de las secciones

Las oficinas se colocarán en el vértice que se crea en la unión de las dos naves, como vemos en la figura 5, en la esquina superior izquierda del edificio industrial.

Se ha complementado el diseño del edificio industrial con un posible diseño de las oficinas, que se muestra a continuación:

Planta baja



Figura 6: Distribución en planta 1 (realizada con la aplicación Floorplanner)

Primera planta



Figura 7: Distribución en planta 2 (realizada con la aplicación Floorplanner)

1.6. Descripción de la solución adoptada

El edificio industrial que se va a realizar son dos naves adosadas de estructura metálica, con pórticos a dos aguas y cerramiento de paneles prefabricados de hormigón combinados con paneles tipo sándwich en las paredes laterales, y cubierta de chapa metálica tipo sándwich también.

La nave grande consta de 21 pórticos separados 5m entre ellos con una altura de cabeza de pilar de 10m e inclinación de cubierta 10%, y en la nave pequeña se han dispuesto 17 pórticos con una crujía de 5m también y una altura de cabeza de pilar de 7m, y al igual que en la grande, una inclinación de cubierta 10%.

Se pueden diferenciar 4 tipologías de pórticos: en la nave grande, los de fachada (alineación A y U) y los interiores (de la alineación B a la T), y en la nave pequeña, los de fachada (alineación A y Q) y los interiores (de la alineación B a la P). Se han arriostrado con vigas contraviento tipo Pratt con las diagonales duplicadas y con cruces de San Andrés para transmitir los esfuerzos hasta la cimentación. Como la longitud de la nave es superior a 40 metros, para que las dilataciones no generen tensiones demasiado elevadas como para tener que considerarlas, se han dispuesto uniones por coliso, por lo que también se arriostrarán los pilares de fachada con cruces de San Andrés en las juntas de dilatación, entre las alineaciones 1 y 2, 4 y 5, 5 y 6 y 8 y 9.

Además se han dispuesto dos vigas carrileras, una a 8 metros para sustentar el puente grúa de 15T y otra a 5 metros para el de 5T.

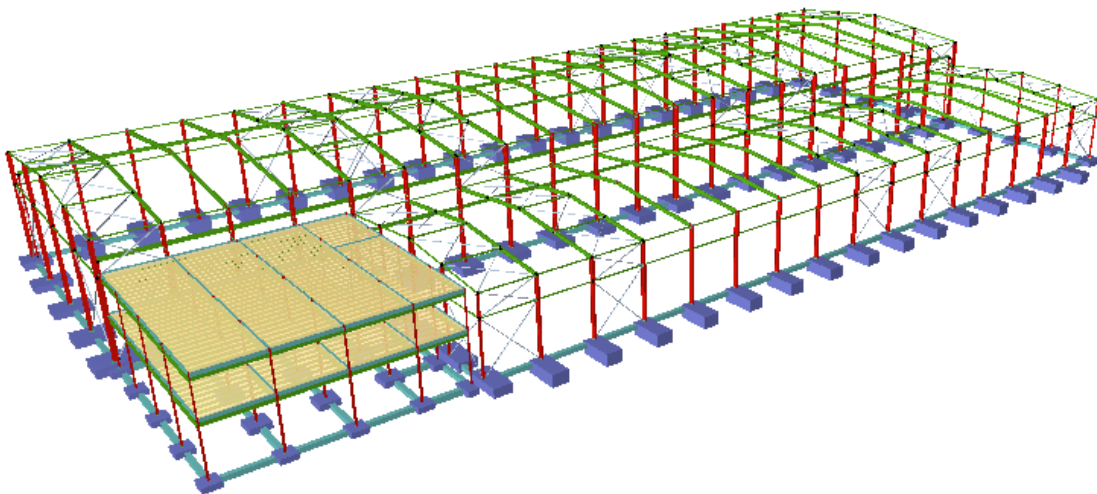


Figura 8: Vista 3D de la estructura

1.6.1. ACTUACIONES PREVIAS

Primero se realizará un desbroce del terreno y posteriormente se excavarán las zanjas para las zapatas y las vigas de atado, en las que se verterá hormigón de limpieza hasta cubrir los 10 primeros centímetros, para evitar la contaminación del hormigón estructural.

1.6.2. CIMENTACIÓN

La cimentación está formada por zapatas aisladas de diversos tipos en función de los esfuerzos que llegan a cada una de ellas, así, encontramos algunas cuadradas en la oficina, otras rectangulares centradas en los pórticos de fachada y en los pilares que separan ambas naves; en los laterales, rectangulares excéntricas y también aparecen 4 con dos arranques en los perfiles que sujetan los extremos de la viga carrilera. En la tabla 4 se detallan las dimensiones de las zapatas

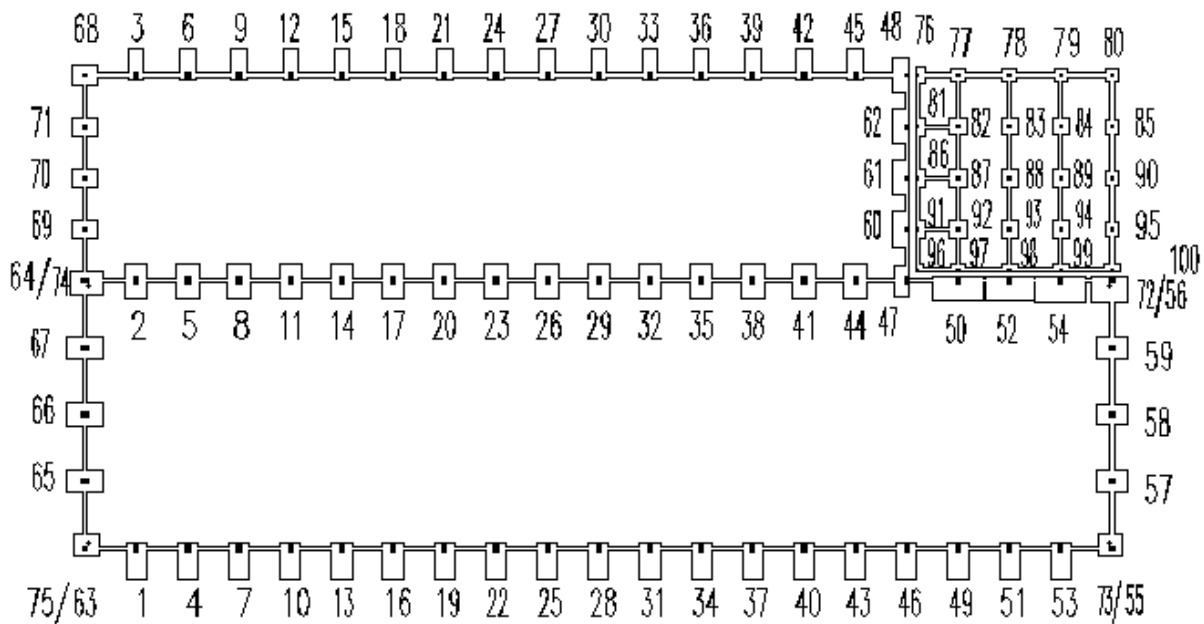


Figura 9: Zapatas

Referencias	Dimensiones	Canto
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 51 y 53	200x350	135
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41 y 44	220x335	80
3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42 y 45	150x305	110
47	150x295	80
48, 60, 61 y 62	165x340	80
50 y 52	480x240	110
54	500x255	115
57, 58 y 59	305x205	65

Tabla 4: Dimensiones de las zapatas 1

Referencias	Dimensiones	Canto
65, 66 y 67	345x225	75
68, 69, 70 y 71	250x180	55
76	95x175	50
77, 78, 79, 80, 85,90 y 95	135x135	45
81	95x185	50
82, 83, 84, 87, 88, 89, 92, 93 y 94	165x165	50
96	75x75	50
97, 98, 99 y 100	155x85	50
(55-73) y (63-75)	235x215	70
(56-72)	360x255	75
(64-74)	325x230	80

Tabla 5 : Dimensiones de las zapatas

Estas zapatas están arriostradas con vigas de atado (C.1) y también cuenta con vigas centradoras (VC.T-1 y VC.T-1.3) en la cimentación de las oficinas:

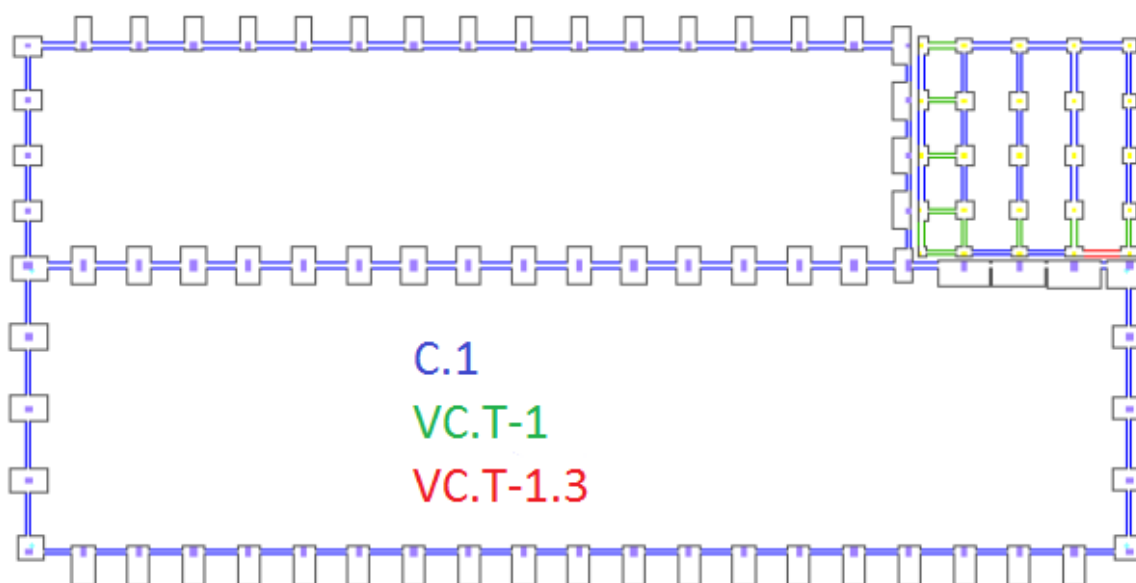


Figura 10: Vigas de atado

En las imágenes siguientes se muestran los detalles:

C.1

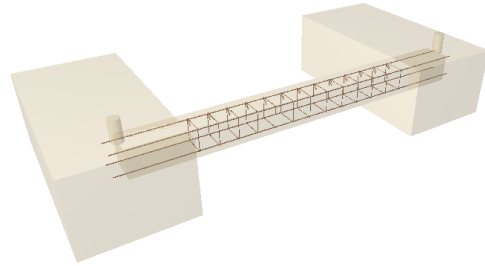
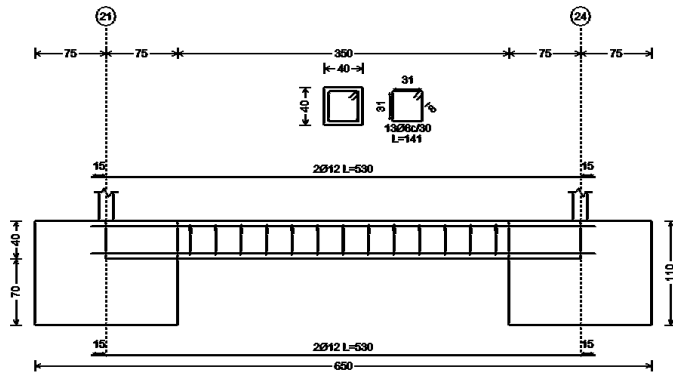


Figura 11: C.1

VC.T-1

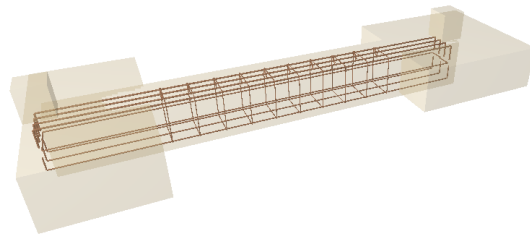
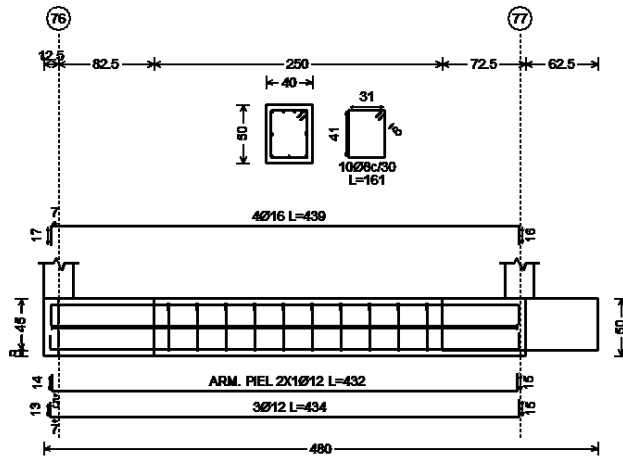


Figura 12: VC.T-1

VC.T-1.3

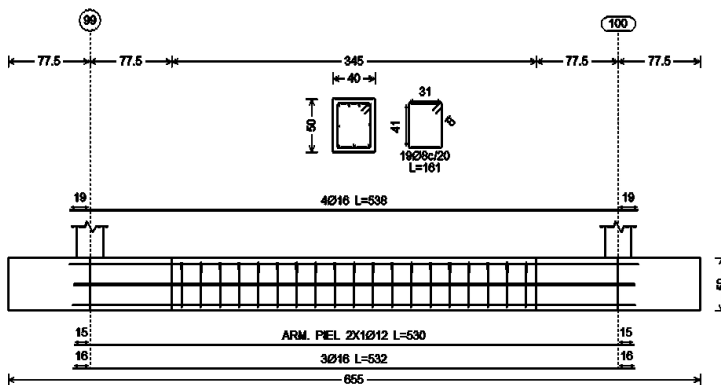


Figura 13: VC.T-1.3

1.6.3. SOLERA

Se ha decidido poner una solera formada por una losa de hormigón HA-25/B/20/IIb de 15 cm con una malla electrosoldada de acero B500T para aumentar la resistencia de la solera, una lámina de polietileno y una capa de áridos compactados formada por zahorra natural caliza de 15 cm también.

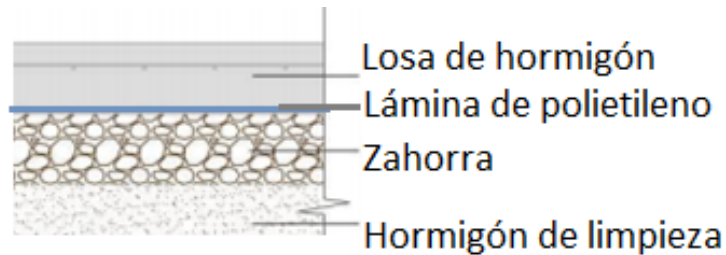


Figura 14: Componentes solera (fuente: Documentos de orientación técnica en edificación)

1.6.4. ESTRUCTURA

Se ha resuelto la estructura con dos naves adosadas a dos aguas, una de 2600 m² y 10 m de altura de pilar y otra de 1600 m² y 7 m de altura de pilar. Para describir su estructura se van a utilizar los pórticos de las alineaciones A, E, Q, S, U, 1, 5 y 9:

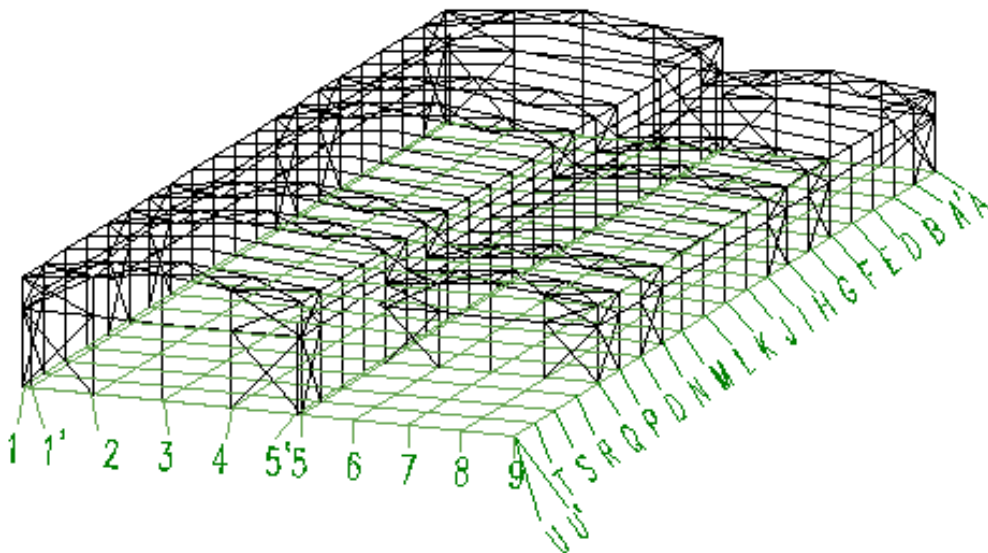


Figura 15: Vista 3D de la estructura con rejilla

1.6.4.1. Pórtico interior tipo 1

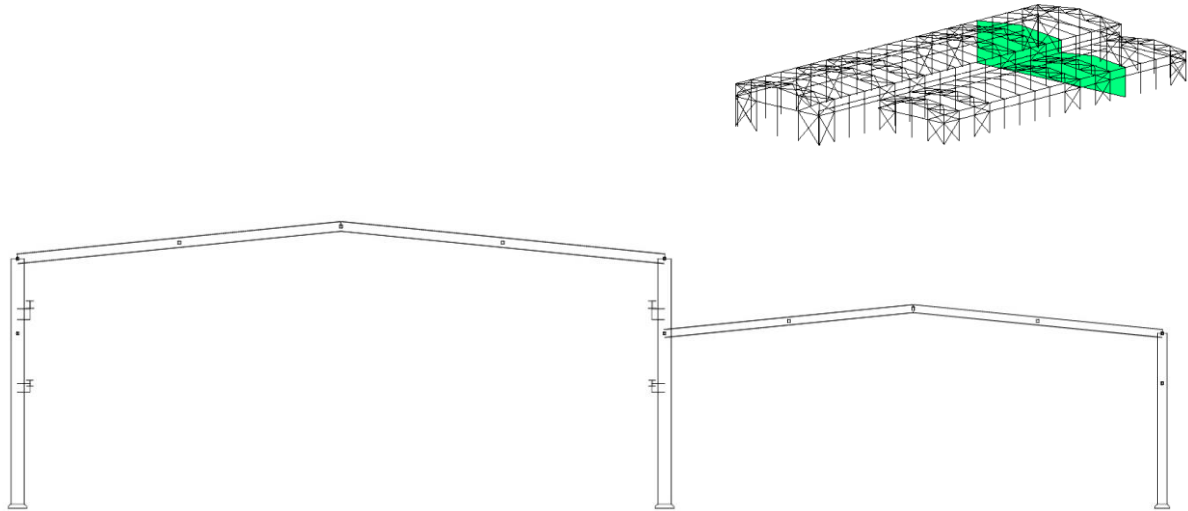


Figura 16: Pórtico interior tipo 1 (alineación E)

Este pórtico tipo 1 engloba todos los pórticos interiores, a excepción de los que forman parte del tipo 2 que se verán en el siguiente apartado. A este tipo pertenecen las alineaciones interiores en las que encontramos las dos naves.

Los pilares de la nave más grande son perfiles IPE 550 de 10 metros de longitud, con dos ménsulas: una con IPE 360 a 5 metros, que aguantará la viga carrilera del puente grúa de 5 toneladas formada por un perfil HE 260A, y otra con un IPE 450 a 8 metros de altura, que mantendrá la viga carrilera del puente grúa de 15 toneladas, que llevará un perfil HE 320 A y en los extremos de esta hay unos perfiles #160x8 para que apoye el último tramo de viga, pues este acaba 30 cm antes de llegar al pórtico de fachada; para acabar con esta nave, las jácenas presentarán perfiles IPE 400 cubriendo los 26 metros de luz, con una inclinación del 10%.

El pórtico de la nave pequeña se compone de pilares con IPE 400 de 7 metros (haciendo referencia a los derechos) y jácenas con IPE 330 e inclinación del 10% para cubrir los 20 metros de luz de la nave pequeña.

1.6.4.2. Pórtico interior tipo 2

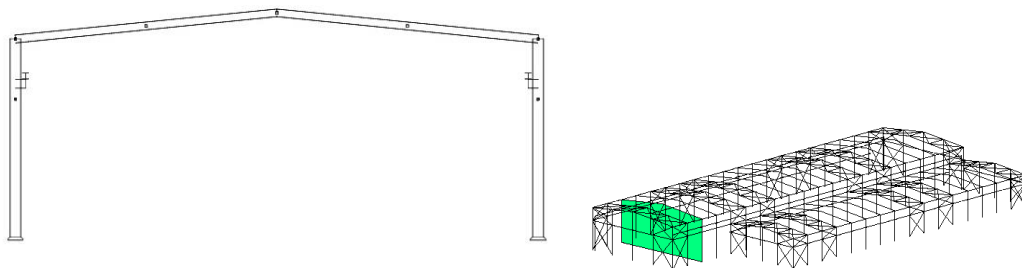


Figura 17: Pórtico interior tipo 2 (alineación S)

Lo que diferencia los pórticos tipo 2 de los anteriores, es que en estos ya solo encontramos la nave de mayor tamaño, además, en estos sólo están las ménsulas de la viga carrilera que está a 8 m de altura, pues la otra es más corta y acaba en la alineación Q. En este pórtico no definiremos los perfiles, pues son los mismos que en el apartado anterior.

1.6.4.3. Correas

Las correas de cubierta, con un perfil CF 180x3 irán con una separación de 1.9 metros y las correas laterales, con un perfil CF 180x2.5 irán separadas 1.5 metros.

En las fachadas se han colocado correas a partir de los 7 metros en la nave mayor y a partir de los 5 metros en la menor, porque la parte inferior irá recubierta de paneles prefabricados de hormigón.

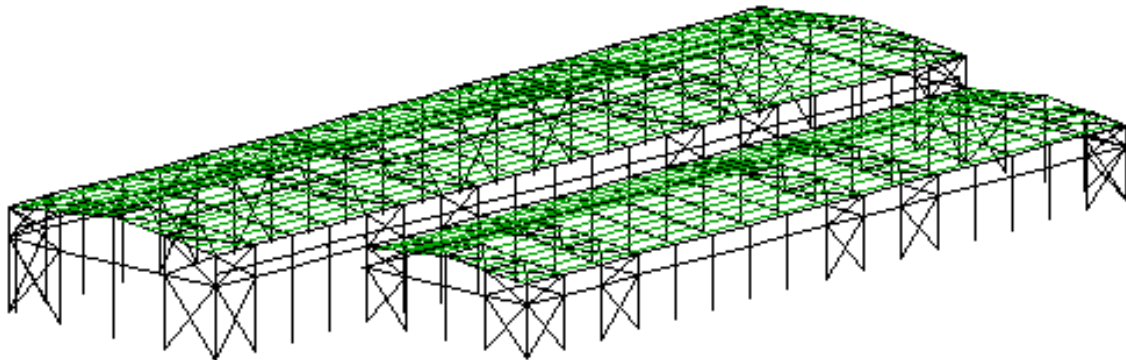


Figura 18: Correas de cubierta

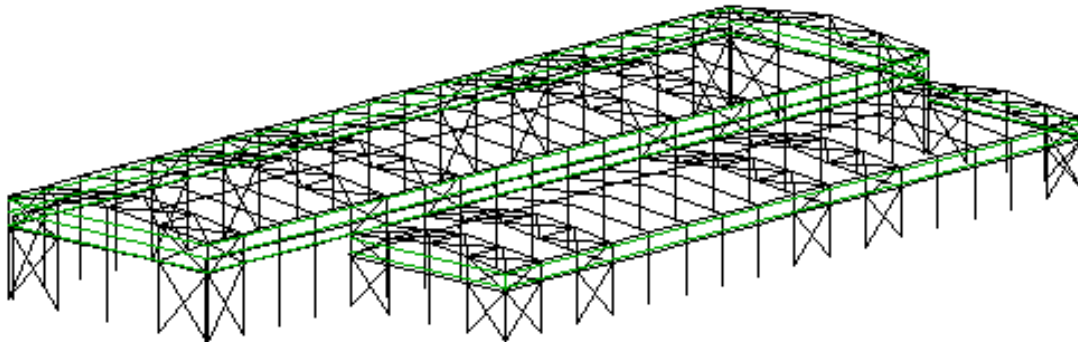


Figura 19: Correas laterales

1.6.4.4. Pórticos de fachada

Debido a la forma del edificio industrial que estamos tratando, los pórticos de fachada se encuentran en tres alineaciones distintas, así, en la alineación A, están las fachadas traseras de ambas naves, en la alineación Q está la fachada delantera de la nave pequeña y por último, la fachada trasera de la nave grande aparece en la alineación U.

Las fachada delantera y trasera de la nave grande están formadas por los mismos perfiles, al igual que ocurre en la nave pequeña.

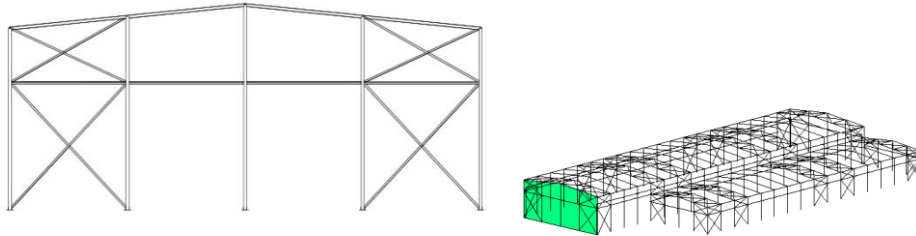


Figura 20: Pórtico de fachada (alineación U)

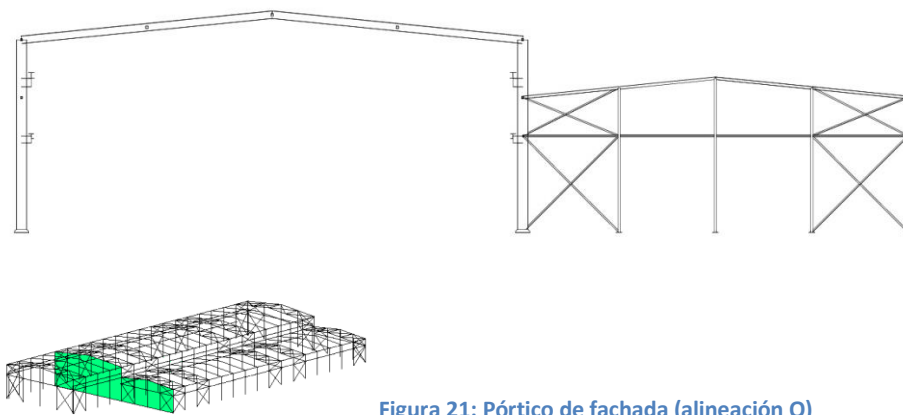


Figura 21: Pórtico de fachada (alineación Q)

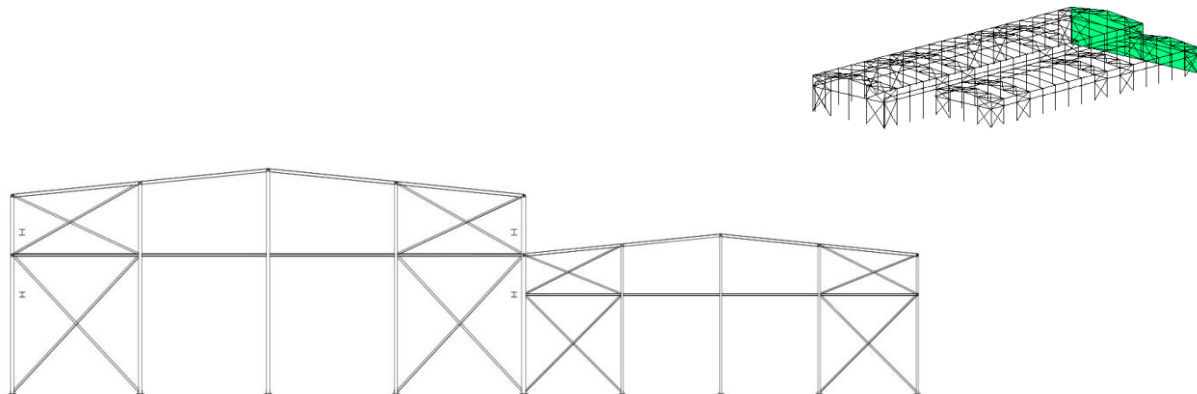


Figura 22: Pórtico de fachada (alineación A)

En la fachada de la nave grande, los pilares son IPE 360 y las jácenas IPE160, además está arriostrado con diagonales L 100x100x6 en la parte inferior y L 90x90x6 en la parte superior, separadas por un perfil #120x5 situado a 7 metros que delimita la altura de gálibo.

En la nave pequeña, los pilares son perfiles IPE 220 y las jácenas IPE 140. El sistema de arriostramiento de este pórtico está formado por diagonales L75x75x4 en la parte inferior y L 70x70x6 en la parte superior, y un perfil #100x6 separándolas horizontalmente.

1.6.4.5. Fachadas laterales

Al ser naves adosadas, podemos distinguir dos fachadas laterales y una fachada intermedia.

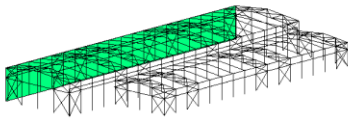
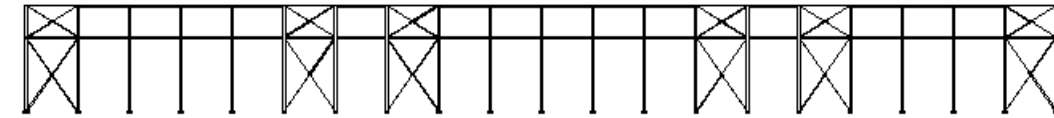


Figura 23: Fachada lateral (alineación 1)

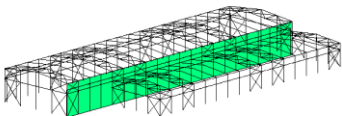
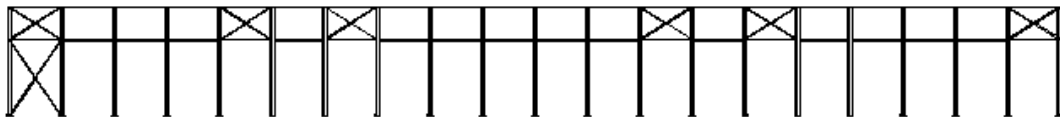


Figura 24: Fachada lateral (alineación 5)

En la fachada lateral de la nave grande y en la intermedia, las diagonales tanto inferiores como superiores son perfiles L 90x90x6 y la viga perimetral es un IPE 120 en los vanos que no presentan arriostramiento y un perfil #100x3 en lo que sí están arriostrados.

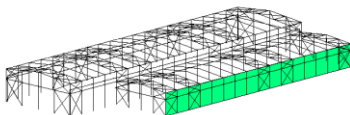
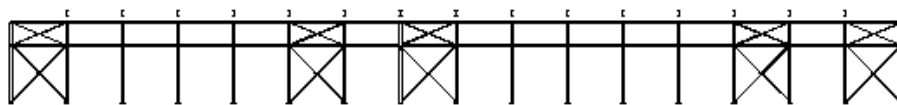


Figura 25: Fachada lateral (alineación 9)

En la fachada lateral de la nave pequeña, las diagonales son perfiles L 70x70x6 y la viga perimetral lleva los mismos perfiles que la nave grande.

1.6.4.6. Cubiertas

Las diagonales de los faldones de cubierta de la nave grande son perfiles L 90x90x6, en la nave pequeña son algo menores, L70x70x6 y los montantes, que son iguales para ambas naves son perfiles #120x5.

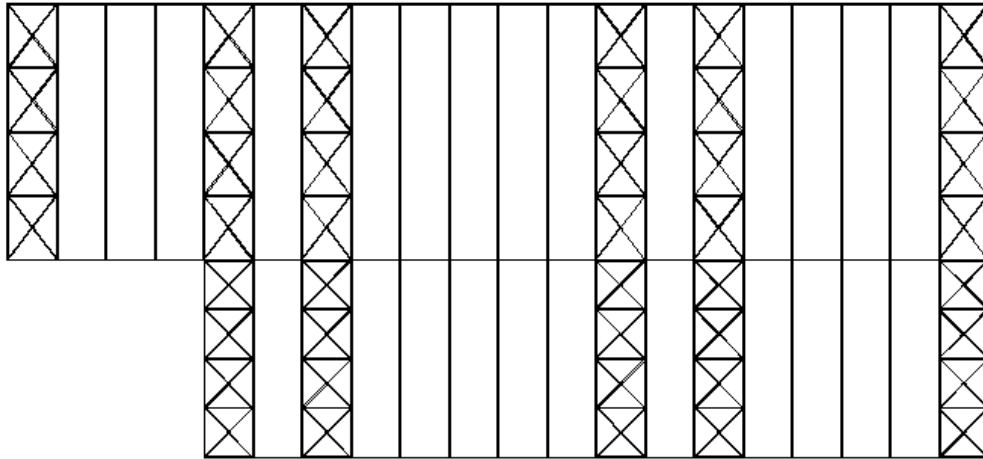


Figura 26: Faldones de cubierta

1.6.4.7. Oficinas

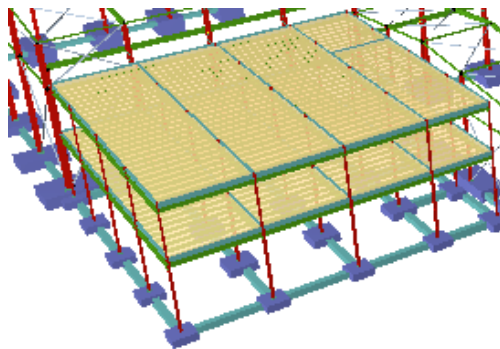


Figura 27: Estructura oficinas y cerramiento

Las oficinas, de 400 m², repartidas en dos pisos, están formadas por pilares de perfiles HE160B, vigas IPE 400 y forjado de canto 30+5 cm, de vigueta metálica y elemento de aligeramiento bovedilla de hormigón. El cerramiento de las fachadas que quedan pegadas a la nave está formado por paneles prefabricados de hormigón, y el de las fachadas que dan a la calle por vidrio templado.

1.6.4.8. Placas de anclaje

Se pueden observar 5 tipos de placas de anclaje y su distribución se verá con más detalle en los planos del documento 4.

Tipo 1

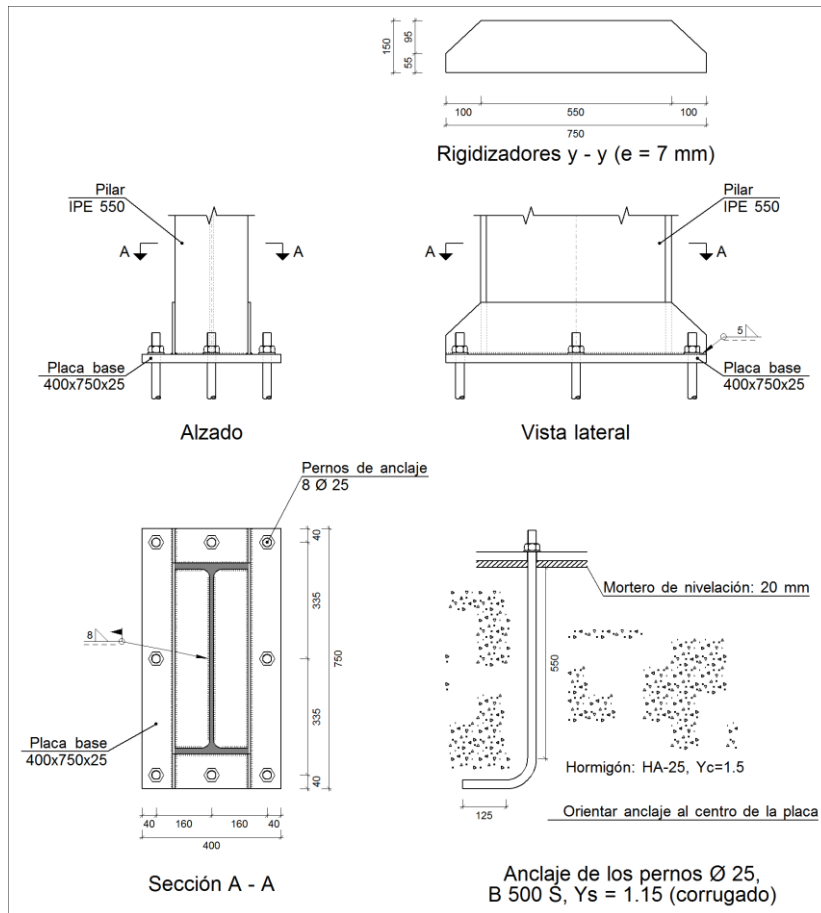


Figura 28: Detalle de la placa de anclaje tipo 1

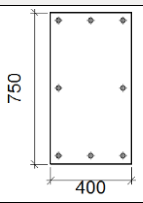
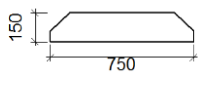
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		400	750	25	8	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		750	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 6: Componentes de la unión 1

Tipo 2

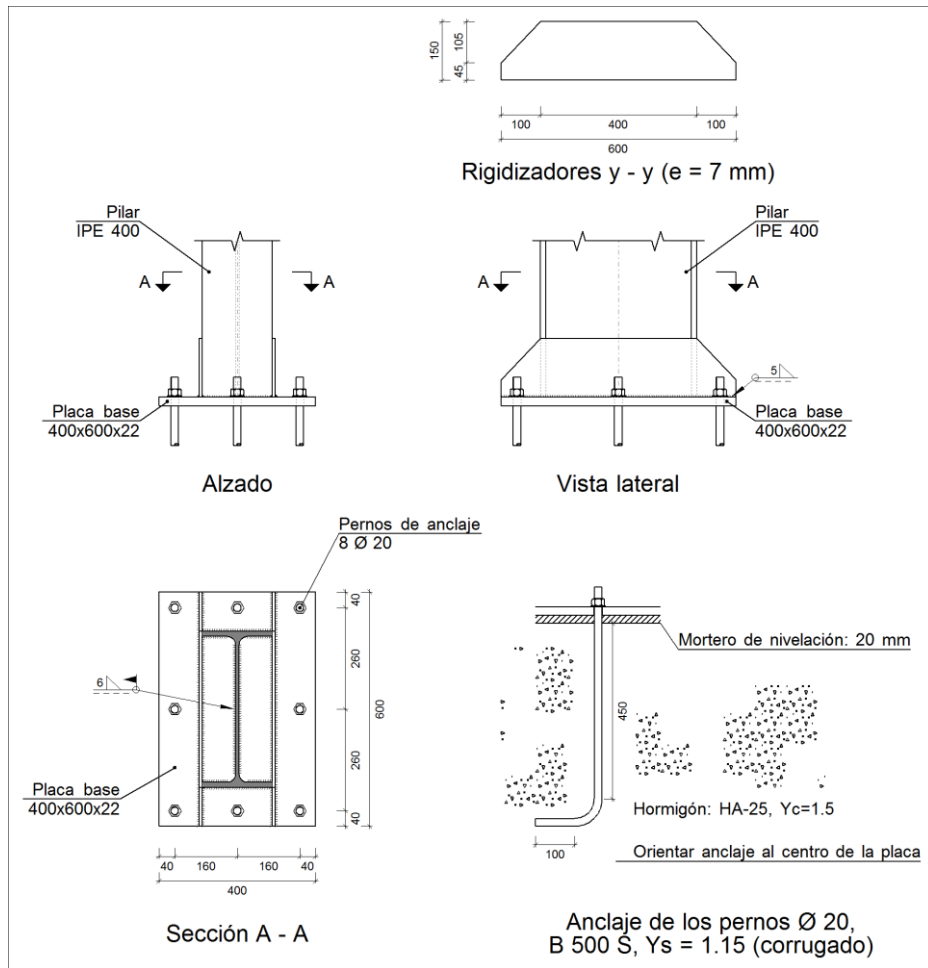


Figura 29: Detalle placa de anclaje tipo 2.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		400	600	22	8	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 7: Componentes de la unión 2

Tipo 3

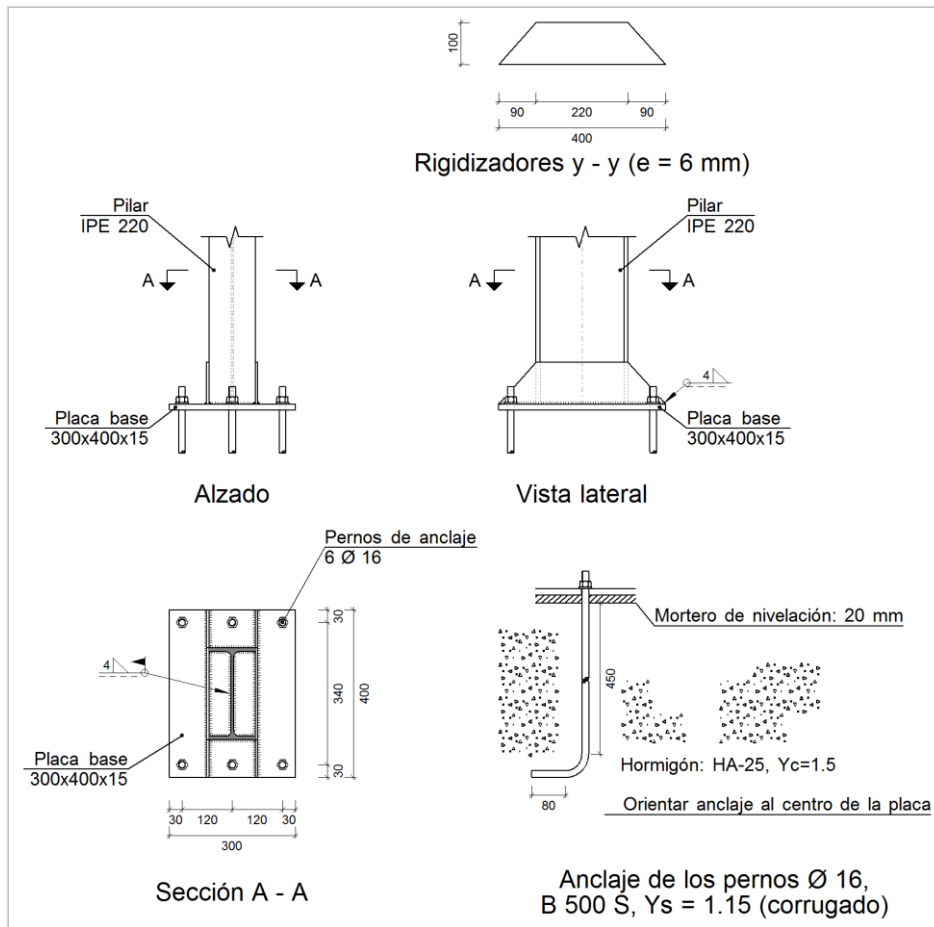


Figura 30: Detalle placa de anclaje tipo 3

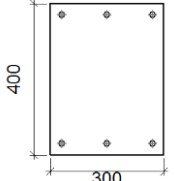
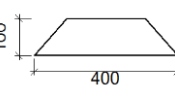
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	400	15	6	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		400	100	6	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 8: Componentes de la unión 3

Tipo 4

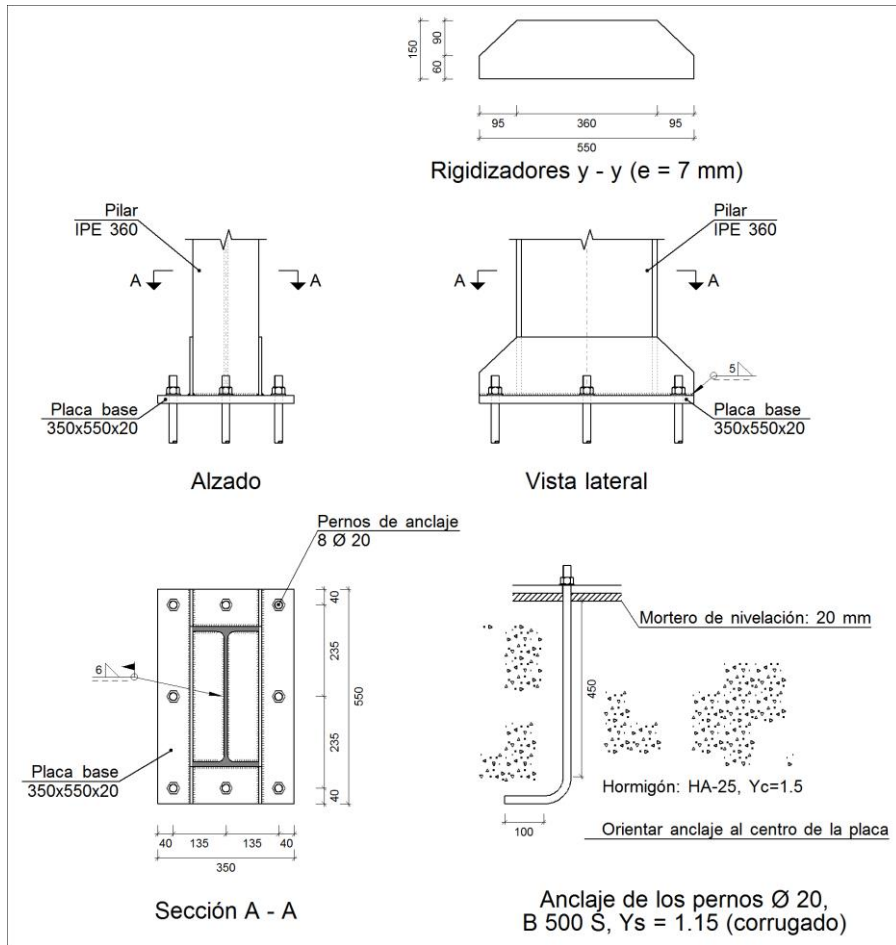


Figura 31: Detalle placa de anclaje tipo 4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		350	550	20	8	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		550	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 9: Componentes de la unión 4

Tipo 5

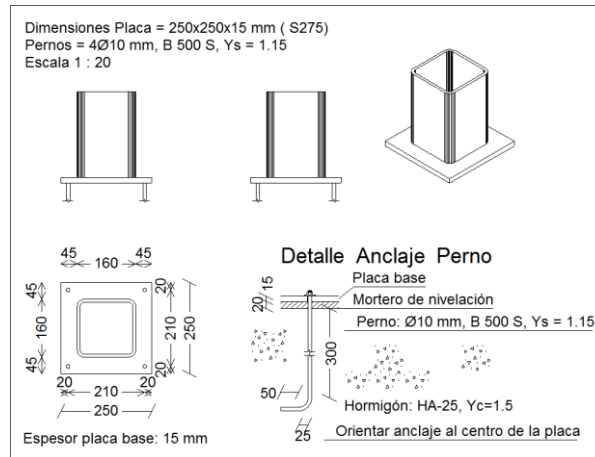


Figura 32: Detalle placa de anclaje tipo 5

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		250	250	15	4	10	S275	275.0	410.0

Tabla 10: Componentes de la unión 5

Tipo oficinas

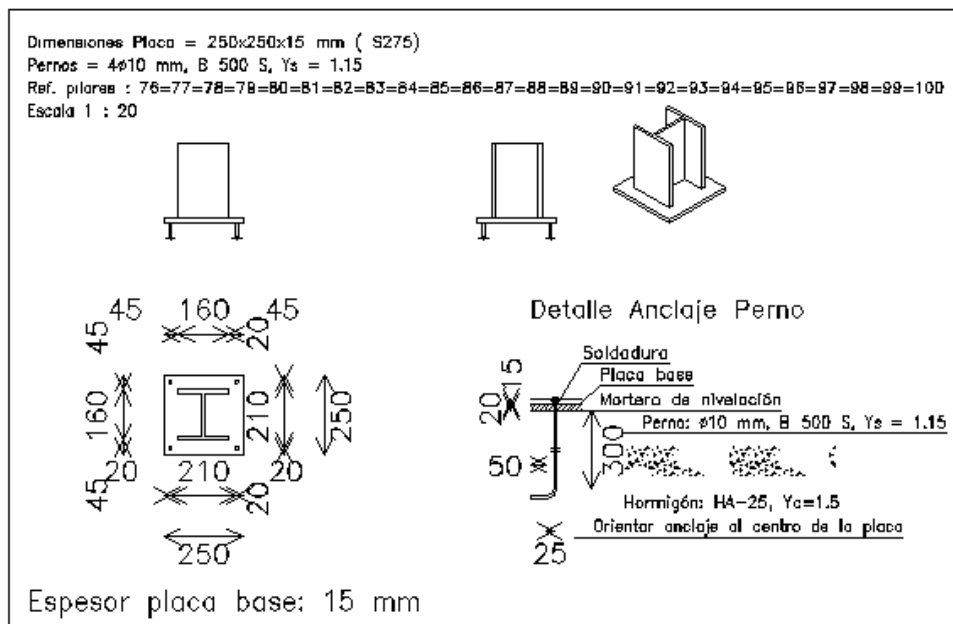


Figura 33: Detalle placa de anclaje pilares oficinas

1.6.5. CERRAMIENTO

Para el cerramiento de cubierta se ha optado por panel tipo sándwich por su impermeabilidad y sus características como aislante tanto térmico como acústico, esto es un factor muy importante, pues la elaboración de prefabricados de hormigón produce elevados niveles de ruido. El panel que se ha escogido está formado por una chapa lisa de acero en el interior y en el exterior, con acabado galvanizado y poliuretano como aislamiento térmico. Este panel cubrirá toda la cubierta, a excepción de los lucernarios. En las oficinas la cubierta será no transitable, plana e impermeabilizada mediante láminas asfálticas.

Para el cerramiento de las fachadas se utilizarán paneles prefabricados de hormigón hasta una altura de 7 metros en la nave grande y de 5 metros en la nave pequeña y el resto se cubrirá con panel tipo sándwich de las mismas características que el usado en la cubierta, de esta manera le dará a la nave una apariencia rectangular. Se incluirán lucernarios en la cubierta y vidrios a lo largo del perímetro de la nave para poder contar con luz natural, con el consiguiente ahorro energético.

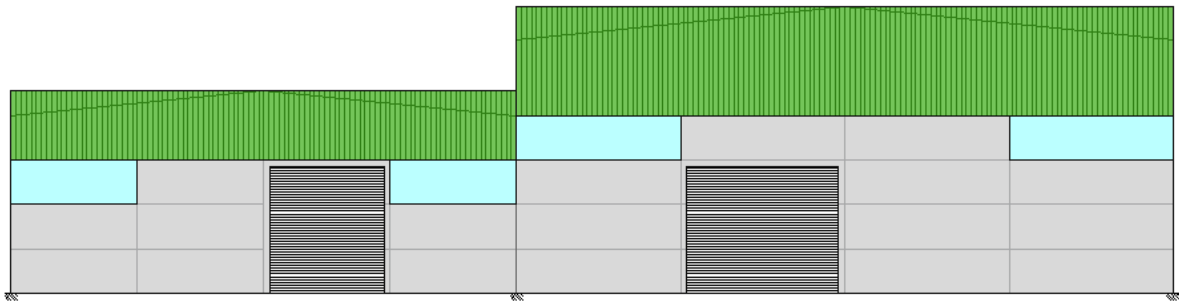


Figura 34: Cerramiento pórtico de fachada (alineación A)

1.6.6. MATERIALES

Los materiales que se han utilizado principalmente son el hormigón y el acero.

Dentro del acero que se encuentra en la nave industrial, se pueden diferenciar tres tipos: el laminado, el conformado y el corrugado. Para los perfiles IPE, los perfiles cuadrados y los perfiles en L que conforman la estructura del edificio se ha utilizado acero laminado S275, para las correas laterales y de cubierta se ha optado por el acero conformado S235; ambos aceros se rigen por el Código Técnico de la Edificación. En cambio el acero corrugado B500S que se utiliza para los pernos y el armado de la cimentación se rige según la EHE-08.

El otro material que se puede encontrar en abundancia en el proyecto es el hormigón, y se observan dos tipos distintos, para las zapatas y vigas de atado, hormigón armado HA-25/B/20/IIb, y para la base de la cimentación hormigón de limpieza HL-150/B/20.

1.7. Resumen del presupuesto

PRESUPUESTO	Edificio industrial de 4600 m² en Villena	1,991,761.64	
Capítulo C	Cimentaciones		
CR	Regularización	4,882.79	
CS	Superficiales	73,548.45	
CA	Arriostramientos	8,068.48	
Total capítulo C		86,499.72	
Capítulo E	Estructuras		
EA	Acero	524,979.45	
Total capítulo E		524,979.45	
Capítulo A	Acondicionamiento del terreno		
AD	Movimiento de tierras en edificación	35,406.39	
AN	Nivelación	131,376.00	
Total capítulo A		166,782.39	
Capítulo F	Fachadas y particiones		
FP	Fachadas pesadas	151,284.56	
FL	Fachadas ligeras	42,983.32	
Total capítulo F		194,267.88	
Capítulo Q	Cubiertas		
QA	Planas	21,980.00	
QT	Inclinadas	160,414.68	
QL	Lucernarios	114,174.72	
Total capítulo Q		296,569.40	
Capítulo L	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares		
LG	Puertas de garaje	5,322.09	
LC	Carpintería	345.91	
LV	Vidrios	38,497.03	
Total capítulo L		44,165.03	
Capítulo P	Puentes grúa		
Total capítulo P		70,000.00	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1,383,263.87	
	Beneficio Industrial	6%	82,995.83
	Gasto General	13%	179824.3025
	IVA	21%	345677.6399
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		1,991,761.64	

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a UN MILLÓN NOVECIENTOS NOVENTA Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Se puede observar en el gráfico de a figura 35 la contribución de cada uno de los capítulos al presupuesto de ejecución material total.

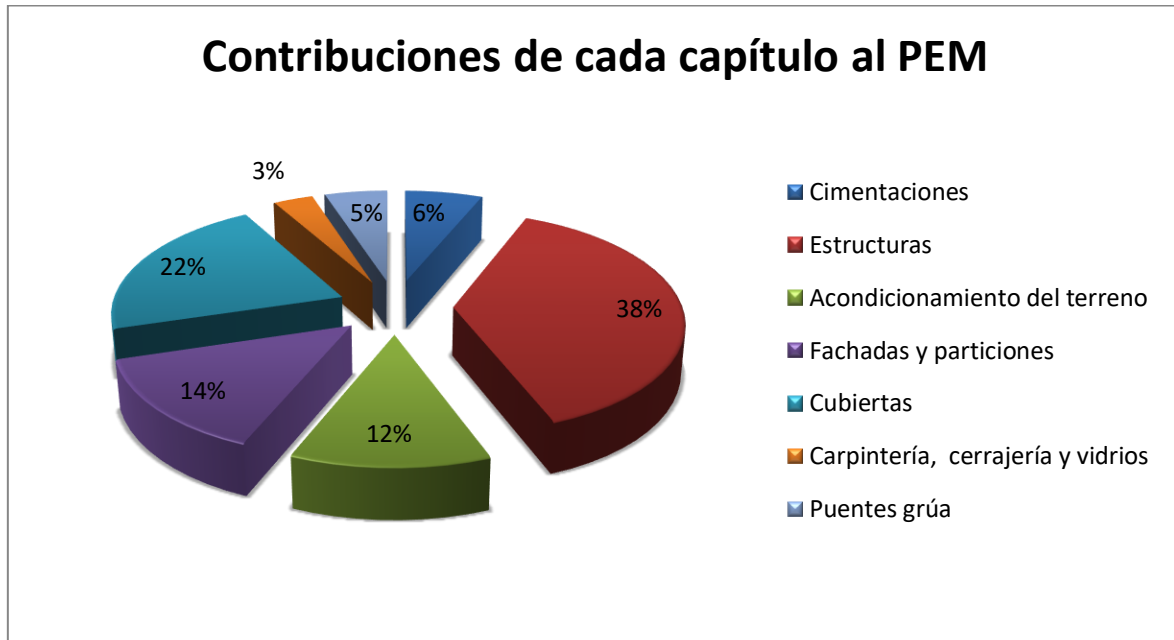


Figura 35: Contribuciones de los distintos partidos al PEM

1.8. Bibliografía

Para la elaboración del trabajo se han consultado las siguientes fuentes:

- Apuntes de la asignatura de “Tecnologías de la Construcción”
- Manual básico de CYPE 3D
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Normativa del polígono industrial “El Rubial” (ayuntamiento de Villena)
- Google maps
- Documentos de orientación técnica en edificación (fundación Mussat)
- www.poligonoelrubial.com
- www.generadordeprecios.info

2. Anexo de cálculo

En este anexo se van a describir los materiales utilizados, las acciones que se han tenido en cuenta para calcular la estructura del edificio industrial y las comprobaciones de los elementos que lo forman.

2.1. Materiales

Siguiendo el Código Técnico De La Edificación se ha utilizado acero laminado S275 y acero conformado en frío S235, que tienen las siguientes características:

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	210000	0.30	81000	275	0.000012
Acero conformado	S235	210000	0.30	81000	235	0.000012

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

Tabla 11: Características de los materiales 1 (fuente: Cype 3D)

Por otra parte, atendiendo a la instrucción Española de Hormigón Estructural, se ha optado por dos tipos de hormigón, uno estructural y el otro no estructural y un tipo de acero. Se ha tenido en cuenta para ello que la zona tiene una humedad media al estar en el interior de la Comunidad Valenciana.

Material		Características	Uso
Tipo	Designación		
Hormigón armado	HA-25/B/20/IIb	Resistencia característica de 25N/mm ² , consistencia blanda, tamaño máximo de árido 20mm y clase general de exposición IIb	Zapatas y vigas de atado
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	Resistencia característica de 150N/mm ² , consistencia blanda y tamaño máximo de árido de 20mm	Base de la cimentación
Acero	B500S	Límite elástico de 500 Mpa	Armaduras de la cimentación y pernos de las placas de anclaje

Tabla 12: Características de los materiales 2

2.2. Acciones

Las acciones que se deben tener en cuenta según el CTE SE-EA son las siguientes:

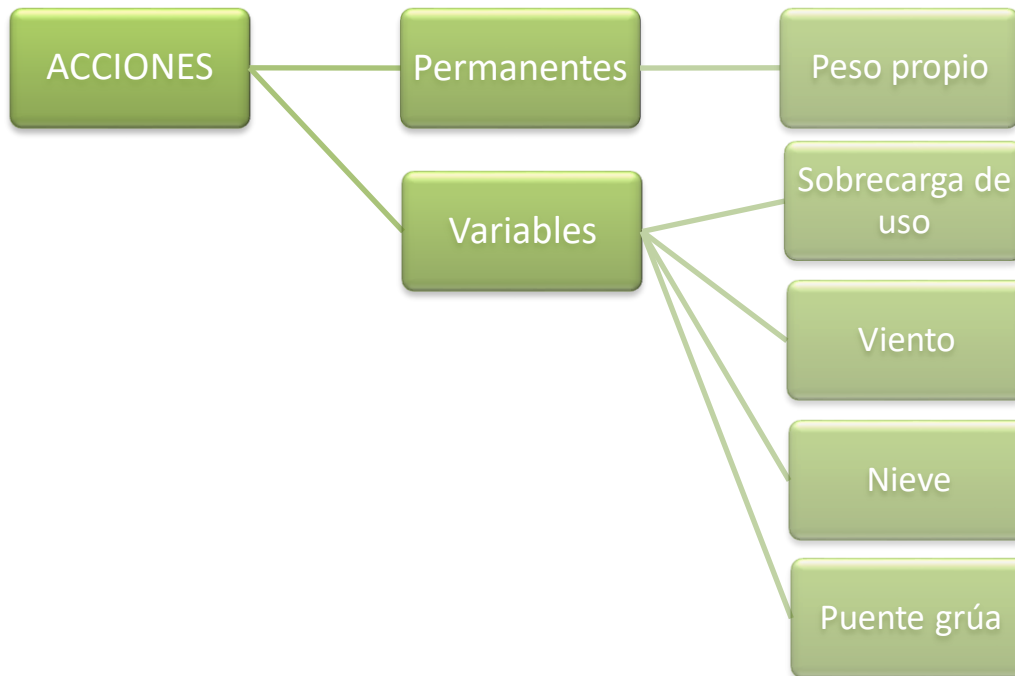


Figura 36: Tipos de acciones a tener en cuenta

2.2.1. PERMANENTES

2.2.1.1. Peso propio

En un edificio industrial, las acciones permanentes que se tienen en cuenta son los pesos propios de los elementos estructurales y cerramientos que lo componen.

2.2.2. VARIABLES

2.2.2.1. Sobrecarga de uso

Según el CTE la sobrecarga de uso engloba el peso de cualquier cosa que pueda gravitar sobre el edificio durante su uso.

En este proyecto se contemplan varias sobrecargas de uso, se ha utilizado como regla general la G1, cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento, pero también se ha añadido la E, zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros, en las vigas carrileras de los puentes grúa, la B, zonas administrativas, en la superficie de las oficinas y la G2 en la cubierta de estas, cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 37: Valores característicos de las sobrecargas de uso (fuente: Documento Básico SE-AE)

2.2.2.2. Viento

El CTE nos indica que la acción del viento viene determinada por la siguiente fórmula:

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

Siendo:

- q_e presión estática.
- q_b presión dinámica del viento. Es un valor cercano a 0.5KN/m² y proviene de la expresión:

$$q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot v_b$$

Donde δ es la densidad del viento, que toma un valor de 1.25 Kg/m³ y la velocidad del viento va en función del lugar geográfico en el que se encuentre el edificio.

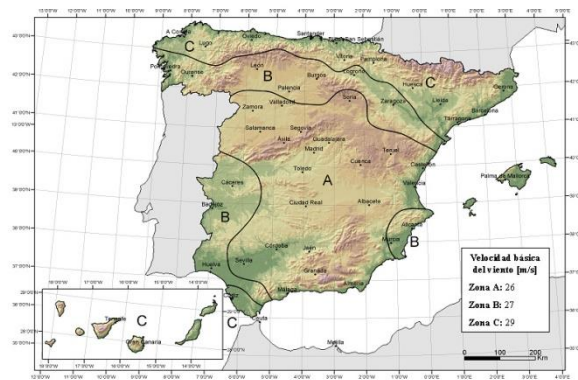


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b .

Figura 38: Valor básico de la velocidad del viento (fuente: Documento Básico SE-AE)

- C_e coeficiente de exposición. Se determina en función del grado de aspereza de la zona y de la altura de coronación.
- C_p coeficiente eólico o de presión. Tiene en cuenta la forma de incidir el viento sobre la nave, la forma de esta y su orientación.

Para determinar los coeficientes hemos tomado como zona eólica la B y un grado de aspereza IV y las hipótesis de viento que se van a considerar son las siguientes:

V(0°) H1	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
V(0°) H2	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
V(90°) H1	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
V(180°) H1	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
V(180°) H2	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
V(270°) H1	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

Tabla 13: Hipótesis de viento

2.2.2.3. Nieve

Para determinar la carga de nieve hay que tener en cuenta la intensidad y la distribución de esta, el clima de la zona, las precipitaciones, el relieve y la forma de la cubierta. Esto se consigue calculando el valor de carga de nieve por superficie en proyección horizontal, q_n , que se obtiene de combinar los siguientes parámetros en esta ecuación:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Donde μ depende de la forma de la cubierta y S_k de la zona geográfica donde está situada la nave.



Figura 39: Zonas climáticas de invierno (fuente: Documento Básico SE-AE)

Las hipótesis de carga a considerar son:

N(EI)	Nieve (estado inicial).
N(R) 1	Nieve (redistribución) 1.
N(R) 2	Nieve (redistribución) 2.

Tabla 14: Hipótesis de nieve

2.2.2.4. Puente grúa

También se han de añadir hipótesis de carga de los dos puentes grúa, pues los esfuerzos que generan estos recorren: ruedas - viga carrilera – ménsulas – pilar - placa de anclaje – cimentaciones, aunque sólo se introducirán algunos ejemplos de los casos más perjudiciales.

Así pues, se introducirán cuatro hipótesis en distintas partes de la viga carrilera: en los primeros pórticos, al inicio de las vigas; en el último, al final de la viga carrilera del puente grúa de 15 toneladas; donde acaba la viga carrilera del puente grúa de 5 toneladas y en un pórtico intermedio. La situación más desfavorable es cuando los dos puentes grúa están uno al lado del otro (pues los dos cargados no pueden estar en el mismo pórtico uno sobre otro) y tienen los polipastos en el mismo extremo. Hay que tener en cuenta que ninguna de estas hipótesis será concomitante con el resto de ellas, pues si el puente grúa está al final de la viga carrilera no puede estar al mismo tiempo al principio de esta.

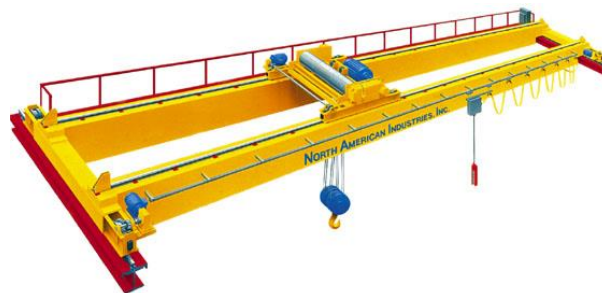


Figura 40: Puente grúa (fuente: Google)

Parte de los valores de las cargas puntuales que se han introducido en cada hipótesis los aporta el fabricante de los puentes grúa, así, las cargas verticales máximas en el lado hacia el que va el empuje del polipasto serán 116KN en el caso del puente grúa de 15 toneladas y 50.7KN en el pequeño. Las cargas máximas en el lado hacia el que no va el empuje se han calculado con las siguientes fórmulas:

$$R_{aVmax} = \frac{1}{2 \cdot L} \left[\left(P \cdot \frac{L}{2} \right) + ((Q + C) \cdot (L - L1)) \right] \quad \text{Ecuación 1}$$

$$C = \frac{1}{(L - L2)} \left[(2 \cdot R_{rVmin} \cdot L) - \left(P \cdot \frac{L}{2} \right) \right] \quad \text{Ecuación 2}$$

De donde se han obtenido 108.22KN para el puente grúa grande y 48.76KN para el de 5 toneladas.

Las cargas horizontales serán un 10% de los valores de las verticales.

Las cuatro hipótesis o disposiciones de carga que se van a introducir en cada una de las posiciones anteriormente explicadas, son las siguientes:

- Puentes grúa con una rueda en un tramo de viga carrilera y la otra en el siguiente, dejando la ménsula en el punto intermedio entre los dos railes, con reacción máxima a la izquierda.
 Para la viga carrilera que está situada a 8 metros de altura: en la parte izquierda hay dos cargas puntuales de 116KN a 1.9 metros del centro de la ménsula. En el lado derecho habrá dos cargas simétricas también pero de valor 108.22, a la misma distancia de la ménsula que las anteriores. Las cargas horizontales tomarán los valores de 11.6 KN a la izquierda y 10.8 KN a la derecha.
 Para la viga carrilera que está situada a 5m de altura: las cargas verticales están situadas a 2.3 metros del centro de la ménsula y tomarán un valor de 50.7 KN a la izquierda y 48.76 a la derecha, y las horizontales serán de 5.07KN y 4.87 KN.
- Puentes grúa con una rueda en un tramo de viga carrilera y la otra en el siguiente, dejando la ménsula en el punto intermedio entre los dos railes, con reacción máxima a la derecha.
 Igual que el caso anterior pero intercambiando de lado las cargas mayores por las menores.
- Puentes grúa en el centro de un tramo de la viga carrilera, con reacción máxima a la izquierda.
 Para la viga carrilera del puente grúa de 15 toneladas: en la parte izquierda hay dos cargas puntuales de 116KN a 0.6 metros de las ménsulas de los extremos del tramo de viga carrilera. En el lado derecho habrá dos cargas simétricas también pero de valor 108.22, en la misma posición que las anteriores. Las cargas horizontales tomarán los valores de 11.6 KN a la izquierda y 10.8 KN a la derecha.
 Para la viga carrilera del puente grúa de 5 toneladas: las cargas verticales están situadas a 0.2 metros de las ménsulas de los extremos del tramo de viga carrilera y tomarán un valor de 50.7 KN a la izquierda y 48.76 a la derecha, y las horizontales serán de 5.07KN y 4.87 KN.

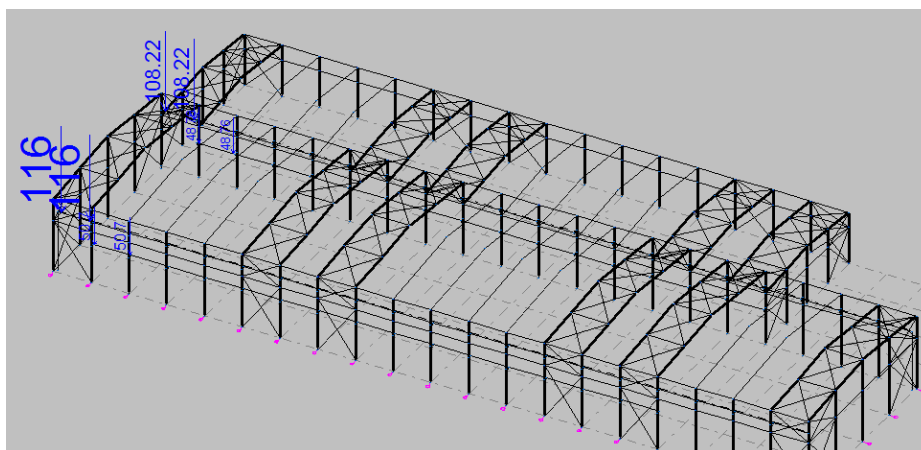


Figura 41: Hipótesis de carga PG izquierda (1) (fuente: Cype 3D)

- Puentes grúa en el centro de un tramo de la viga carrilera, con reacción máxima a la derecha.
 Igual que el caso anterior pero sustituyendo cargas las mayores por las menores y viceversa.

Quedando 16 hipótesis de puente grúa:

PG derecha (1) (Uso E)	PG izquierda (1) (Uso E)
PG derecha (2) (Uso E)	PG izquierda (2) (Uso E)
PG derecha (3) (Uso E)	PG izquierda (3) (Uso E)
PG derecha (4) (Uso E)	PG izquierda (4) (Uso E)
PG derecha (5) (Uso E)	PG izquierda (5) (Uso E)
PG derecha (6) (Uso E)	PG izquierda (6) (Uso E)
PG derecha (7) (Uso E)	PG izquierda (7) (Uso E)
PG derecha (8) (Uso E)	PG izquierda (8) (Uso E)

Tabla 15: Hipótesis de carga puente grúa

2.3. Descripción de subsistemas

En los apartados siguientes se adjuntan las comprobaciones de un elemento de cada tipo a modo de ejemplo de toda la estructura, así se dividirá la nave en subsistemas para analizarlos.

2.3.1. PÓRTICO DE FACHADA

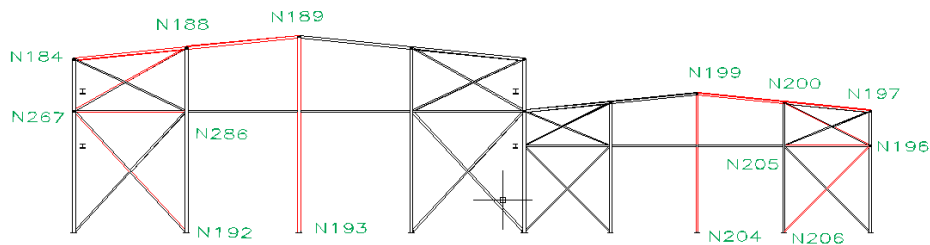


Figura 42: Barras comprobadas en el pórtico de fachada (alineación A)

Los pórticos de fachada los encontramos en las alineaciones A, Q y U.

Perfiles de la nave grande:

- Pilar: IPE 360
- Jácena: IPE 160
- Diagonales inferiores: L100x100x6
- Diagonales superiores: L90x90x6
- Barra horizontal: #120x5

Perfiles de la nave pequeña:

- Pilar: IPE 220
- Jácena: IPE 140
- Diagonales inferiores: L75x75x4
- Diagonales superiores: L70x70x6
- Barra horizontal: #100x6

2.3.1.1. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
	N184/N189	3.210 3.210	6.92 L/(>1000)	2.889 2.889	9.74 L/651.1	3.210 3.210	11.21 L/(>1000)	2.889 2.889	13.18 L/651.2
N193/N189	9.320 9.531	1.34 L/(>1000)	6.563 6.563	10.97 L/(>1000)	9.320 9.531	2.53 L/(>1000)	6.563 6.563	20.20 L/(>1000)	
N197/N199	2.456 2.456	3.09 L/(>1000)	2.211 2.211	6.68 L/719.2	2.456 2.456	4.87 L/(>1000)	2.211 2.211	8.89 L/719.3	
N204/N199	6.674 6.674	1.38 L/(>1000)	4.688 4.688	11.81 L/671.6	6.674 6.674	1.92 L/(>1000)	4.688 4.688	22.50 L/671.6	
N205/N196	2.784 2.784	0.80 L/(>1000)	3.094 3.094	3.03 L/(>1000)	2.784 2.784	1.52 L/(>1000)	3.094 3.094	4.34 L/(>1000)	
N206/N196	5.688 -	0.00 L/(>1000)	5.688 -	0.00 L/(>1000)	4.813 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	
N267/N283	2.822 2.822	1.27 L/(>1000)	2.016 2.016	2.82 L/(>1000)	2.822 2.822	2.48 L/(>1000)	2.016 2.016	4.05 L/(>1000)	
N192/N267	5.919 -	0.00 L/(>1000)	7.103 -	0.00 L/(>1000)	8.287 -	0.00 L/(>1000)	7.695 -	0.00 L/(>1000)	
N267/N188	3.566 3.566	12.64 L/564.0	3.566 3.566	21.47 L/332.2	3.566 3.566	12.63 L/564.6	3.566 3.566	21.45 L/332.5	
N196/N200	2.641 2.641	6.60 L/799.7	2.641 2.641	11.22 L/470.7	2.641 2.641	6.60 L/800.5	2.641 2.641	11.21 L/471.2	

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

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

2.3.1.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N188/N189	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.469 m $\eta = 8.6$	x: 0.061 m $\eta = 15.3$	x: 0.061 m $\eta = 36.0$	x: 0.061 m $\eta = 11.6$	x: 0.061 m $\eta = 7.0$	x: 0.061 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 52.4$
N193/N284	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 45.4$	x: 7 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 47.4$
N200/N199	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.962 m $\eta = 5.1$	x: 0.061 m $\eta = 9.1$	x: 0.061 m $\eta = 32.4$	x: 0.061 m $\eta = 7.7$	x: 0.061 m $\eta = 7.3$	x: 0.061 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.061 m $\eta = 43.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 43.5$
N204/N203	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 54.5$	x: 5 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 57.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 57.5$
N205/N196	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 1.5$	$\eta = 11.3$	x: 4.95 m $\eta = 11.4$	x: 4.95 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.95 m $\eta = 16.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 4.95 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 16.9$
N267/N283	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 2.1$	$\eta = 15.1$	x: 0.05 m $\eta = 8.0$	x: 0.05 m $\eta = 3.4$	x: 6.5 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 20.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.05 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 20.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$		
N206/N196	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.2$	
N192/N267	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.5$	
N267/N188	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 7.253 m $\eta = 9.7$	x: 0.123 m $\eta = 11.9$	x: 3.689 m $\eta = 24.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 7.255 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.569 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 3.689 m $\eta = 36.0$	x: 0.569 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 36.0$	
N196/N200	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.391 m $\eta = 9.1$	x: 0.112 m $\eta = 10.3$	x: 2.753 m $\eta = 7.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 5.393 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.442 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.753 m $\eta = 28.1$	x: 0.442 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 28.1$	

Notación:

$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_Y : Resistencia a flexión eje Y
 M_Z : Resistencia a flexión eje Z
 V_Z : Resistencia a corte Z
 V_Y : Resistencia a corte Y
 $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados

$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.2. PÓRTICO INTERIOR

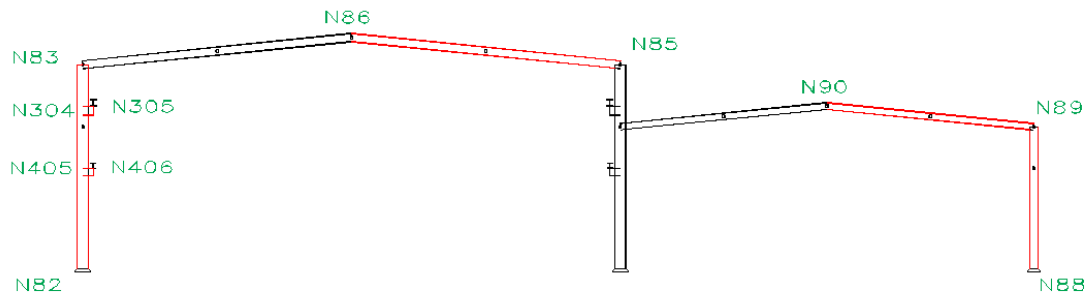


Figura 43: Barras comprobadas en el pórtico interior (alineación K)

Perfiles de la nave grande:

- Pilar: IPE 550
- Jácena: IPE 400
- Pilar central: IPE 550
- Ménsula superior: IPE 450
- Ménsula inferior: IPE 360

Perfiles de la nave pequeña

- Pilar: IPE 400
- Jácena: IPE 330

2.3.2.1. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N82/N83	4.060	0.20	9.826	26.36	4.350	0.33	9.826	49.15	
	1.450	L/(>1000)	9.826	L/372.8	1.450	L/(>1000)	9.826	L/372.9	
N85/N86	5.115	0.28	7.673	13.39	5.115	0.54	7.673	24.67	
	5.115	L/(>1000)	7.673	L/955.1	5.115	L/(>1000)	7.673	L/955.1	
N88/N89	1.875	0.10	6.854	19.79	1.875	0.18	6.854	33.90	
	1.875	L/(>1000)	6.854	L/346.3	1.875	L/(>1000)	6.854	L/346.4	
N89/N90	5.909	0.27	5.909	7.73	5.909	0.51	5.909	15.11	
	5.909	L/(>1000)	6.894	L/(>1000)	5.909	L/(>1000)	6.894	L/(>1000)	
N304/N305	0.113	0.00	0.113	0.00	0.113	0.00	0.113	0.00	
	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	
N405/N406	0.113	0.00	0.113	0.00	0.113	0.00	0.113	0.00	
	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	0.113	L/(>1000)	

2.3.2.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N82/N405	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.638 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 43.4$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 50.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 50.0$
N85/N86	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 13.065 m $\eta = 1.7$	x: 0.277 m $\eta = 10.2$	x: 0.277 m $\eta = 73.8$	x: 0.277 m $\eta = 0.2$	x: 0.277 m $\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.277 m $\eta = 76.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 76.6$
N88/N273	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 44.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 47.2$
N89/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 10.05 m $\eta = 2.1$	x: 0.201 m $\eta = 9.6$	x: 0.201 m $\eta = 68.7$	x: 10.05 m $\eta = 0.3$	x: 0.201 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.201 m $\eta = 71.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0.201 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 71.7$
N304/N305	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.7$	x: 0.275 m $\eta = 9.9$	x: 0.5 m $\eta = 1.5$	x: 0.275 m $\eta = 23.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.275 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.1$	x: 0.275 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 23.5$
N405/N406	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.275 m $\eta = 0.5$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	x: 0.275 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.0$	x: 0.275 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.0$

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.3. FACHADA LATERAL DE LA NAVE GRANDE

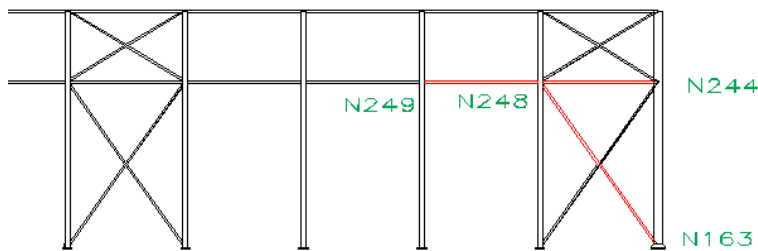


Figura 44: Barras comprobadas en la fachada lateral de la nave grande (alineación 1)

Perfiles de la fachada lateral:

- Diagonal: L90x90x6
- Montante: #100x3
- Viga perimetral: IPE 120

2.3.3.1. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N248/N244	1.808	2.77	2.410	0.35	1.808	5.18	2.109
	1.808	L/(>1000)	2.410	L/(>1000)	1.808	L/(>1000)	2.410	L/(>1000)
N249/N248	4.375	0.00	2.500	1.25	3.438	0.00	2.500	1.25
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N163/N248	7.202	0.00	6.173	0.00	7.202	0.00	7.716	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

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

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

2.3.3.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N248/N244	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumpl e	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 3.2$	$\eta = 38.6$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 13.5$	x: 4.82 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 4.82 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	CUMPL E $\eta = 49.1$
N249/N248	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumpl e	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 6.0$	$\eta = 3.9$	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P.(3)	x: 2.5 m $\eta = 8.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPL E $\eta = 8.7$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y		
N163/N248	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 13.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(7)	N.P.(8)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 13.1$	

<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p>	<p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>	

2.3.4. FACHADA LATERAL DE LA NAVE PEQUEÑA

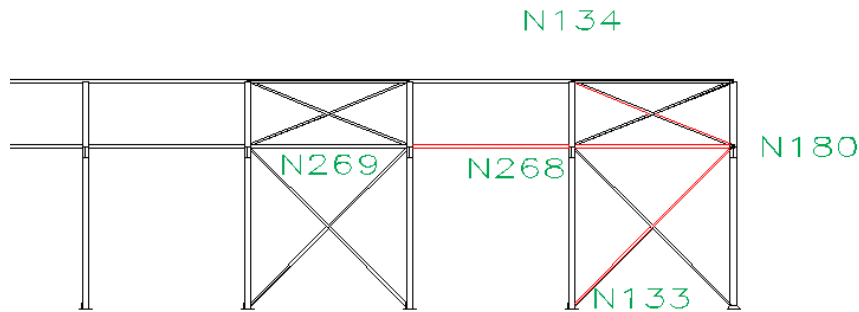


Figura 45: Barras comprobadas en la fachada lateral de la nave pequeña (alineación 9)

Perfiles de la fachada lateral:

- Diagonal: L70x70x6
- Montante: #100x3
- Viga perimetral: IPE 120

2.3.4.1. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N268/N180	2.751	1.50	2.445	0.37	2.751	2.72	2.139	0.49	
	2.751	L/(>1000)	2.445	L/(>1000)	2.751	L/(>1000)	2.445	L/(>1000)	
N269/N268	4.688	0.00	2.500	1.25	4.688	0.00	2.500	1.25	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N180/N134	3.517	0.00	3.836	0.00	4.476	0.00	2.238	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N133/N180	6.051	0.00	5.186	0.00	6.051	0.00	5.186	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

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

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

2.3.4.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N268/N180	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 25.8$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.9$	$x: 4.89 \text{ m}$ $\eta = 5.6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 4.89 \text{ m}$ $\eta = 30.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	$x: 4.89 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 30.9$
N269/N268	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313 \text{ m}$ $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$\eta = 2.3$	$x: 2.5 \text{ m}$ $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.313 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 2.5 \text{ m}$ $\eta = 6.9$	$x: 0.313 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 6.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N180/N134	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(7)	N.P.(8)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 8.1$
N133/N180	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(7)	N.P.(8)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 12.2$
<p>Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p>							<p> $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede </p>								
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

2.3.5. FALDÓN DE CUBIERTA

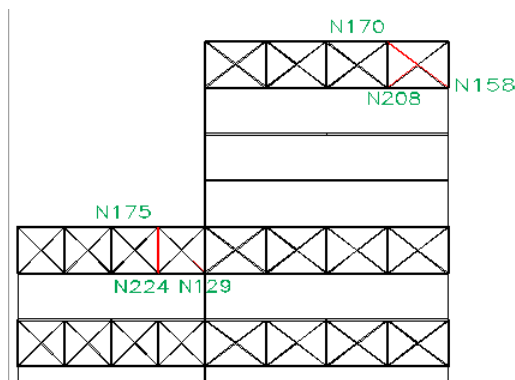


Figura 46: Barras comprobadas en el faldón de cubierta

Perfiles de la nave grande:

Montante: #120x5

Diagonal: L90x90x6

Perfiles de la nave pequeña:

Montante: #120x5

Diagonal: L70x70x6

2.3.5.1. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N158/N170	5.054 -	0.00 L/(>1000)	5.054 -	0.00 L/(>1000)	5.054 -	0.00 L/(>1000)	5.054 -
N208/N170	2.188 1.250	0.15 L/(>1000)	2.813 2.813	2.41 L/(>1000)	2.188 1.250	0.25 L/(>1000)	2.813 2.813	4.37 L/(>1000)
N129/N175	4.766 -	0.00 L/(>1000)	6.498 -	0.00 L/(>1000)	6.065 -	0.00 L/(>1000)	5.199 -	0.00 L/(>1000)
N224/N175	1.563 1.563	0.25 L/(>1000)	2.500 2.500	1.38 L/(>1000)	1.875 1.563	0.41 L/(>1000)	2.500 2.500	2.27 L/(>1000)

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

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

2.3.5.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y$ M_Z	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$	
N158/N170	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 30.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 30.7$	
N129/N175	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 25.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 25.6$	
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t		$M_t V_Z$	$M_t V_Y$
N208/N170	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 18.0$	x: 4.375 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 25.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.9$
N224/N175	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 10.0$	x: 3.438 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.375 m $\eta = 14.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 14.3$

<p>Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p>	<p>$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p>
---	---

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.6. CORREAS

2.3.6.1. Correas de cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.90 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida


Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 80.72 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-180x3.0

Material: S235

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	26.945, 100.000, 7.095	26.945, 95.000, 7.095	5.000	9.60	457.60	44.45	0.29	-12.47	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.000	5.000	0.000	0.000				
C ₁	-		1.000						
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{\text{Máx.}}$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 5 m $\eta = 80.7$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m $\eta = 16.2$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 80.7$
<p>Notación: <i>b / t</i>: Relación anchura / espesor <i>$\bar{\lambda}$</i>: Limitación de esbeltez <i>N_t</i>: Resistencia a tracción <i>N_c</i>: Resistencia a compresión <i>M_y</i>: Resistencia a flexión. Eje Y <i>M_z</i>: Resistencia a flexión. Eje Z <i>M_yM_z</i>: Resistencia a flexión biaxial <i>V_y</i>: Resistencia a corte Y</p>						<p><i>V_z</i>: Resistencia a corte Z <i>N_tM_yM_z</i>: Resistencia a tracción y flexión <i>N_cM_yM_z</i>: Resistencia a compresión y flexión <i>NM_yM_zV_yV_z</i>: Resistencia a cortante, axil y flexión <i>M_tNM_yM_zV_yV_z</i>: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante <i>x</i>: Distancia al origen de la barra <i>η</i>: Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.</i>: No procede</p>								
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

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

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{56.0} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{16.0} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{4.7} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.292}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{168.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{48.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.807} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 26.945, 95.000, 7.095, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 1 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$.

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{9.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{el} : \underline{50.84} \text{ cm}^3$$

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

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

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que 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)

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.162} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 26.945, 95.000, 7.095, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 1 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{11.02} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{67.90} \text{ kN}$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{174.36} \text{ mm}$$

 t : Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

 α : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

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

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

Siendo:

 λ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.67}$$

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.

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

 γ_{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)

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.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 97.60 %

Coordenadas del nudo inicial: 26.945, 100.000, 7.095

Coordenadas del nudo final: 26.945, 95.000, 7.095

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 1 + 1.00 \cdot V(180^\circ) H1$ a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 458 \text{ cm}^4$) ($I_z = 44 \text{ cm}^4$)

2.3.6.2. Correas laterales

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 73.71 %

Barra pésima en lateral

Perfil: CF-180x2.5 Material: S235									
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas						
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _c ⁽²⁾ (mm)	z _c ⁽²⁾ (mm)	
0.000, 5.000, 0.750	0.000, 0.000, 0.750	5.000	8.09	389.13	38.40	0.17	12.45	0.00	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
Pandeo	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
	β	L _c	C ₁	C ₂	β	L _c	C ₁	C ₂	
	0.00	0.000	-	-	0.00	0.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _c : Longitud de pandeo (m) C _i : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado		
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z		NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) ^{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m η = 73.7	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m η = 10.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 73.7
Notación: b / t: Relación anchura / espesor □□: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y M _z : Resistencia a flexión. Eje Z M _y M _z : Resistencia a flexión biaxial V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra □: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

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

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{68.0} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{20.0} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{6.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.300}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{170.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{50.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.737} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{y,Ed}^{\dagger} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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, 0.750, 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.

$M_{y,Ed}$: 7.13 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 9.68 kN·m

Donde:

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

W_{el} : 43.24 cm³

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

f_{yb} : 235.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{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)

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:

η : 0.101 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H

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

$$V_{Ed} : \underline{5.72} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{56.89} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{175.30} \text{ mm}$$

t : Espesor.

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

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

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

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

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.81}$$

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.

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

γ_{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)

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.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 90.81 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 5.000, 0.750

Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.750

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(270^\circ)$ H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 389 \text{ cm}^4$) ($I_z = 38 \text{ cm}^4$)

2.3.7. VIGA CARRILERA

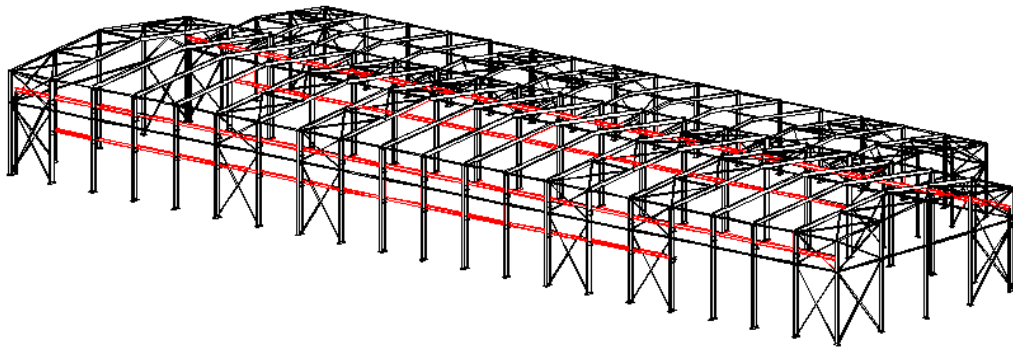


Figura 47: Vigas carrilera

Puente grúa de 15 toneladas:

Viga carrilera: HE 320A

Puente grúa de 5 toneladas:

Viga carrilera: HE 260 A

2.3.7.1. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N293/N29 1	3.000	1.15	2.250	6.47	2.750	2.22	2.250	6.47	
	3.000	L/(>1000)	2.250	L/773.3	3.000	L/(>1000)	2.250	L/773.3	
N396/N39 4	2.500	1.06	2.301	6.45	2.500	2.10	2.301	6.45	
	2.500	L/(>1000)	2.301	L/774.8	2.500	L/(>1000)	2.301	L/774.8	

2.3.7.2. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N293/N291	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.25 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	$x: 1.901 \text{ m}$ $\eta = 55.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 10.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 28.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.6$	$x: 0.25 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 1.901 \text{ m}$ $\eta = 63.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$x: 2.5 \text{ m}$ $\eta = 9.9$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 63.6$
N396/N394	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.199 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$x: 2.301 \text{ m}$ $\eta = 47.8$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 6.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 18.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.8$	$x: 0.199 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 2.301 \text{ m}$ $\eta = 54.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 10.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 54.0$

<p>Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y</p>	<p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>
---	--

2.3.8. CIMENTACIÓN

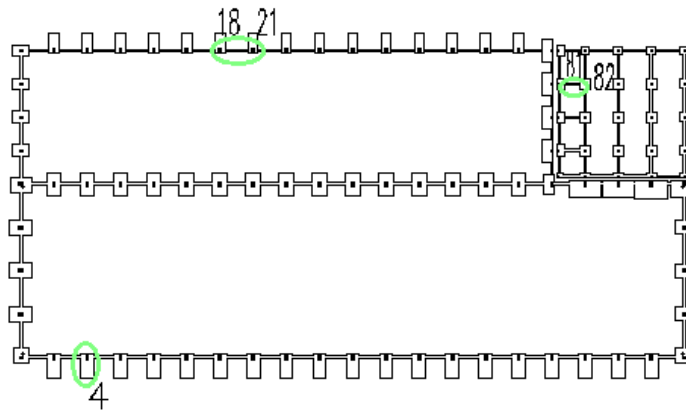


Figura 48: Elementos de la cimentación de los que se adjuntan las comprobaciones

2.3.8.1. Zapatas

Referencia: 4		
Dimensiones: 200 x 350 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.03874 kp/cm ² Calculado: 0.492 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 0.839 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 0.984 kp/cm ²	Cumple



Referencia: 4		
Dimensiones: 200 x 350 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 28123.6 % Reserva seguridad: 72.3 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.98 t·m Momento: 25.42 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 11.21 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.27 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 135 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - 4:	Mínimo: 70 cm Calculado: 127 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: 4		
Dimensiones: 200 x 350 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 173 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 176 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.3.8.2. Vigas centradoras

Referencia: VC.T-1 [81 - 82] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -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: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 8 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 18.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Situaciones persistentes: <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: 8 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 18.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos:		
- Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 3.35 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:		
- Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:		
- Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 3.06 cm ² Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:	Momento flector: -11.86 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen:		
- Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1 [81 - 82] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores origen: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 12 cm Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 45 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 34 cm Calculado: 34 cm	Cumple
Comprobación de cortante: -Situaciones persistentes:	Cortante: 3.72 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.3.8.3. Vigas de atado

Referencia: C.1 [18 - 21] (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: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple

Referencia: C.1 [18 - 21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
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> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.3.9. PLACA DE ANCLAJE

Tipo 1 (pilar pórtico interior)

Comprobación

Pilar IPE 550

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1657	11.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 48 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 130.84 kN Máximo: 106.95 kN Calculado: 12.74 kN Máximo: 152.79 kN Calculado: 149.05 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 130.84 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 268.828 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 12.74 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 65.7661 MPa Calculado: 66.1609 MPa Calculado: 185.554 MPa Calculado: 205.769 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2254.83 Calculado: 2237.91 Calculado: 7130.22 Calculado: 6404.02	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: 160.862 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -109): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	750	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 109): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	750	7.0	90.00
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -109): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 109): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3. Presupuesto

3.1. Cimentaciones

Capítulo C		Cimentaciones			
CR		Regularización			
CRL030	m ²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.	635.78	7.68	4,882.79
			Total CR	4,882.79	4,882.79
CS		Superficiales			
CSZ010	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIb fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	488.76	150.48	73,548.45
			Total CS	73,548.45	73,548.45
CA		Arriostramientos			
CAV030	m ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIb fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 57,7 kg/m ³ .	45.260	151.56	6,859.61
CAV030b	m ³	Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIb fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 121,5 kg/m ³ .	5.630	214.72	1,208.87
			Total CA	8,068.48	8,068.48
			Total capítulo C	86,499.72	86,499.72

3.2. Estructuras

Capítulo E		Estructuras			
EA	Acero				
EAM040	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, con uniones soldadas en obra.	29,634.30	2.21	65,491.80
EAM040b	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, con uniones soldadas en obra.	7,102.17	2.21	15,695.80
EAM040c	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.	110,512.4	2.21	244,232.47
EAM040d	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.	8,976.72	2.21	19,838.55
EAS030d	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 10 mm de diámetro y 44,2124 cm de longitud total, soldados.	29.000	24.02	696.58
EAS030i	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 15 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 49,0398 cm de longitud total, soldados.	8.000	78.22	625.76
EAS030k	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x600 mm y espesor 22 mm, con 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 78,481 cm de longitud total, soldados.	15.000	177.96	2,669.40



EAS030I	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 350x550 mm y espesor 22 mm, con 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 78,481 cm de longitud total, soldados.	8.000	178.94	1,431.52
EAS030n	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x750 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 98,781 cm de longitud total, soldados.	40.000	233.84	9,353.60
EAS040	kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, con uniones soldadas en obra.	5,963.0	2.21	13,178.23
EAV030	kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.	11,610.7	2.21	25,659.60
EAFO10	m ²	Forjado metálico, canto 30+5 cm, hormigón HA-30/B/20/IIb fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen 0,08 m ³ /m ² ; acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1,8 kg/m ³ ; vigueta metálica IPE 240, S275JR; bovedilla 60x25x26 cm malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.	784.6	78.31	61,442.03
EAT030	kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.	24,128.4	2.68	64,664.11
Total EA			524,979.45	524,979.45	
Total capítulo E			524,979.45	524,979.45	

3.3. Acondicionamiento del terreno

Capítulo A		Acondicionamiento del terreno			
AD	Movimiento de tierras en edificación				
ADL005	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	10,200.0	0.73	7,446.00
ADE010	m ³	Excavación en zanjas para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	496.5	23.71	11,772.99
ADR030	m ³	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.	690	23.46	16,187.40
Total AD			35,406.39	35,406.39	
AN	Nivelación				
ANS010	m ²	Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIb fabricado en central, y vertido con bomba, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica, con juntas de retracción.	4,600	28.56	131,376.00
Total AN			131,376.00	131,376.00	
Total capítulo A			166,782.39	166,782.39	

3.4. Fachadas y particiones

Capítulo F		Fachadas y particiones			
FP		Fachadas pesadas			
FPP020	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado fratasado de color gris a una cara, dispuestos en posición horizontal.	1,681.5	89.97	151,284.56
			Total FP		151,284.56
FL		Fachadas ligeras			
FLM010	m ²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.	983.6	43.70	42,983.32
			Total FL		42,983.32
			Total capítulo F		194,267.88

3.5. Cubiertas

Capítulo Q		Cubiertas		
QA	Planas			
QAD010	m ² Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprottegida, tipo convencional, pendiente del 1% al 15%, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida de 350 kg/m ³ de densidad, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, con espesor medio de 10 cm, sobre forjado de hormigón armado (no incluido en este precio); aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP totalmente adherida con soplete.	400	54.95	21,980.00
		Total QA		21,980.00
QT	Inclinadas			
QTM010	m ² Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.	3,804	42.17	160,414.68
		Total QT		160,414.68
QL	Lucernarios			
QLL010	m ² Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor.	396	288.32	114,174.72
		Total QL		114,174.72
		Total capítulo Q		296,569.40

3.6. Carpintería, cerrajería, vidrios y p. solares

Capítulo L		Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares			
LG		Puertas de garaje			
LGS031	Ud	Puerta seccional para garaje, formada por lamas de textura acanalada, de panel sándwich de aluminio con núcleo aislante de espuma de poliuretano, 500x450 cm, con acabado prelacado de color blanco.	3.000	1,774.03	5,322.09
			Total LG		5,322.09
LC		Carpintería			
LCL055	m ²	Carpintería de aluminio lacado color blanco, en cerramiento de zaguas de entrada al edificio, gama básica, sin premarco.	2.400	144.13	345.91
			Total LC		345.91
LV		Vidrios			
LVT010	m ²	Vidrio de silicato sodocálcico templado, incoloro, de 10 mm de espesor, clasificación de prestaciones 1C1, según UNE-EN 12600, fijado sobre carpintería con calzos y sellado continuo.	308	93.69	28856.52
LVP010	m ²	Luna pulida incolora, 4 mm. Según UNE-EN 410 y UNE-EN 673.	381.5	25.27	9640.505
			Total LV		38,497.03
			Total capítulo L		44,165.03

3.7. Puentes grúa

Capítulo P		Puentes grúa			
P5		PG con carga nominal 5 toneladas birraíl	1	25,000.00	25,000.00
P15		PG con carga nominal 15 toneladas birraíl	1	45,000.00	45,000.00
			Total capítulo P		70,000.00

3.8. Presupuesto de ejecución por contrata

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1,376,594.89	1,376,594.89
Beneficio Industrial	6%		82,595.69
Gasto General	13%		178957.3357
IVA	21%		344011.063
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA			1,982,158.98

3.9. Resumen de presupuesto

PRESUPUESTO	Edificio industrial de 4600 m² en Villena	1,991,761.64
Capítulo C	Cimentaciones	
CR	Regularización	4,882.79
CS	Superficiales	73,548.45
CA	Arriostramientos	8,068.48
Total capítulo C		86,499.72
Capítulo E	Estructuras	
EA	Acero	524,979.45
Total capítulo E		524,979.45
Capítulo A	Acondicionamiento del terreno	
AD	Movimiento de tierras en edificación	35,406.39
AN	Nivelación	131,376.00
Total capítulo A		166,782.39
Capítulo F	Fachadas y particiones	
FP	Fachadas pesadas	151,284.56
FL	Fachadas ligeras	42,983.32
Total capítulo F		194,267.88
Capítulo Q	Cubiertas	
QA	Planas	21,980.00
QT	Inclinadas	160,414.68
QL	Lucernarios	114,174.72
Total capítulo Q		296,569.40
Capítulo L	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	
LG	Puertas de garaje	5,322.09
LC	Carpintería	345.91
LV	Vidrios	38,497.03
Total capítulo L		44,165.03
Capítulo P	Puentes grúa	
Total capítulo P		70,000.00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1,383,263.87
	Beneficio Industrial	6% 82,995.83
	Gasto General	13% 179824.3025
	IVA	21% 345677.6399
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		1,991,761.64

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a UN MILLÓN NOVECIENTOS NOVENTA Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

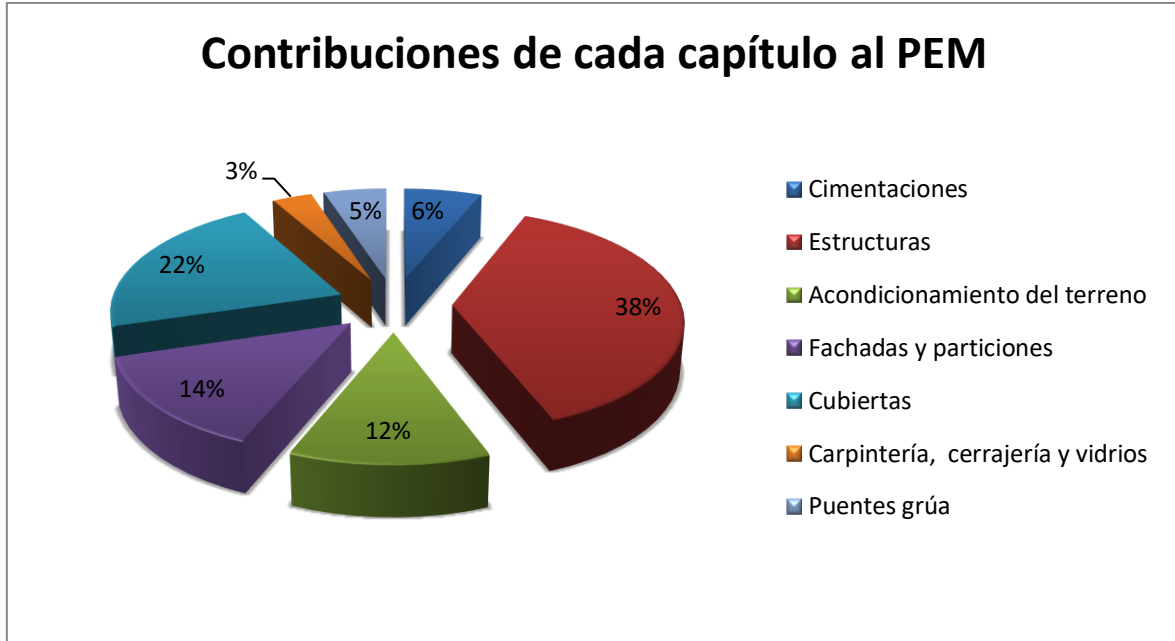


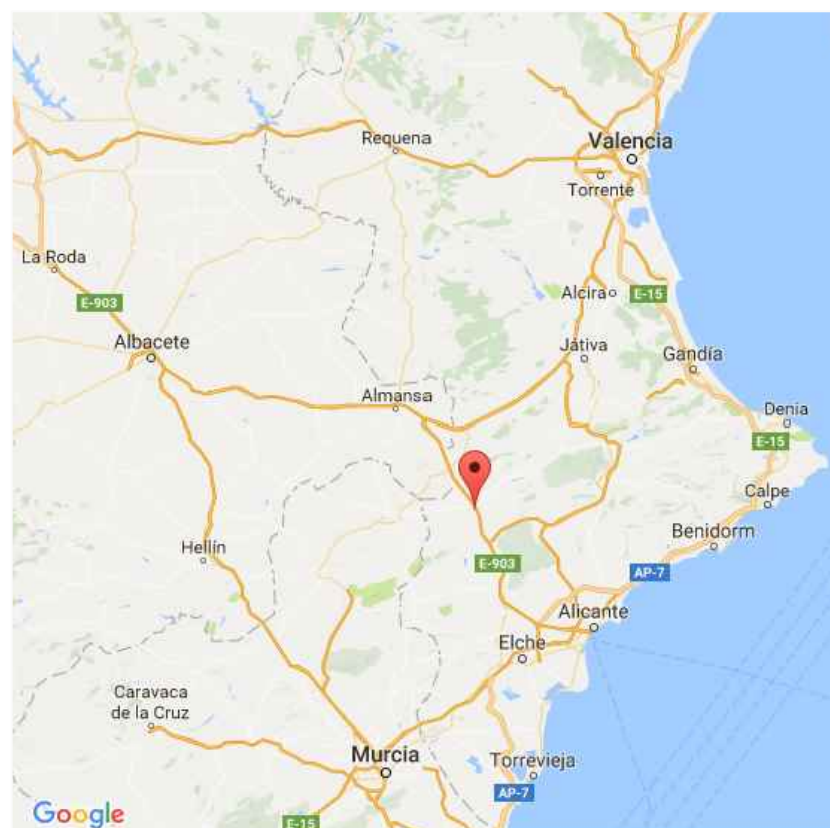
Figura 49: Contribuciones de cada uno de los capítulos al PEM

En este gráfico circular de secciones se puede ver de manera más intuitiva el porcentaje que supone cada uno de los capítulos en el total del presupuesto de ejecución material.

4. Planos

4.1 Índice de planos

- 1- Localización 1
- 2- Localización 2
- 3- Distribución en planta y urbanización de parcela
- 4- Distribución en planta oficinas
- 5- 3D
- 6- Cimentación
- 7- Placas de anclaje
- 8- Tipos placas de anclaje
- 9- Pórtico interior
- 10- Pórtico de fachada 1
- 11- Pórtico de fachada 2 y plano soporte viga carrilera +8m
- 12- Fachada lateral 1
- 13- Fachada lateral 2
- 14- Fachada lateral 3
- 15- Cubierta
- 16- Viga carrilera nivel +8m y viga carrilera nivel +5m
- 17- Oficinas
- 18- Cerramiento frontal
- 19- Cerramiento lateral
- 20- Cerramiento cubierta



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUNTES GRÚA

Plano: Localización 1

Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017

Escala: Sin escala

Nº Plano:

1



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Localización 2

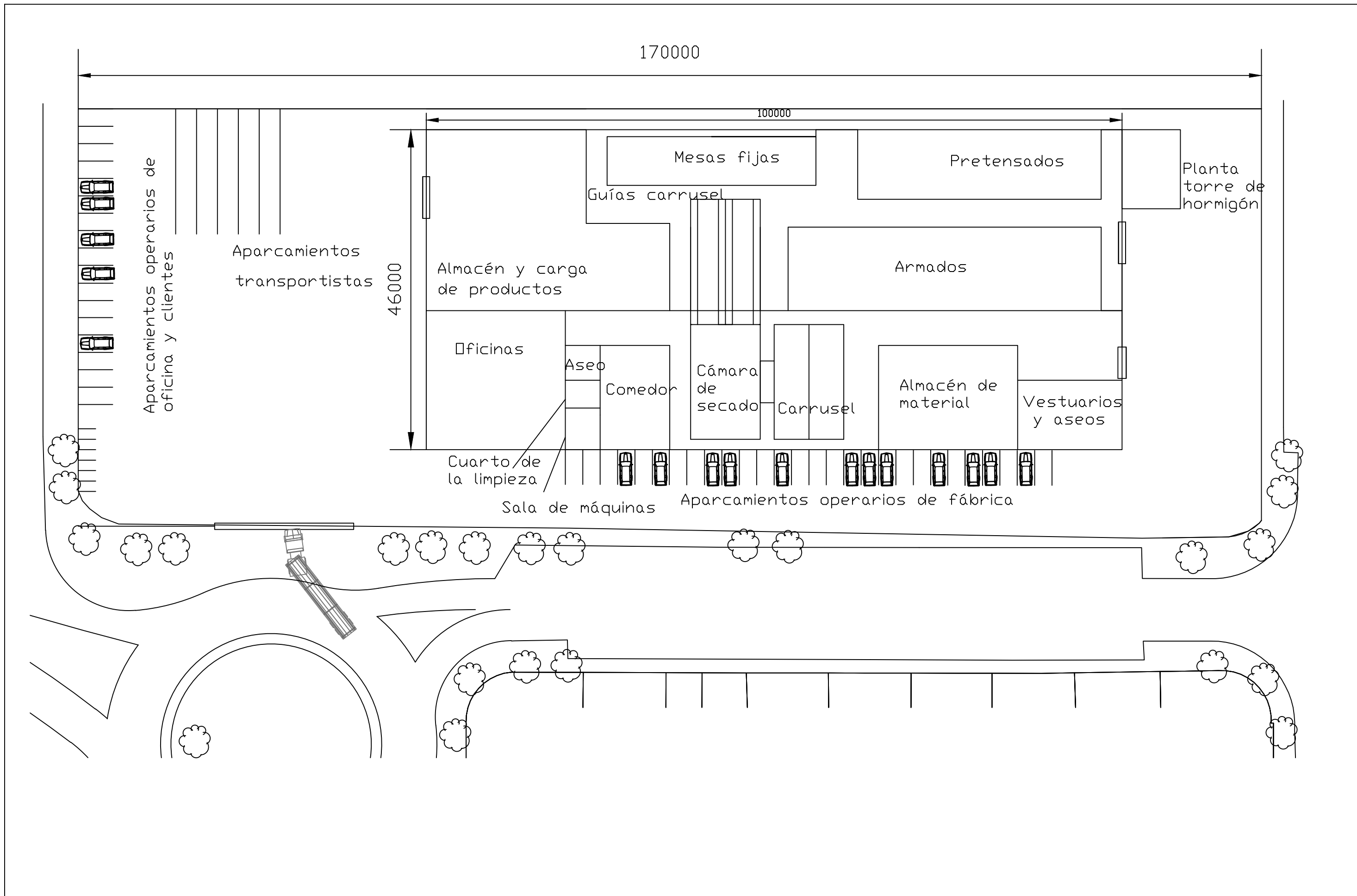
Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017

Escala: 1:5000

Nº Plano:

2



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Distribución en planta y urbanización de parcela

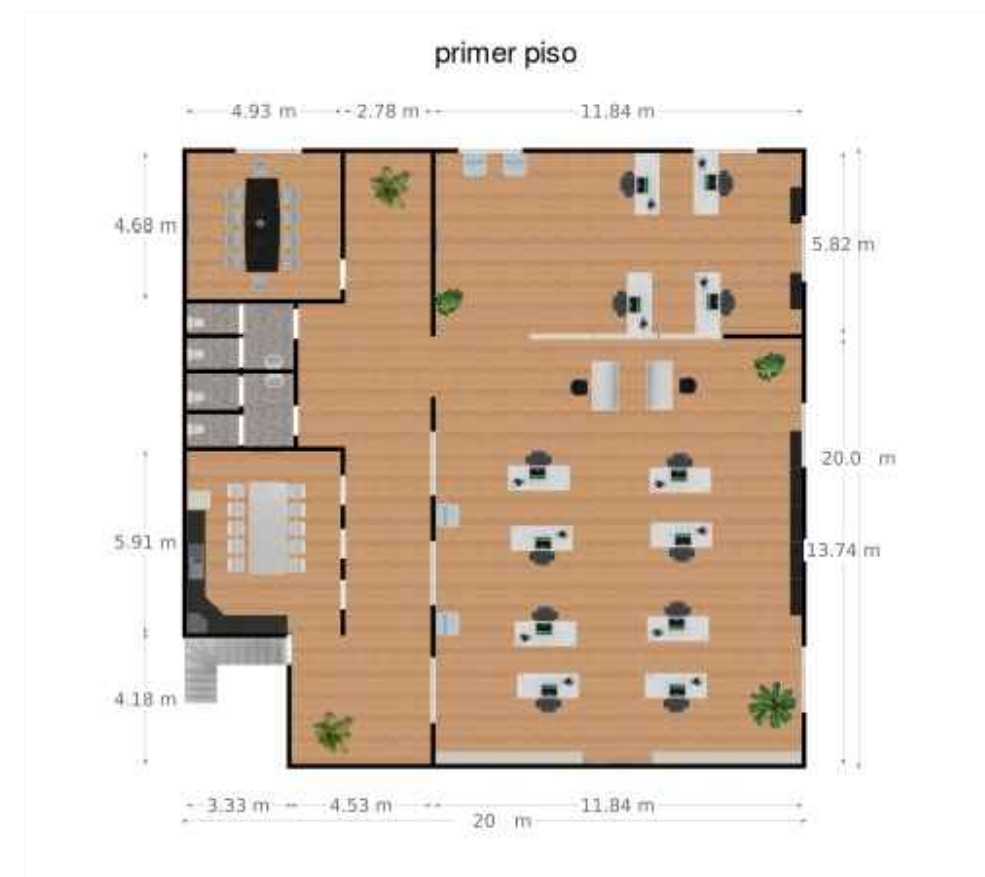
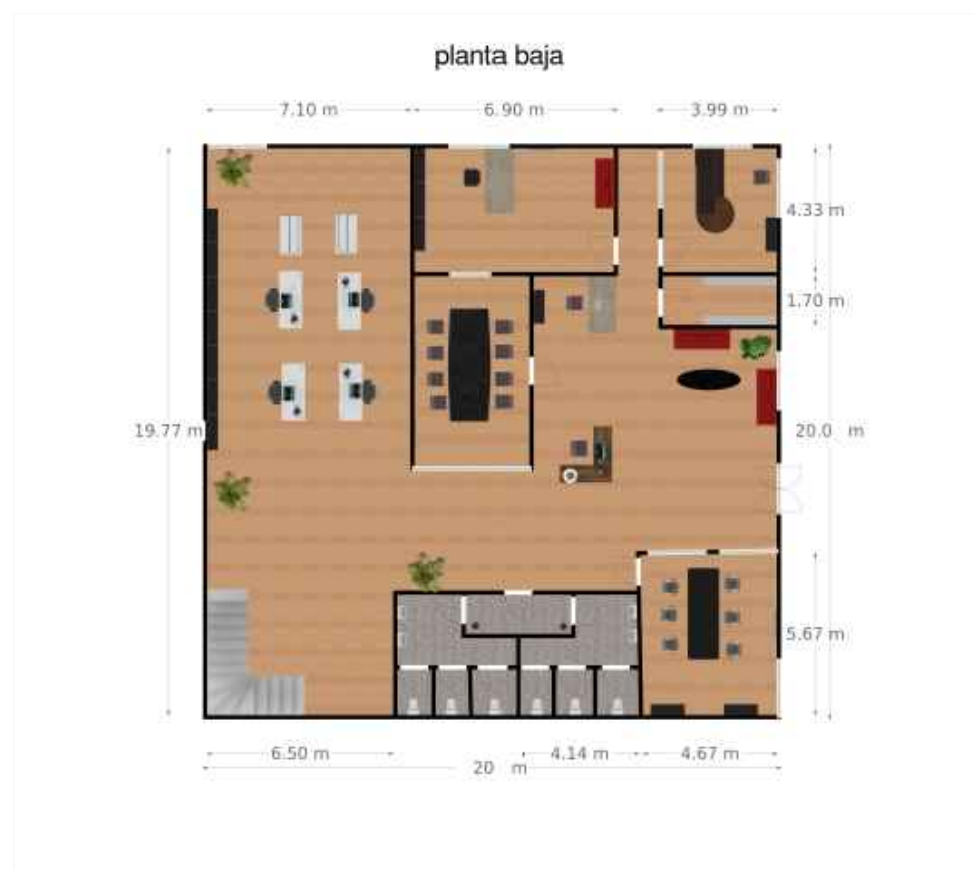
Autor: Isabel María Olcina Reig

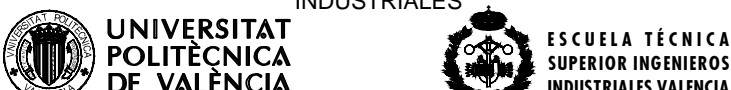
Fecha: Julio 2017

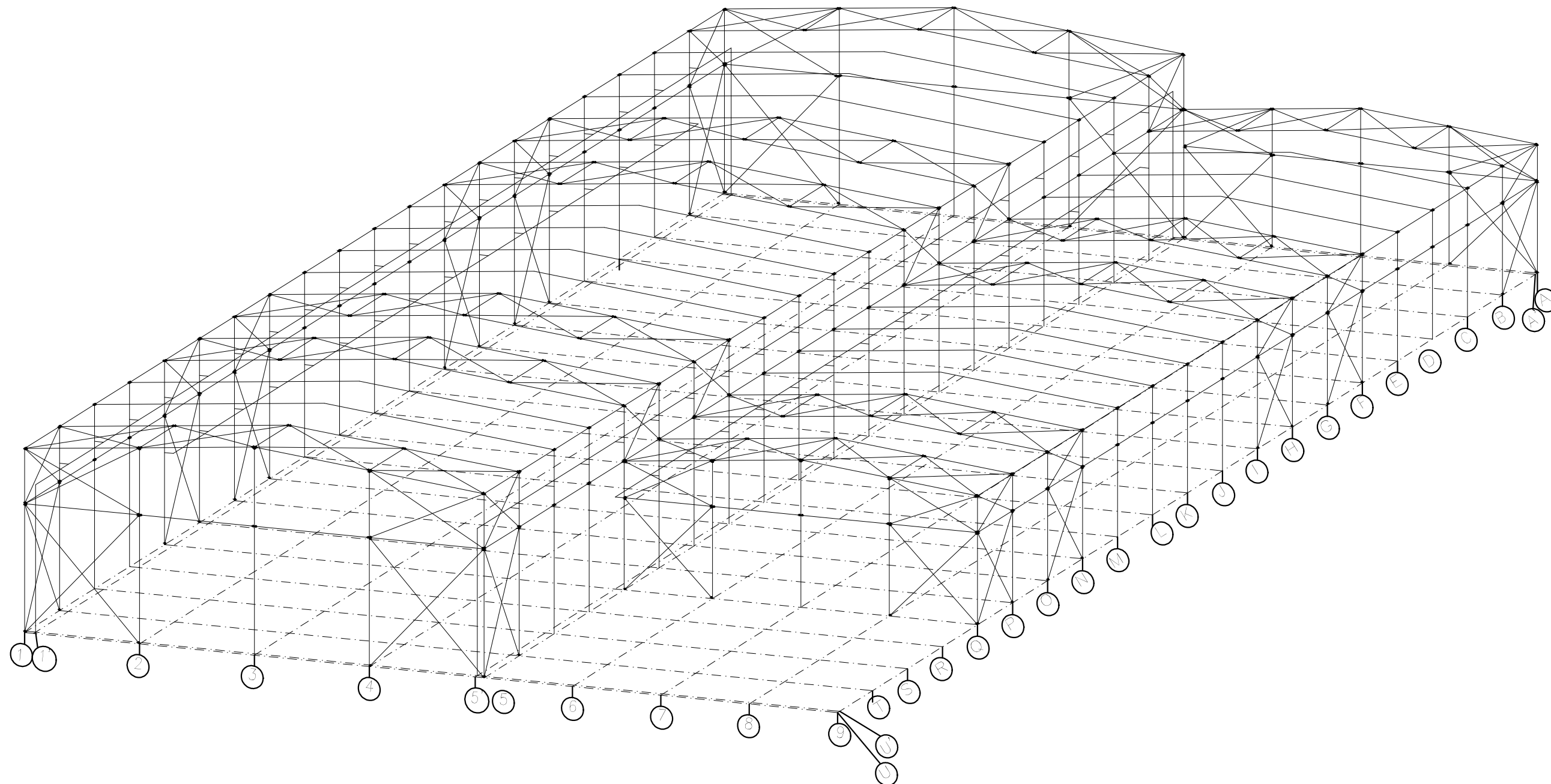
Escala: 1:500

Nº Plano:

3



	Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA	Plano: Distribución en planta oficinas	Fecha: Julio 2017	Nº Plano: 4
		Autor: Isabel María Olcina Reig	Escala: Sin escala	



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: 3 D

Autor:
Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017

Escala: 1:250

Nº Plano:

5

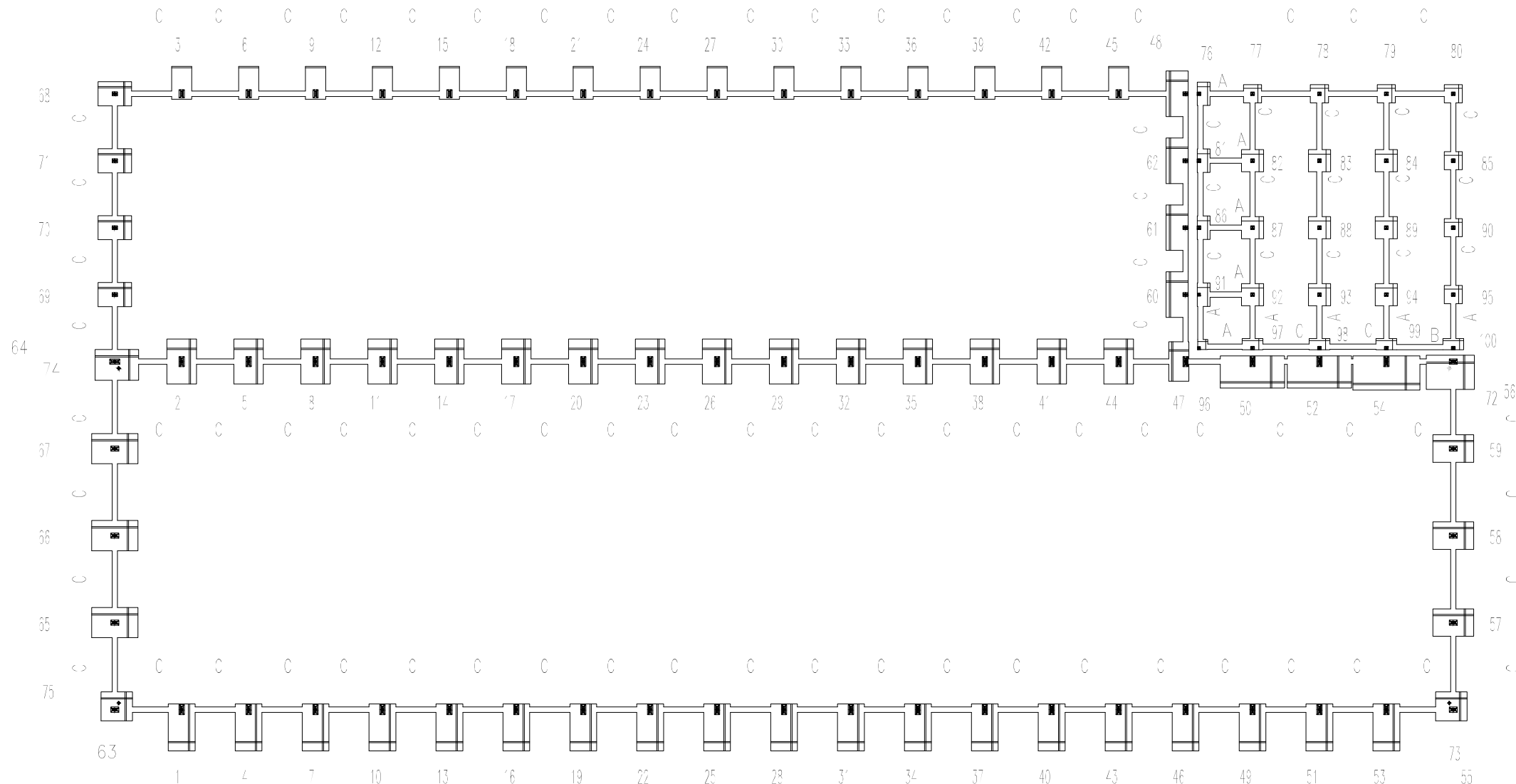


Tabla de vigas de atado

C.1(Tipo C)
Arm. sup.: 2Ø12
Arm. inf.: 2Ø12
Estribos: 1xØ8c/30

Tabla de vigas centradoras

VC.T-1(Tipo A)
Arm. sup.: 4Ø16
Arm. inf.: 3Ø12
Arm. piel: 1x2Ø12
Estribos: 1xØ8c/30

VC.T-1.3 (Tipo B)
Arm. sup.: 4Ø16
Arm. inf.: 3Ø16
Arm. piel: 1x2Ø12
Estribos: 1xØ8c/20

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 52 y 55	200x350	135	21Ø16c/16	12Ø16c/16	21Ø16c/16	12Ø16c/16
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41 y 44	220x335	80	12Ø16c/27	8Ø16c/27	12Ø16c/27	8Ø16c/27
3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42 y 45	150x305	110	15Ø16c/20	7Ø16c/20	15Ø16c/20	7Ø16c/20
47	150x295	80	11Ø16c/27	5Ø16c/27	11Ø16c/27	5Ø16c/27
48, 60, 61 y 62	165x340	80	12Ø16c/27	8Ø16c/27	12Ø16c/27	6Ø16c/27
50 y 52	480x240	110	11Ø16c/20	23Ø16c/20	11Ø16c/20	23Ø16c/20
54	500x255	115	8Ø20c/30	16Ø20c/30	8Ø20c/30	16Ø20c/30
57, 58 y 59	305x205	65	10Ø12c/19	16Ø12c/19	10Ø12c/19	16Ø12c/19
65, 66 y 67	345x225	75	8Ø16c/29	12Ø16c/29	8Ø16c/29	12Ø16c/29
68, 69, 70 y 71	250x180	55	8Ø12c/22	11Ø12c/22	8Ø12c/22	11Ø12c/22
(63-73) y (63-75)	235x215	70	12Ø12c/17	13Ø12c/17	12Ø12c/17	13Ø12c/17
(66-72)	360x255	75	9Ø16c/29	12Ø16c/29	9Ø16c/29	12Ø16c/29
(64-74)	325x230	80	8Ø16c/27	12Ø16c/27	8Ø16c/27	12Ø16c/27

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN OIGINAS

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y
76	95x175	50	7Ø12c/25	5Ø12c/18
77	135x135	45	5Ø12c/27	5Ø12c/27
78 y 79	135x135	45	5Ø12c/27	5Ø12c/27
80, 85 y 90	135x135	45	5Ø12c/27	5Ø12c/27
81 y 86	95x175	50	7Ø12c/25	5Ø12c/18
82 y 87	165x165	50	7Ø12c/22	7Ø12c/22
83, 84, 88 y 89	165x165	50	7Ø12c/22	7Ø12c/22
91	95x175	50	7Ø12c/25	5Ø12c/18
92	165x165	50	7Ø12c/22	7Ø12c/22
93 y 94	165x165	50	7Ø12c/22	7Ø12c/22
95	135x135	45	5Ø12c/27	5Ø12c/27
96	75x75	50	3Ø12c/25	3Ø12c/25
97 y 99	155x85	50	4Ø12c/21	6Ø12c/25
98	155x85	50	4Ø12c/21	6Ø12c/25
100	155x85	50	4Ø12c/21	6Ø12c/25

Características de los materiales - Zoccos de cimentación

Materiales	Hormigón				Acero		
	Nivel Control	Doc. Referencia	tipo	Características	Nivel Control	Doc. Referencia	tipo
Elementos zona planta							
Cimentación	Calculada	7º 1º 156	14-20/B 20/115	f _{td} = 20,0 N/mm ²	Normal	7º 1º 156	rodillos
Tracelería (Acierres)	Normal	7º 1º 156		Adaptado a la Instrucción TIE-05			

Notas

- Control este tipo de hormigón
- Solapo seg. E-E=08
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETED, CC-EHE, ...

Requisitos nominales

Datos geotécnicos

- Tensión admisible del terreno: $\sigma_{adm} = 0,20 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kg/cm}^2$

- 1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.
- 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno > 8 cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre 4-5 cm.

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

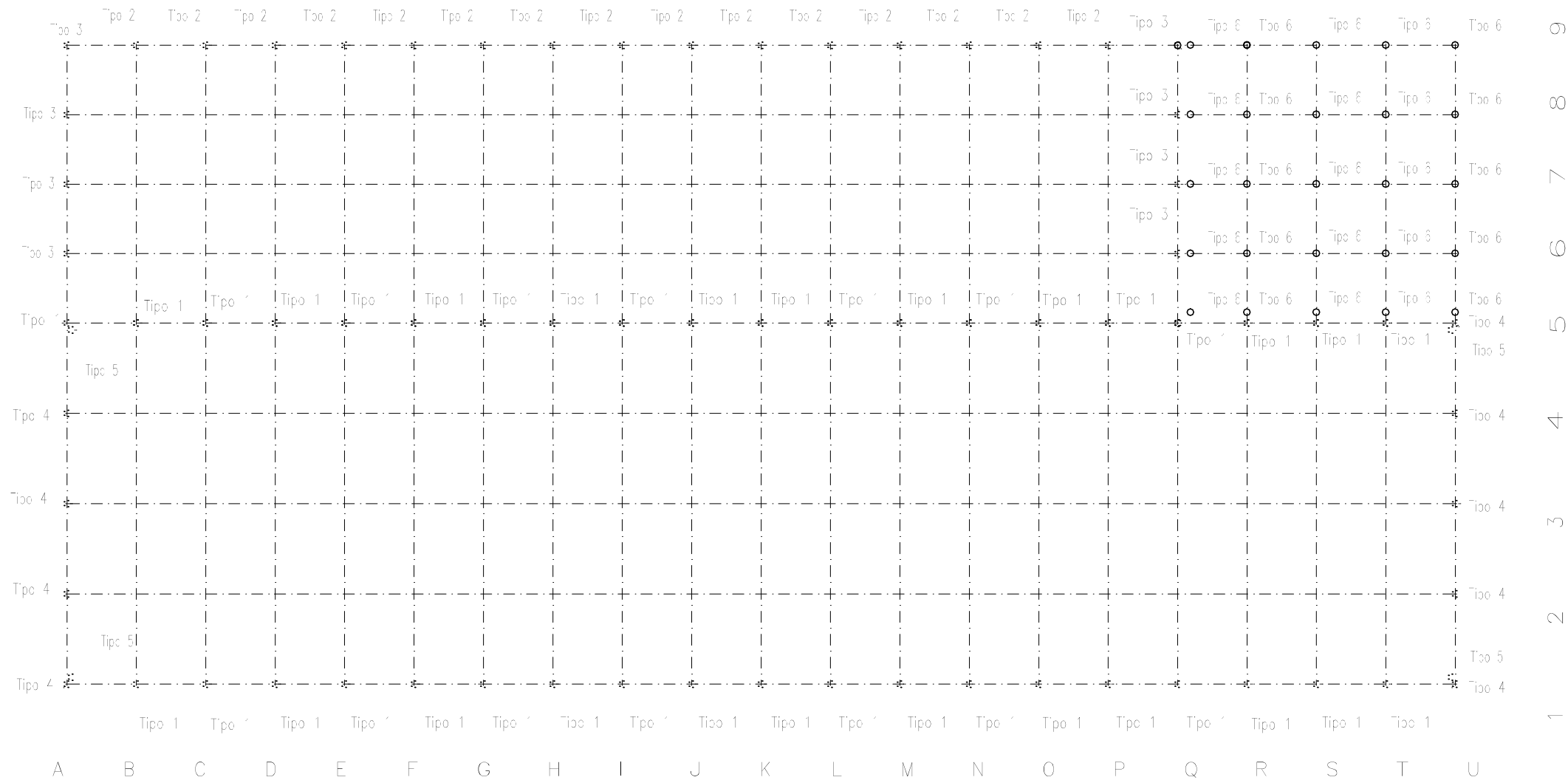
Plano: Cimentación

Autor: Isabel María Olcina Reig

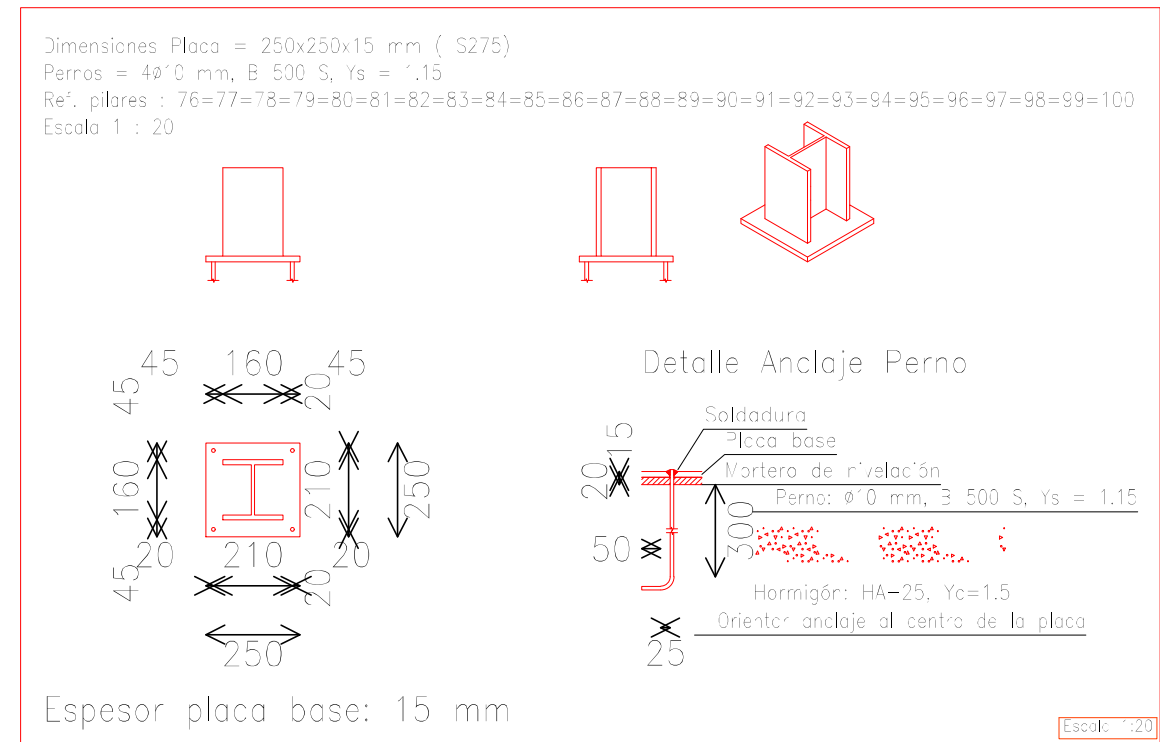
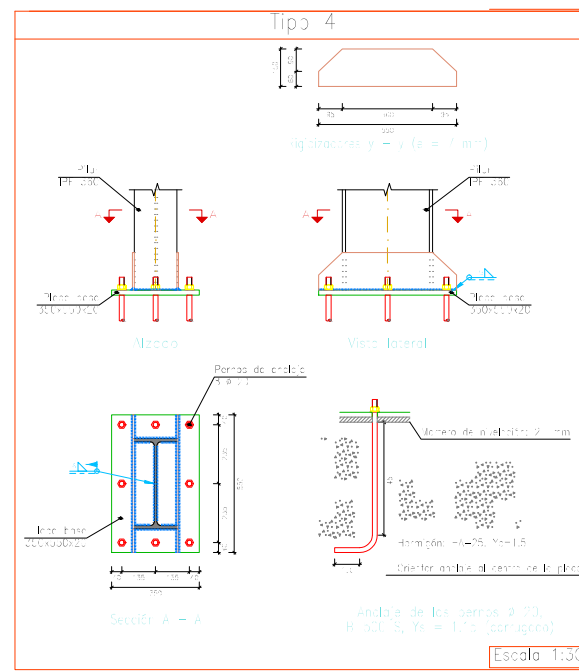
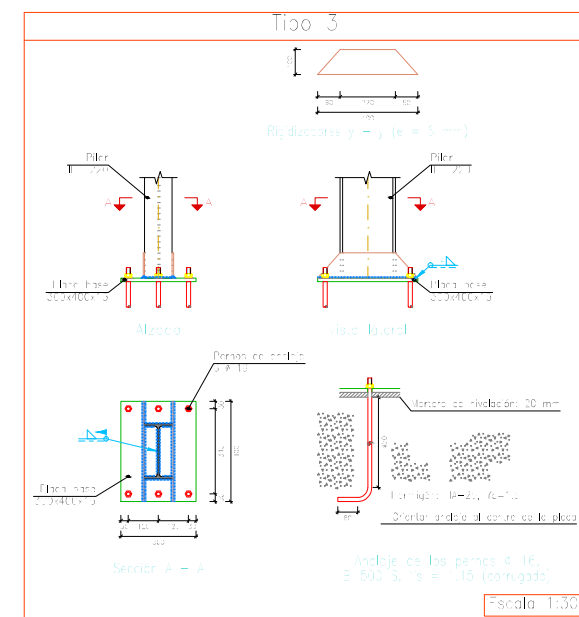
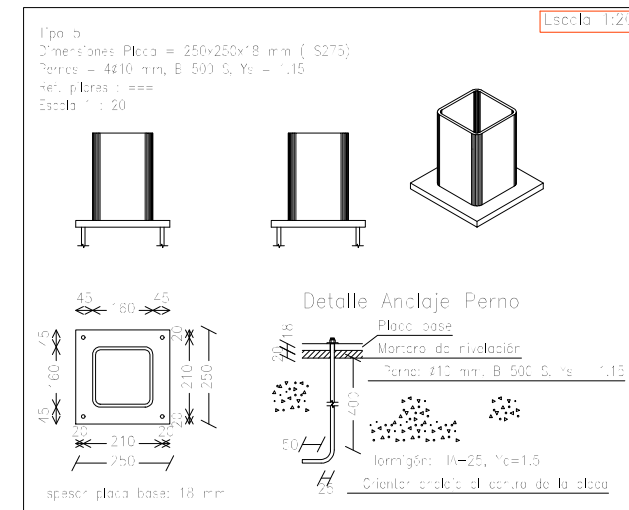
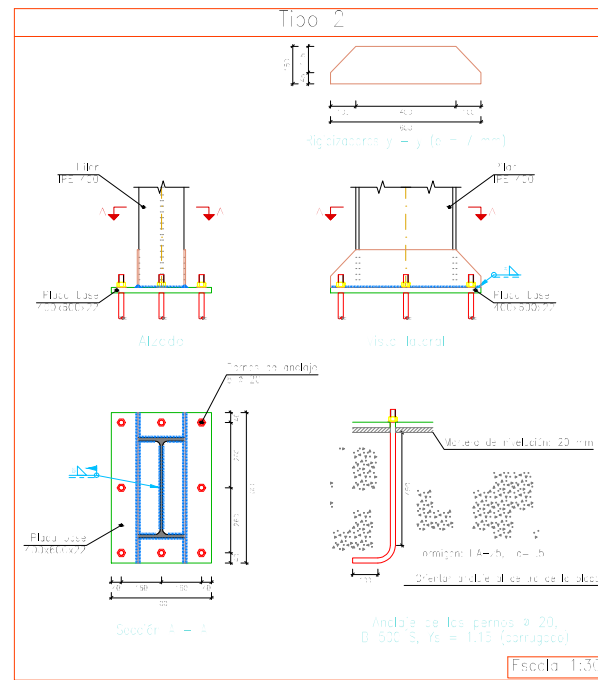
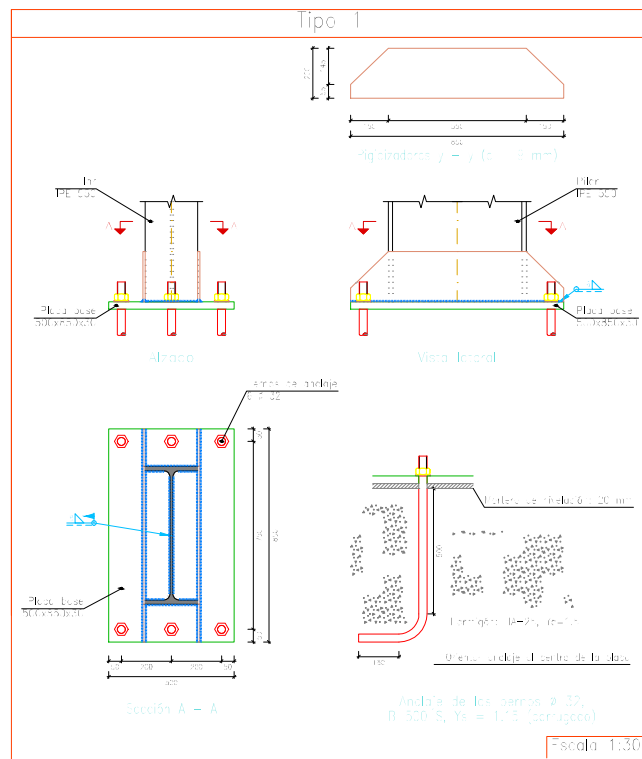
Fecha: Julio 2017

Escala: 1:400

Nº Plano: 6

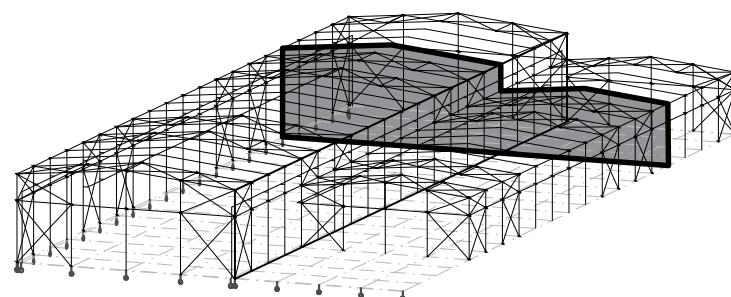
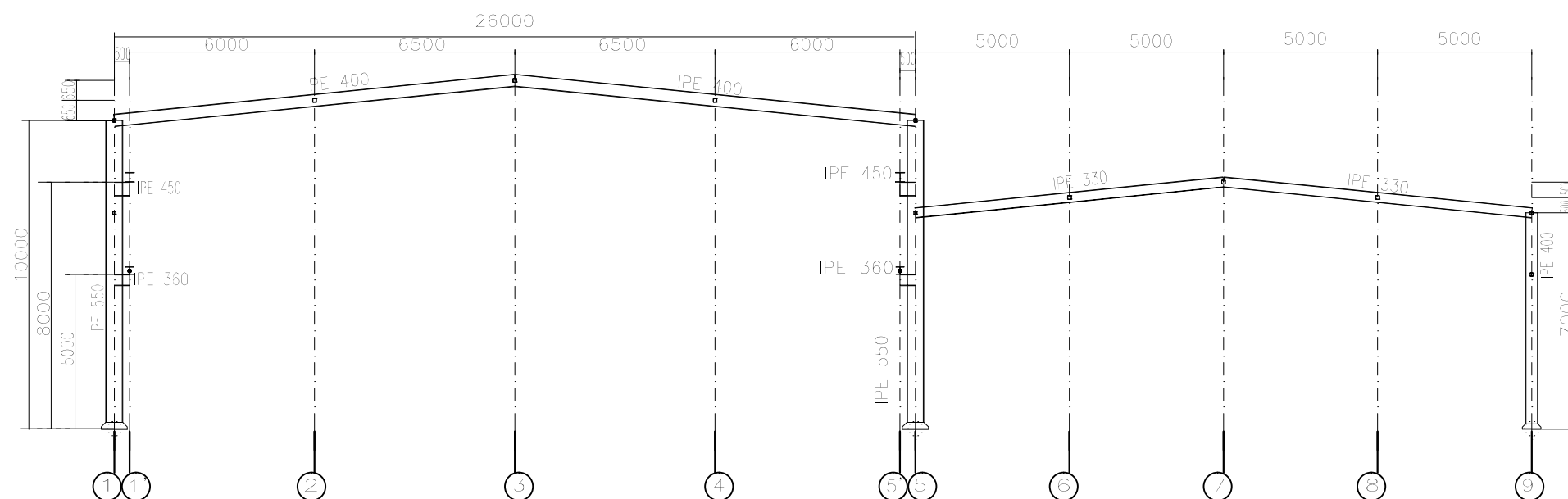


	Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA	Plano: Placas de anclaje	Fecha: Julio 2017	Nº Plano: 7
		Autor: Isabel María Olcina Reig	Escala: 1:400	



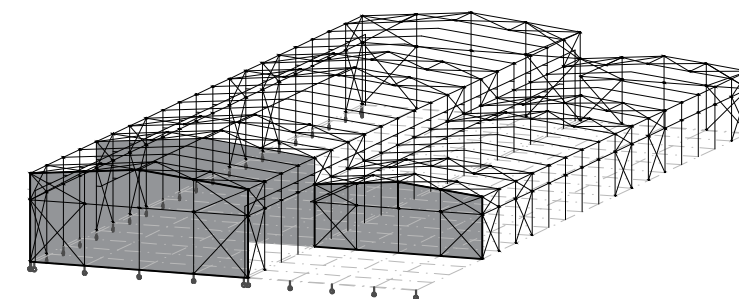
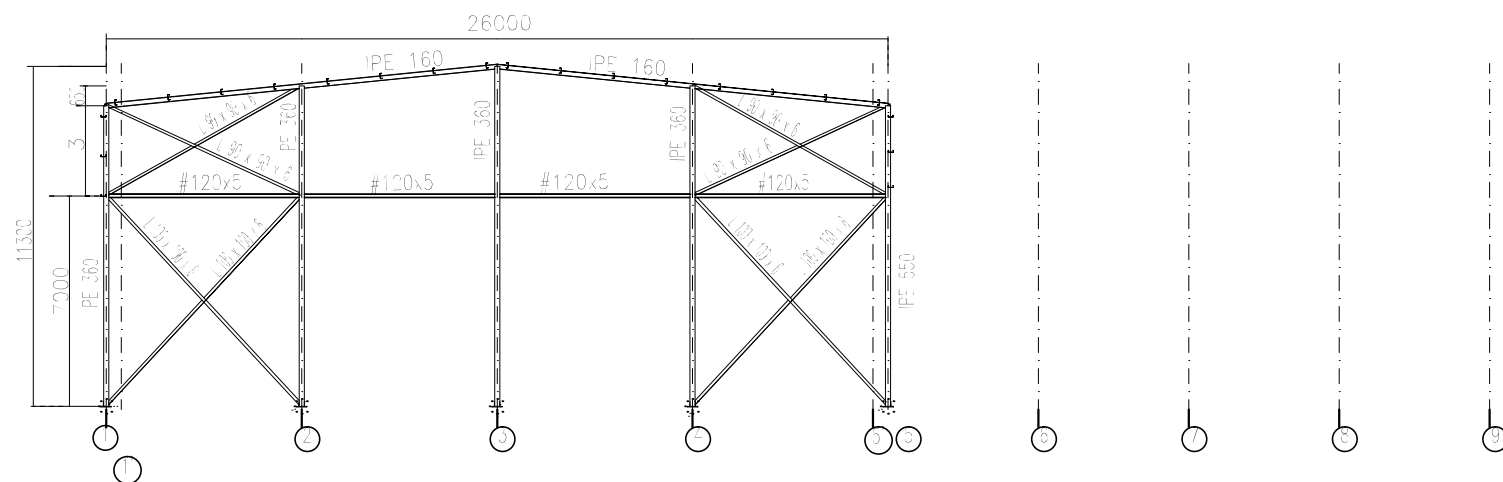
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

Alineación E

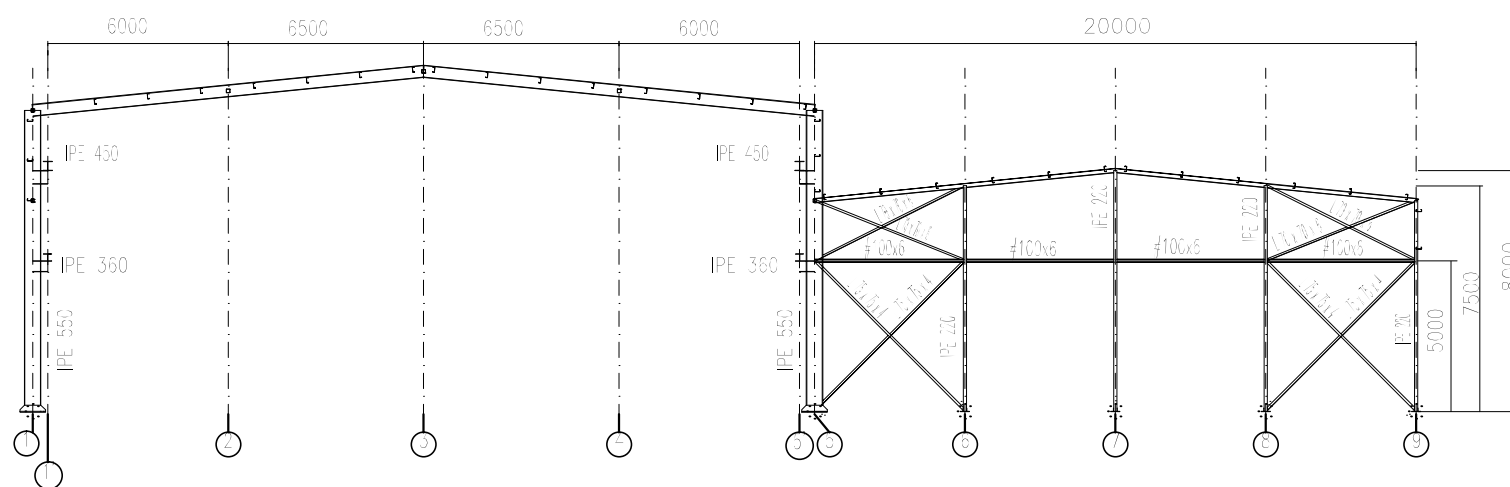


Detalle ejión anclaje correas en cubierta	
Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2,5
Número de correas 28	Número de correas 8

Alineacion U

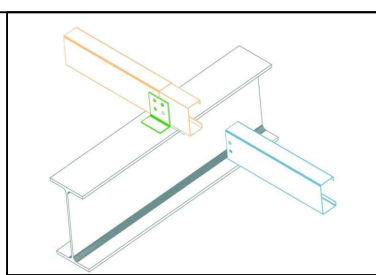


Alineacion Q



Correas en cubierta

Detalle ejón anclaje
correas en cubierta



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2.5
Número de correas: 28	Número de correas: 8

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Pórtico de fachada 1 alineaciones Q y U

Autor: Isabel María Olcina Reig

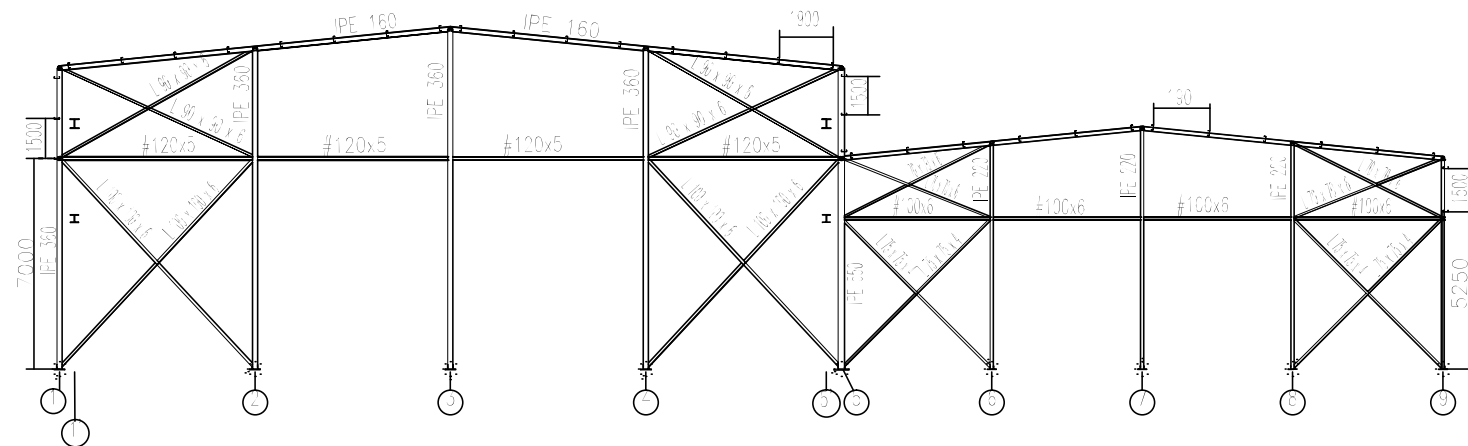
Fecha: Septiembre 2014

Escala: 1:250

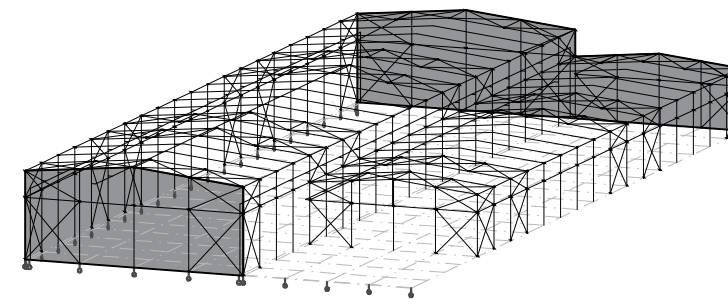
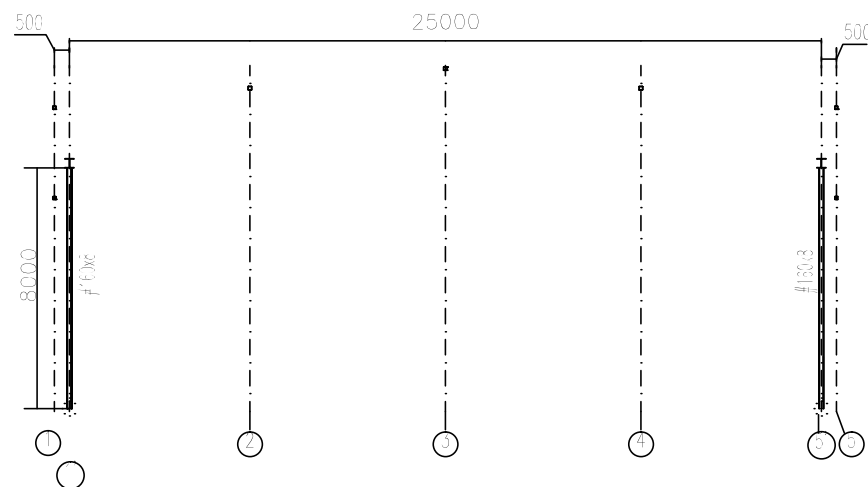
Nº Plano:

10

Alineación A



Portico PG



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2.5
Número de correas 28	Número de correas 8

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

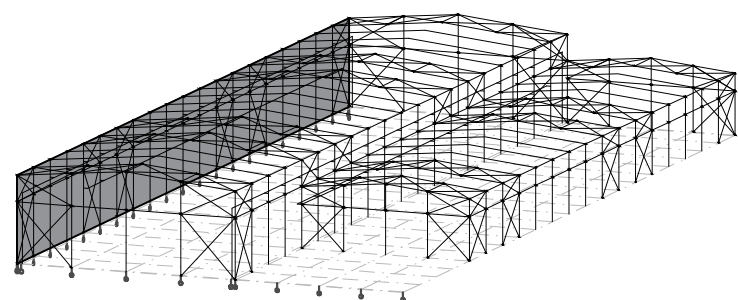
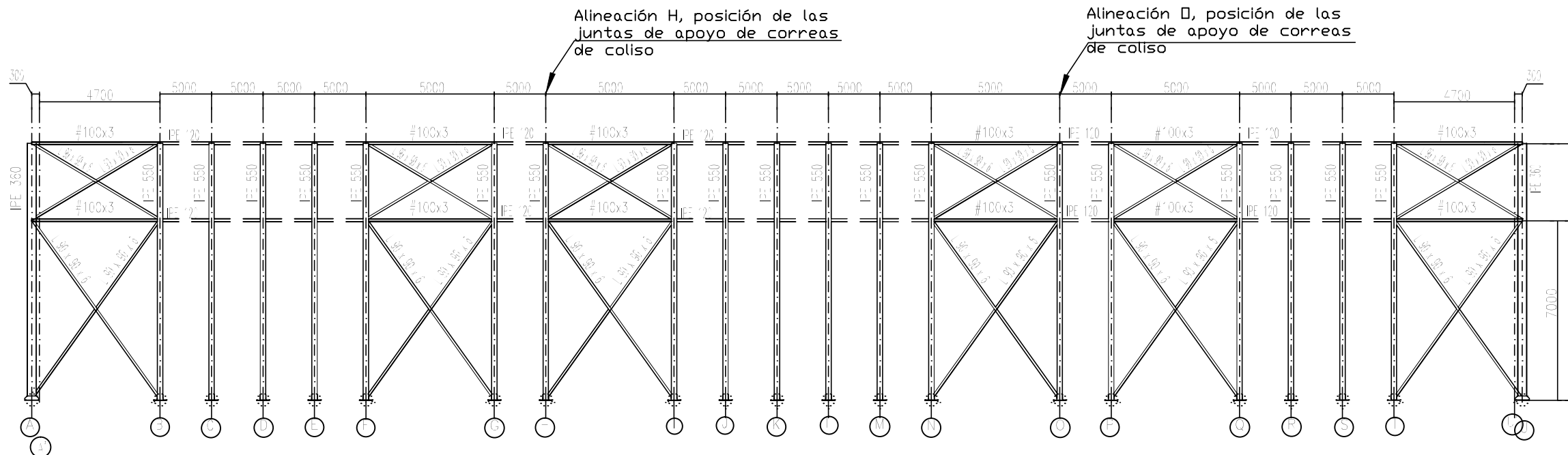
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Pórtico fachada 2 y plano pórtico apoyo viga carrilera +8m
 Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Septiembre 2014
 Escala: 1:250
 Nº Plano: 11

Alineacion 1



Correas en cubierta	
Detalle ejón anclaje correas en cubierta. Zona de junta de dilatación, anclaje con coliso	
Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2.5
Número de correas 28	Número de correas 8

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

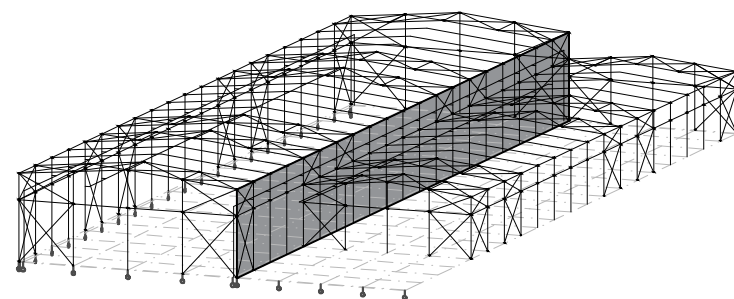
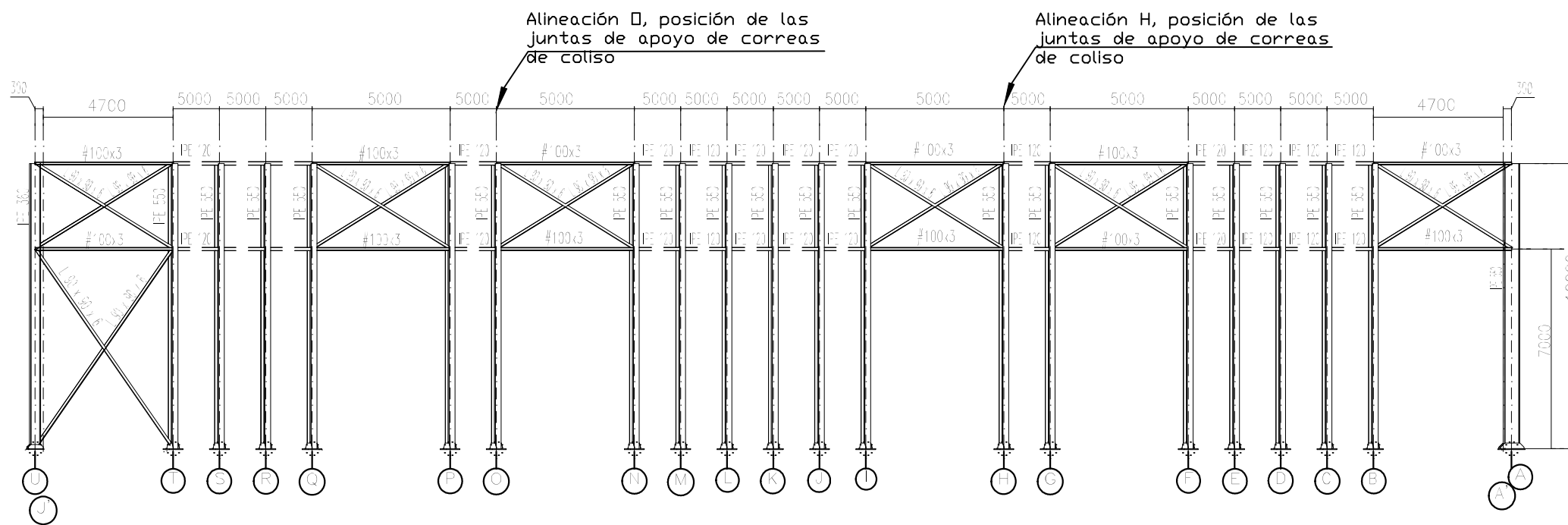
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUESTOS GRÚA

Plano: Fachada lateral 1
 Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017
 Escala: 1:200
 Nº Plano: 12

Alineacion 5



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2.5
Número de correas 28	Número de correas 8

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Fachada lateral 2

Autor: Isabel María Olcina Reig

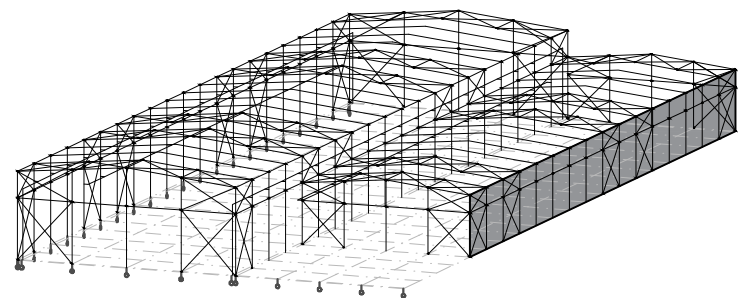
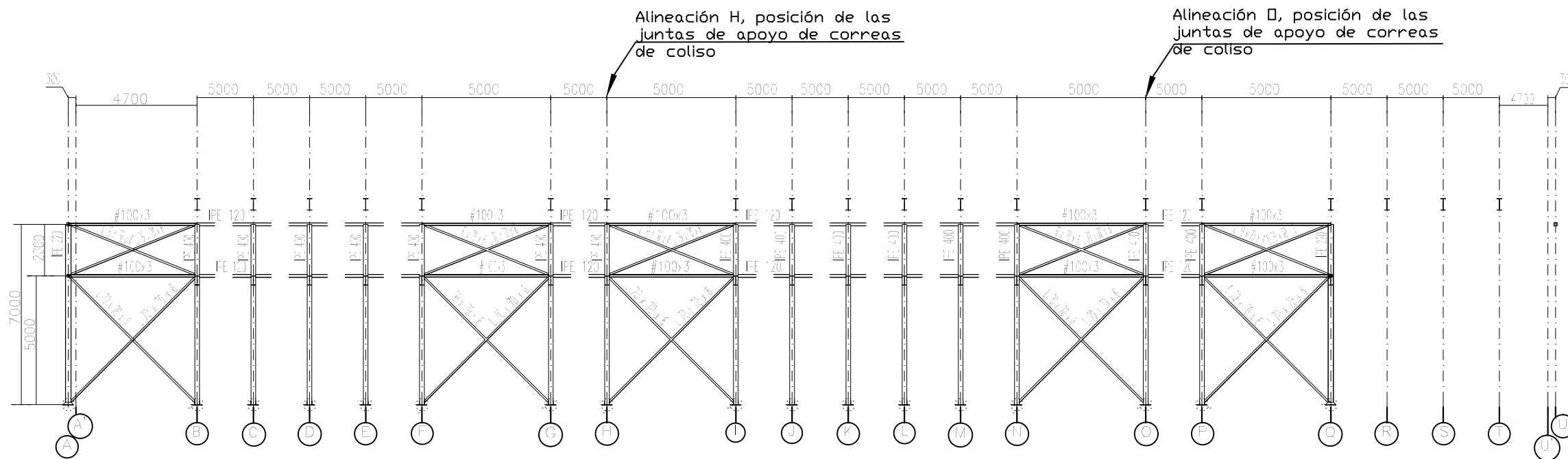
Fecha: Julio 2017

Escala: 1:200

Nº Plano:

13

Alineación 9



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-180x3	Tipo de perfil: CF-180x2.5
Número de correas 28	Número de correas 8

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

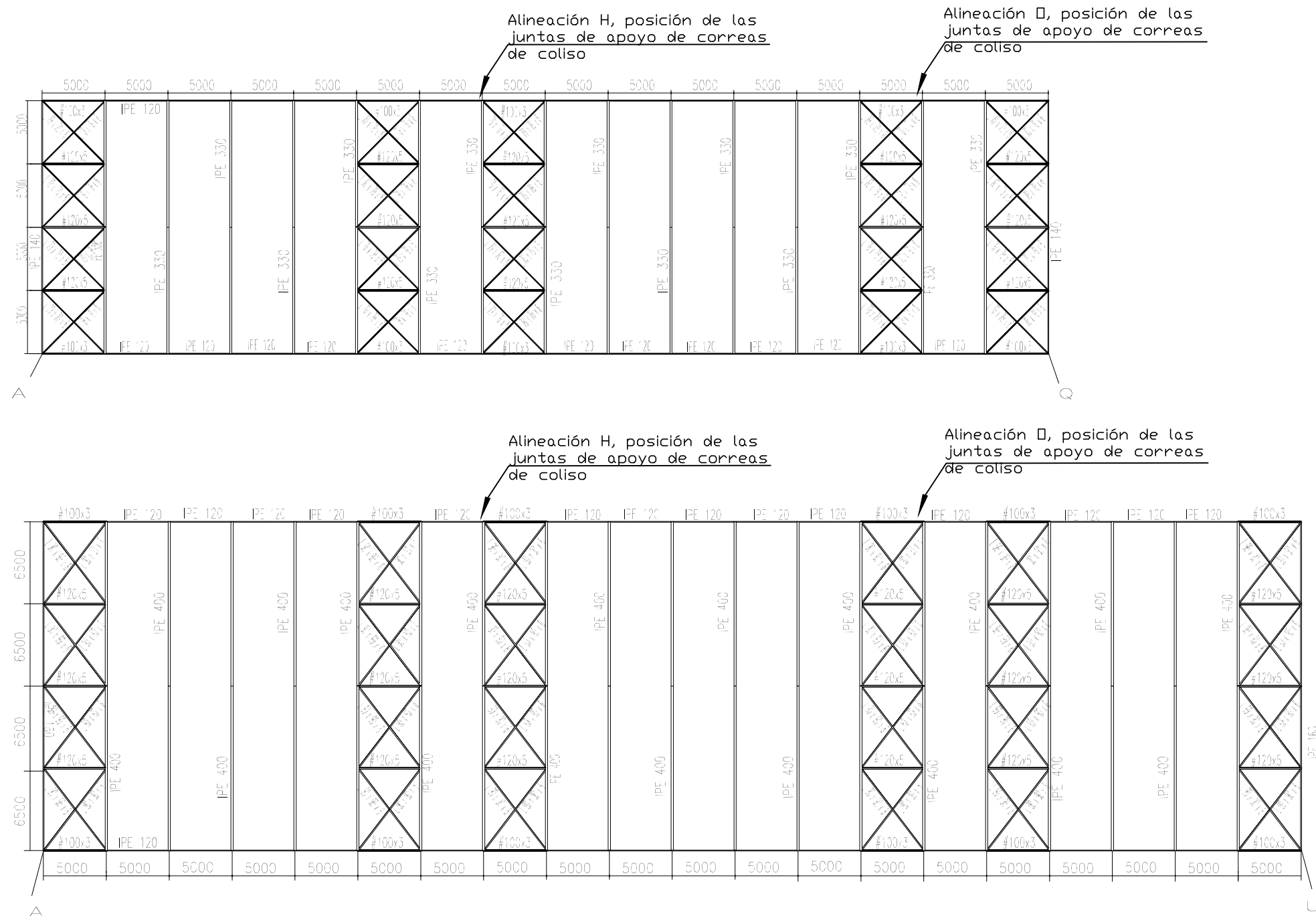
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Fachada lateral 3
 Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017
 Escala: 1:200

Nº Plano: 14



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

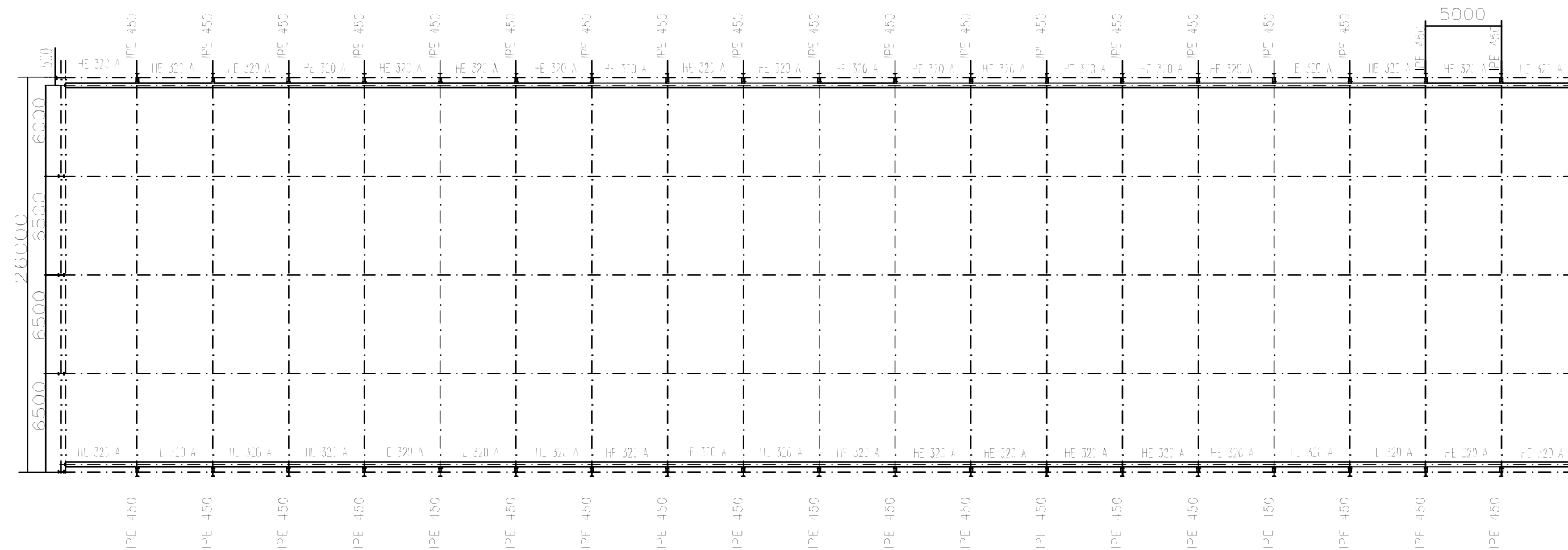
Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Cubierta
 Autor: Isabel María Olcina Reig

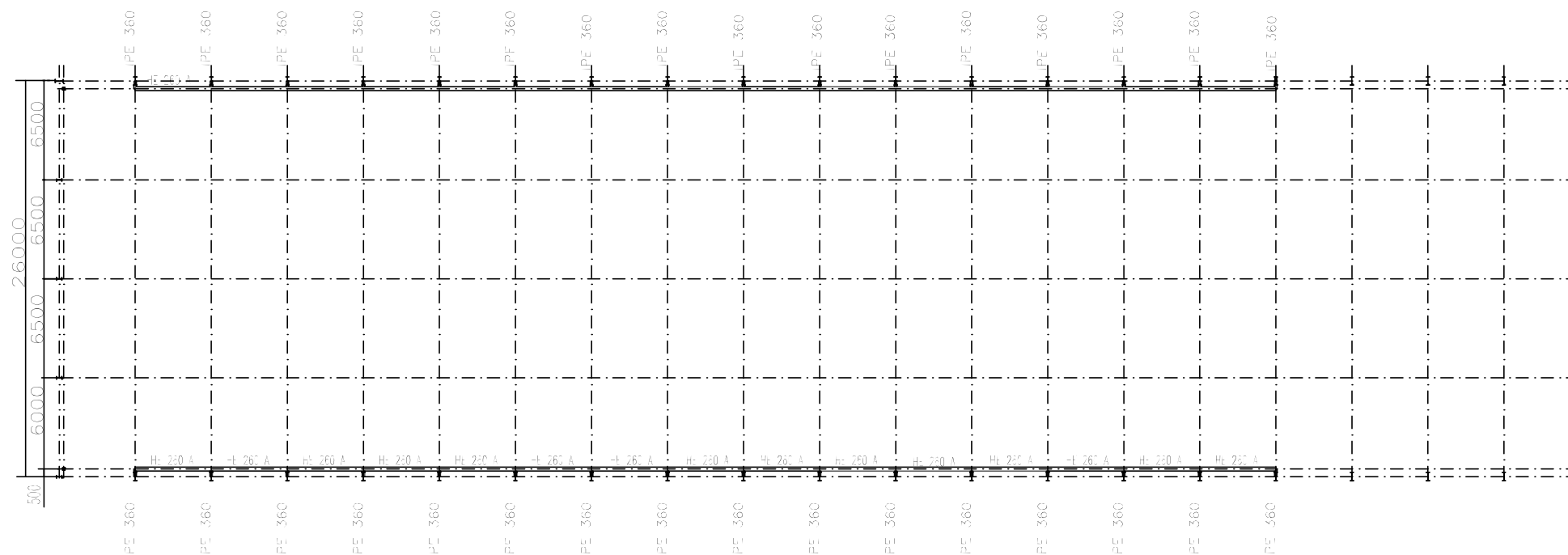
Fecha: Julio 2017
 Escala: 1:400

Nº Plano: 15

PG 15 T



PG 5 T



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Viga carrilera nivel +8 m y viga carrilera nivel +5 m

Autor: Isabel María Olcina Reig

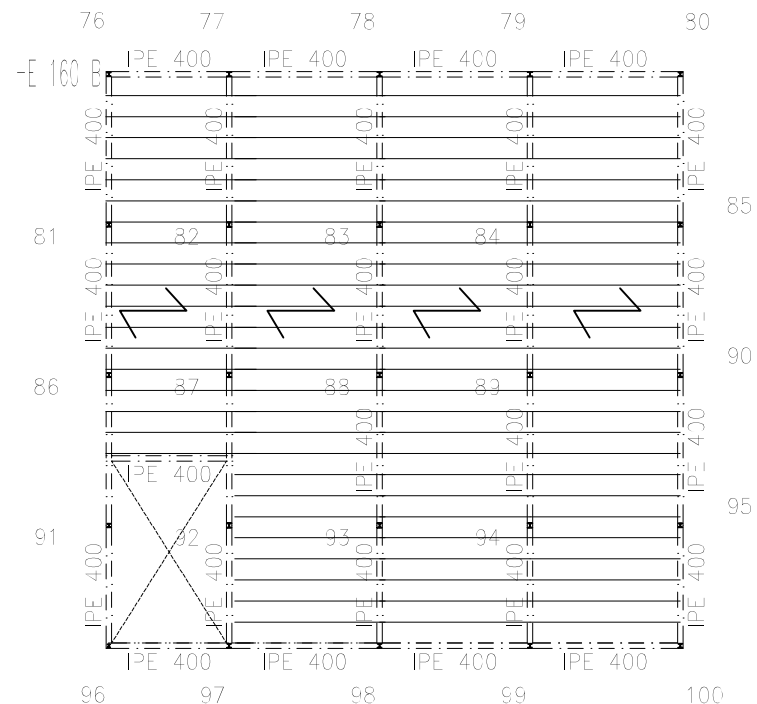
Fecha: Julio 2017

Escala: 1:400

Nº Plano:

16

Primer forjado



Segundo forjado

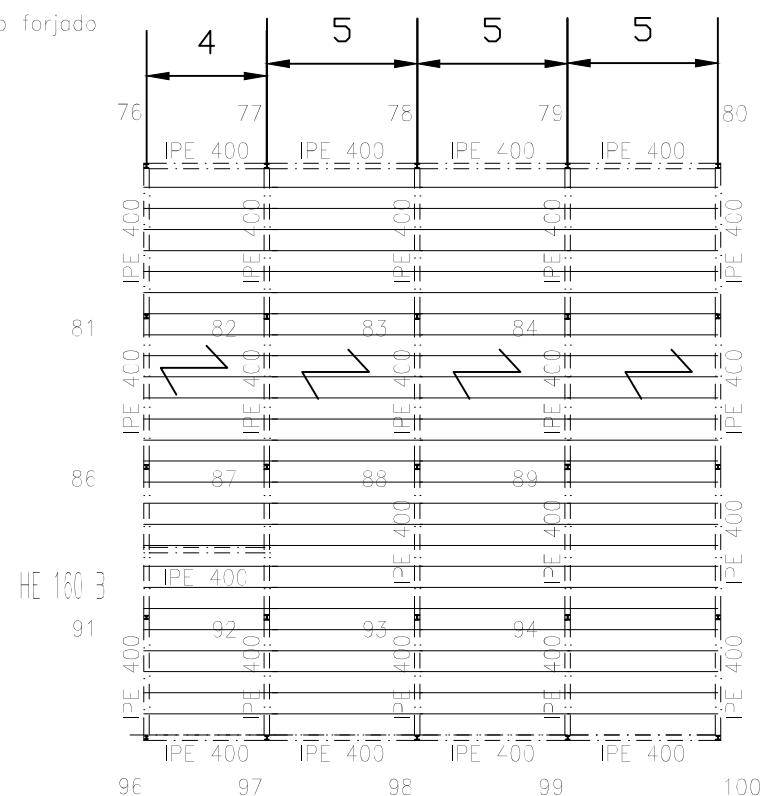


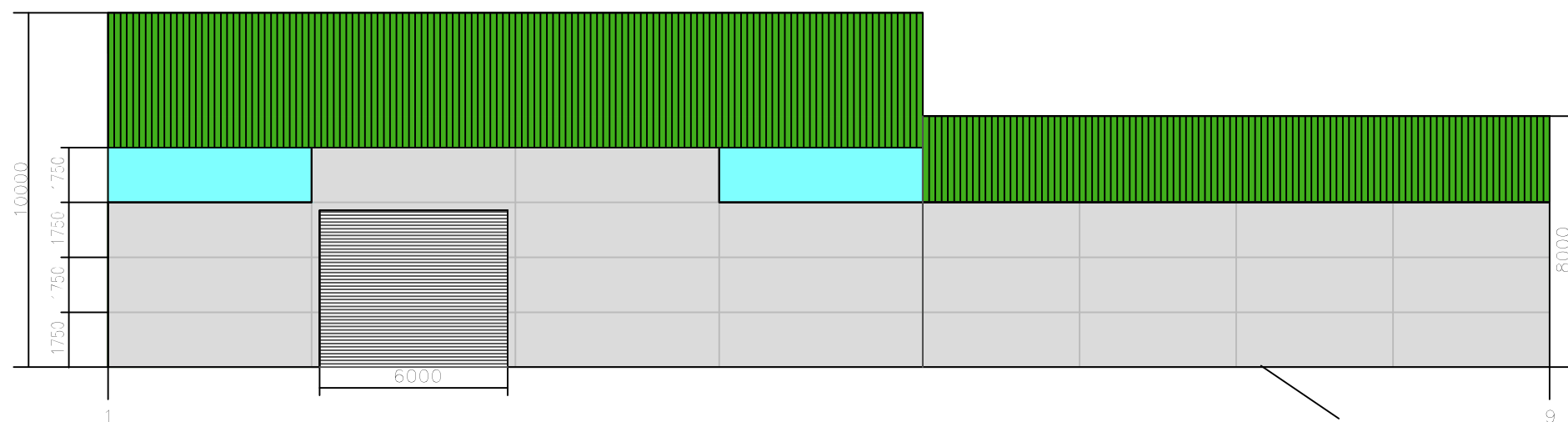
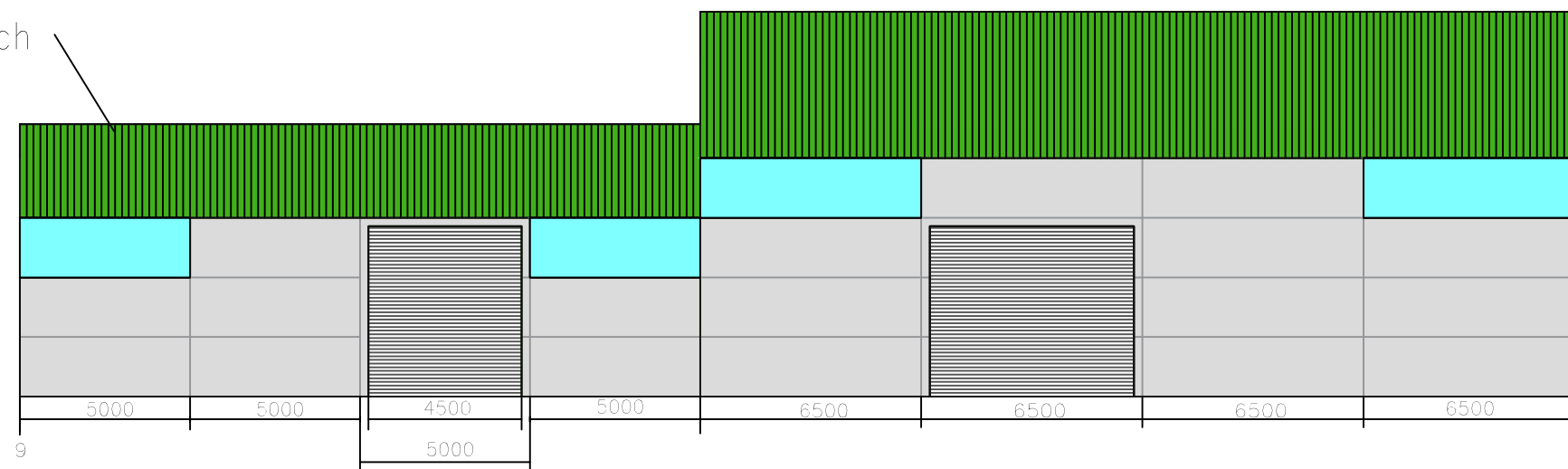
Tabla de características de forjados de viguetas	
FORJADO DE VIGUETAS METÁLICAS	
Serie de perfiles: IPF	
Canto de bovedilla: 30 cm	
Espesor capa compresión: 5 cm	
Intereje: 70 cm	
Bovedilla: forjado vigueta metálica	
Peso propio: 4,099 kN/m ² + viguetas	

Características de los materiales – Forjados Unidireccionales								
Materiales	Hormigón					Acero		
	Control		Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Porde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árico	Nivel Control	Coef. Porde.	Tipo
Forjado	Estadístico	$\gamma = 1,50$	III-VE 17/0,II	Elar da (± 5 mm)	20 mm	Normal	$\gamma = 1,15$	B 500 S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma = 1,50$ $\gamma = 1,60$	Adaptado a la Instrucción EHE					
Notas								
- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal - Solcos según EHE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...								

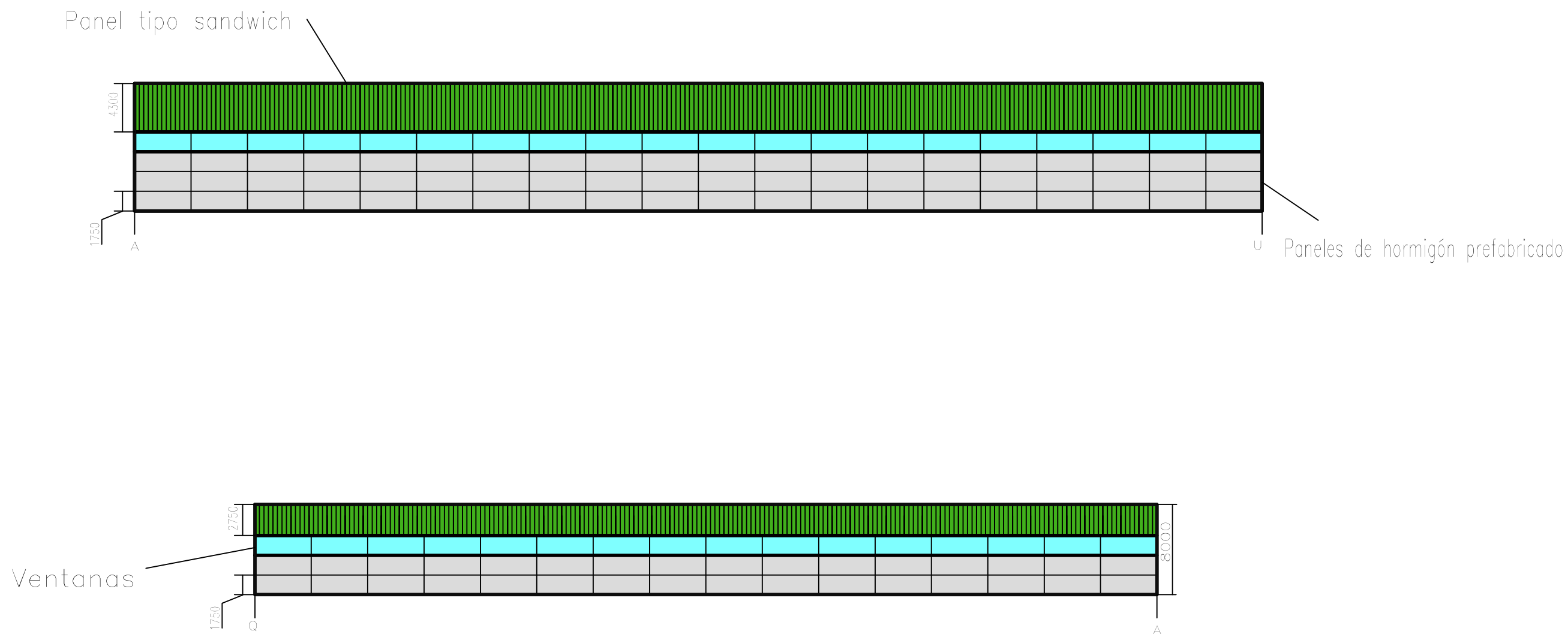
Datos del Forjado – Planta baja y primera planta		
Cargas	Sección tipo del forjado	
Peso propio		
Zona aligerada:		4 kg/m ²
Sobrecarga de uso:		2 kg/m ²
Cargas muertas:	2 kg/m ²	

	Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUESTES GRÚA	Plano: Oficinas Autor: Isabel María Olcina Reig	Fecha: Julio 2017 Escala: 1:250	17
--	---	--	--	-----------

Panel tipo sandwich



Paneles de hormigón prefabricado



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE EDIFICIO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON OFICINAS Y DOS PUENTES GRÚA

Plano: Carramiento lateral

Autor: Isabel María Olcina Reig

Fecha: Julio 2017

Escala: 1:400

Nº Plano:

19

