



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO
INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA
FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN,
SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
DOLORES (ALICANTE)**

AUTOR: JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAEN GOMEZ

Curso Académico: 2018-19

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) consiste en el diseño de un establecimiento industrial dedicado a la fabricación de cajas de cartón. Dicho establecimiento está formado por dos naves; una principal, compuesta por pórticos de nudos rígidos a dos aguas, y una adosada, compuesta por pórticos de nudos rígidos a un agua. En total, el establecimiento industrial ocupa una superficie de 1950 m².

Para el diseño del citado establecimiento, se ha hecho uso del software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción CYPE Ingenieros. En concreto, se han utilizado los programas de Generador de pórticos, CYPE 3D, CYPECAD y Arquímedes de la versión 2019 de CYPE Ingenieros. Además, mediante su uso se ha tenido en cuenta la normativa recogida en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El presente proyecto está compuesto por cuatro documentos: Una memoria descriptiva, en la que se identifican y explican los diferentes elementos que forman el establecimiento industrial; un anexo de cálculo, en el que se recogen los cálculos y comprobaciones realizadas en el diseño del establecimiento; un presupuesto, donde se recoge el presupuesto estimado del coste del establecimiento y los planos, donde se detallan los diferentes elementos del edificio.

Palabras clave: Establecimiento industrial, Dolores, fabricación de cartón, pórticos rígidos a dos aguas, CYPE.

RESUM

El present Treball de Fi de Grau (TFG) consisteix en el disseny d'un establiment industrial dedicat a la fabricació de caixes de cartó. Aquest establiment està format per dues naus; una principal, composta per pòrtics de nusos rígids a dues aigües, i una adossada, composta per pòrtics de nusos rígids a una aigua. En total, l'establiment industrial ocupa una superfície de 1950 m².

Per al disseny del citat establiment, s'ha fet ús del software per a Arquitectura, Enginyeria i Construcció CYPE Enginyers. En concret, s'han utilitzat els programes de Generador de pòrtics, CYPE 3D, CYPECAD i Arquimedes de la versió 2019 de CYPE Enginyers. A més, mitjançant el seu ús s'ha tingut en compte la normativa recollida en el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

El present projecte està compost per quatre documents: Una memòria descriptiva, en la qual s'identifiquen i expliquen els diferents elements que formen l'establiment industrial; un annex de càlcul, en el qual es recullen els càlculs i comprovacions realitzades en el disseny de l'establiment; un pressupost, on es recull el pressupost estimat del cost de l'establiment i els plans, on es detallen els diferents elements de l'edifici.

Paraules clau: Establiment industrial, Dolores, fabricació de cartó, pòrtics rígids a dues aigües, CYPE.

ABSTRACT

This Final Degree Project (TFG) consists of the design of an industrial plant dedicated to the manufacture of cardboard boxes. This establishment is made up of two warehouses; a main one, made up of porticoes with rigid knots to two waters, and an adjoining one, made up of porticoes with rigid knots to one water. In total, the industrial establishment occupies an area of 1950 m2.

For the design of this establishment, use has been made of the software for Architecture, Engineering and Construction CYPE Ingenieros. Specifically, the Gantry Generator, CYPE 3D, CYPECAD and Archimedes programs of the 2019 version of CYPE Ingenieros have been used. In addition, its use has taken into account the regulations contained in the Technical Building Code (CTE).

This project consists of four documents: A descriptive report, which identifies and explains the different elements that make up the industrial establishment; a calculation annex, which includes the calculations and checks carried out in the design of the establishment; a budget, which includes the estimated budget of the cost of the establishment and the plans, detailing the different elements of the building.

Keywords: Industrial establishment, Dolores, cardboard manufacture, rigid gabled frames, CYPE.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)



DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO II: ANEXO DE CÁLCULO

DOCUMENTO III: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV: PLANOS

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

DOCUMENTO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL TRABAJO	1
2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	1
2.1. Antecedentes.....	1
2.2. Motivación	1
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	2
3.1. Elección del polígono.....	2
3.2. Identificación de la parcela.	3
4. NORMATIVA APLICADA.....	3
5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS	4
5.1. Distribución en planta	5
6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6
6.1. Actuaciones previas.....	8
6.2. Cimentación	8
6.3. Solera.....	10
6.4. Cerramientos y correas	10
6.4.1. Cerramiento de cubierta	10
6.4.2. Cerramiento de fachada lateral.....	11
6.4.3. Correas.....	12
6.5. Materiales	12
6.6. Estructura.....	13
6.6.1. Pórtico interior.....	13
6.6.2 Sistema contraviento.....	14
6.6.3 Placas de anclaje	18
6.7. Instalación de recogida de aguas pluviales	19
7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	20
8. BIBLIOGRAFÍA	22

1. OBJETO DEL TRABAJO

El documento corresponde al Trabajo de Final de Grado (TFG) del autor, matriculado en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) en la Escuela Técnica Superior de Ingeniero Industriales (ETSII), perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

La finalidad principal del presente trabajo es el diseño y cálculo de la estructura metálica de un establecimiento industrial a base de pórticos rígidos a dos aguas, dedicado a la fabricación de cajas cartón. Además, como consecuencia, se persigue el ampliar el conocimiento adquirido sobre el Código Técnico de la Edificación (CTE) durante el grado, así como del software tan utilizado en el mundo laboral como es CYPE Ingenieros y AutoCAD.

2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1. Antecedentes

La idea del proyecto viene dada por una empresa ya existente en el municipio de Dolores dedicada a la producción de cartón, así como de cajas del mismo material. Dicha empresa fue fundada en 1976 como una pequeña empresa de fabricación cajas, fue creciendo hasta el punto en que, en 2011, construyó una nave de 50.000 m², convirtiéndose en el motor industrial del municipio, y uno de los mayores de la zona de la Vega Baja del Segura.

Por lo tanto, con el objeto explicado anteriormente, nos encontramos con un cliente ficticio que quiere fundar una empresa en un emplazamiento próximo a la empresa citada anteriormente.

2.2. Motivación

La principal motivación para la realización del presente Trabajo Final de Grado (TFG) es la consecución del graduado en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI), además de que es requisito indispensable para el acceso al Máster Universitario en Ingeniería Industrial. El citado Máster habilita la firma de ciertos proyectos por parte del ingeniero, como podría ser un desarrollo del presente, por lo que es muy importante de cara al mundo laboral.

Por otra parte, asignaturas como Tecnología de la Construcción, Proyectos y Estructuras, entre otras, forman una base fundamental para un proyecto de este tipo, por lo que un especial interés en las citadas asignaturas desemboca irremediabilmente en un trabajo de estas características. Además, destacar el especial interés por las estructuras de las naves que contienen tantas de las empresas y servicios que nos rodean.

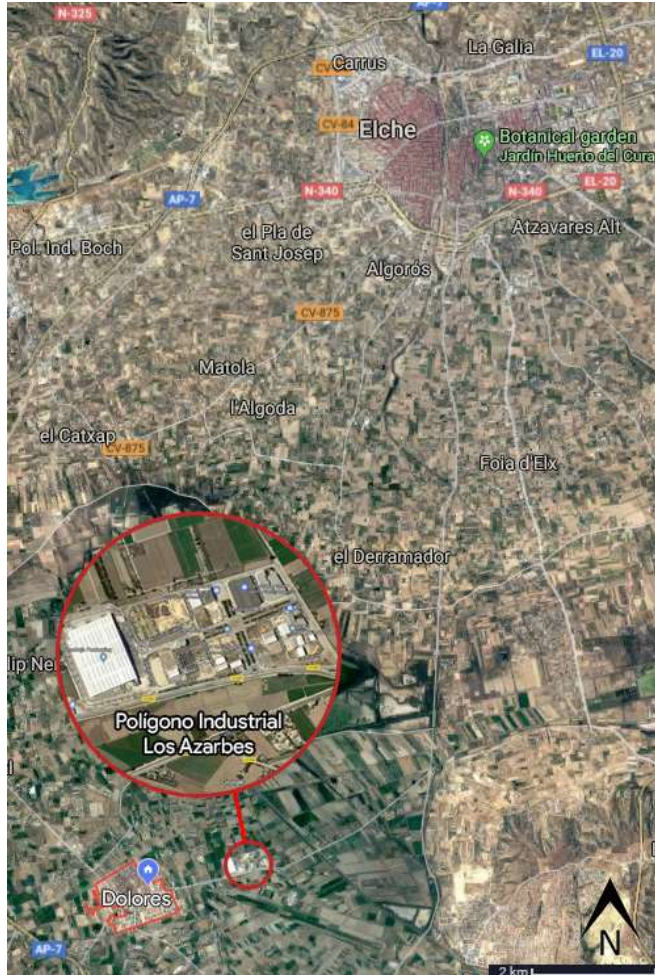
Por último, mencionar el interés por el cálculo de estructuras asistido por ordenador, como por ejemplo el software CYPE Ingenieros, así como el diseño con herramientas CAD, como por ejemplo el software AutoCAD, de Autodesk. Aunque no se ha hecho uso de ellas en el presente proyecto, destacar el interés por el uso de técnicas BIM para el diseño y cálculo de estructuras, técnicas cada vez más utilizadas en el mundo laboral.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

3.1. Elección del polígono.

Imagen 1. Situación del P.I. Los Azarbes.



Fuente: Google Maps. Edición propia.

La selección del polígono donde se llevará a cabo la construcción de la nave es fruto del conocimiento de la zona, así como de las múltiples ventajas que ofrece este emplazamiento.

El polígono de Los Azarbes se encuentra a las afueras del término municipal de Dolores, en la carretera que lleva a Elche, a tan sólo 15km. Esto hace el emplazamiento especialmente atractivo, al ser Elche la ciudad de la provincia de Alicante con más ocupación industrial, y la segunda de la Comunidad Valenciana, por detrás de Almusafes, como se muestra en la Tabla 1.

Además de esto, el citado polígono se encuentra a tan sólo 5km de la AP-7, ofreciendo así una buena comunicación por carretera. Por último, cabe mencionar la ventaja que supone la cercanía al municipio de Dolores y a la antes mencionada ciudad de Elche, con respecto a las facilidades de transporte de los trabajadores para acceder a la nave.

Tabla 1. Ocupación industrial más importante en la C.V.

Municipio	Ocupación total en la industria
ALMUSSAFES	15294
ELCHE	13213
PATERNA	6243
VALENCIA	5607

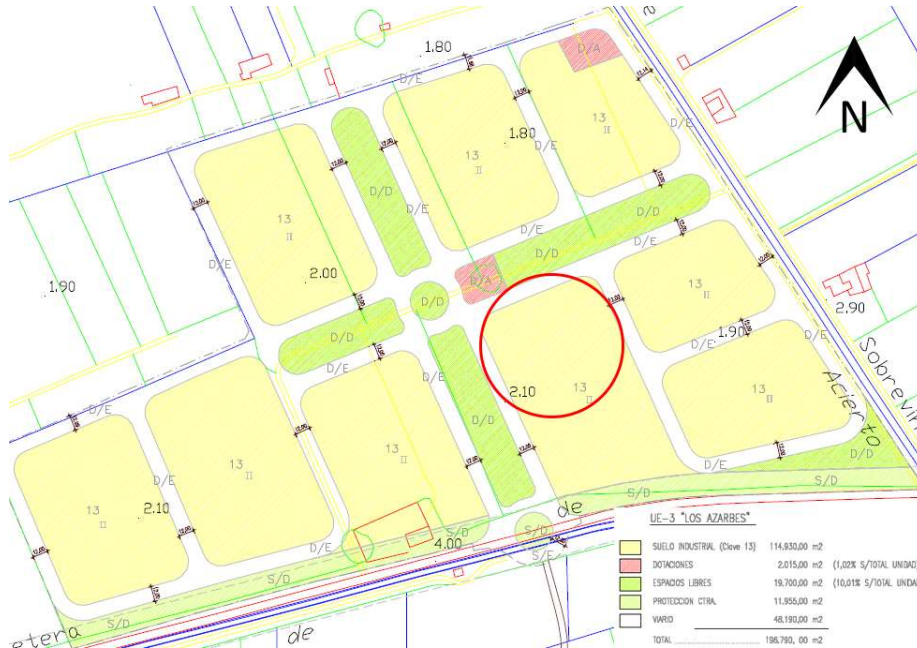
Fuente: Primer informe PEIV.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

3.2. Identificación de la parcela.

La parcela seleccionada se encuentra en la avenida de entrada al polígono, que conecta directamente con la CV-855, carretera que une Dolores con Elche. La misma tiene acceso a dos vías, hecho que facilita la disposición de la zona de carga y descarga para camiones. Su forma es cuasi rectangular, como se muestra en la Imagen 2, con una superficie de 6900 m2.

Imagen 2. Parcela elegida para el proyecto.



Fuente: Ficha UE-3 del PGOU. Edición propia.

4. NORMATIVA APLICADA

La normativa a considerar para es la vigente actualmente en España, en su mayoría de obligado cumplimiento, y está recogida en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y publicado en el BOE del 28 de marzo de 2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Dicho documento está dividido en dos partes. En la primera se incluyen las exigencias de seguridad y habitabilidad necesarias a la hora de construir un edificio, y la segunda está compuesta por los Documentos Básicos.

En concreto, los Documentos Básicos que se han utilizado para la realización del presente proyecto son los siguientes:

- CTE DB SE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural
 - SE-1 Resistencia y estabilidad.
 - SE-2 Aptitud al servicio.
- CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Aceros.
- CTE DB SE-C: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Cimientos.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

- CTE DB SE-AE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
- CTE DB SI: Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.
- CTE DB SUA: Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad.
- CTE DB HS: Documento Básico de Salubridad

Por otra parte, la normativa a seguir en cuanto al hormigón tanto estructural como no estructural está recogida en el Real decreto 1247/2008, de 18 de julio y publicado en el BOE del 22 de agosto de 2008, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

Tabla 2: Información general de la ordenación y aprovechamientos.

DENOMINACIÓN	UE-3 "Los Azarbes"	
SUPERFICIE TOTAL	182.824 m ²	
VIALES	46.179 m ²	25,26 %
ESPACIOS LIBRES	19.700 m ²	10,78 %
EQUIPAMIENTO BÁSICO E INFRAESTRUCTURAS	2.015 m ²	1,10 %
SUELO INDUSTRIAL	114.930 m ²	62,86 %

Fuente: Ficha UE-3 del PGOU.

Tabla 3: Normativa urbanística de la UE-3.

	Valores máximos/mínimos	Valores establecidos
Superficie mínima	1.000 m ²	1.950 m ²
Coefficiente de ocupación máximo	80 %	28 %
Altura máxima de cabeza de pilar	8 m	7 m
Retranqueo mínimo a la alineación oficial	5 m	26 m
Retranqueo mínimo a la trasera de parcela	5 m	14 m
Proporción máxima entre longitud y anchura	3	2,3

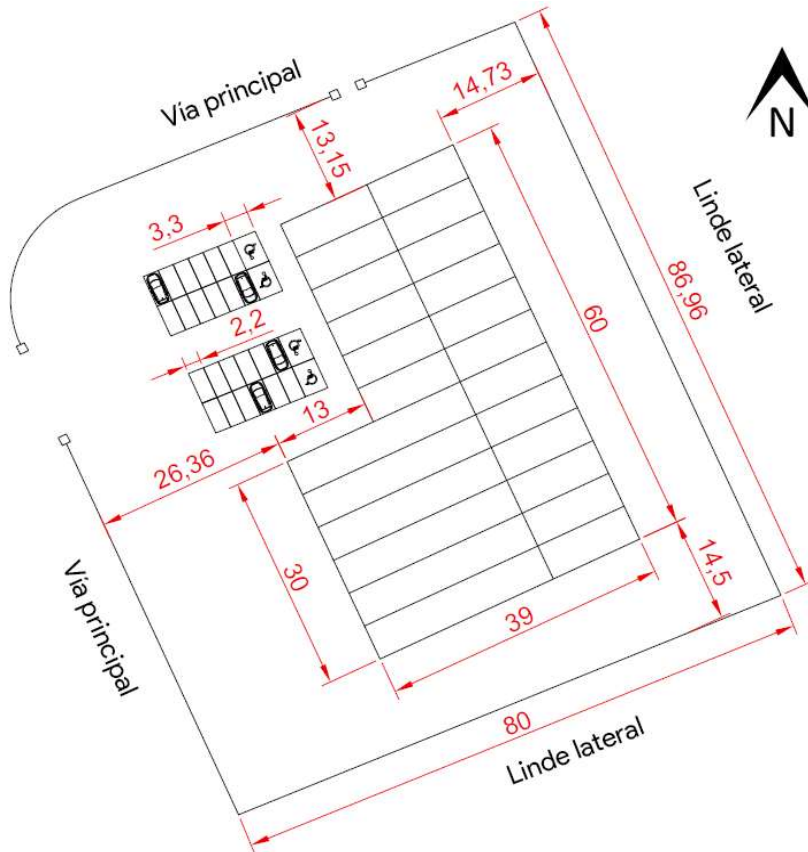
Fuente: Normativa del PGOU.

Además, según la normativa, queda prohibida la construcción de sótanos y semisótanos, dado que se encuentra prohibido por la Normativa de el Plan de Acción Territorial sobre Prevención de Riesgo de Inundación de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), artículos 9 y 10, por encontrarse en zona con riesgo de inundación. Por otra parte, para evitar el efecto embalse, las vallas y los muros de cerramiento deben ser permeables al flujo de agua a partir de 40 cm de altura.

A pesar de que en el P.I. Los Azarbes no es obligatoria la disposición de plazas de aparcamiento, ni normales ni para personas con discapacidad, se han decidido incluir en la parcela para comodidad de

trabajadores y clientes, ya que se ha dispuesto de un amplio espacio en el frontal de la nave para la maniobrabilidad de los camiones de reparto.

Imagen 3. Disposición y medidas de la parcela.



Fuente: Elaboración propia.

5.1. Distribución en planta

Para la elaboración de la distribución en planta, se ha elegido la posición de cada zona siguiendo el flujo de la materia prima, que en este caso son planchas de cartón corrugado, hasta su transformación en cajas.

Por lo tanto, la materia prima llega al almacén de materia prima a través del muelle de carga y descarga, el cual no está representado en la Imagen 4, pero cuya superficie sí está incluida en la de los almacenes. Tras esto, la materia pasa por el proceso de ranurado y corte, incluyendo la superficie indicada los almacenes de herramientas y elementos necesarios para dicha transformación.

A continuación, las planchas debidamente cortadas y preparadas pasan a la zona de impresión y armado, donde son impresas, armadas y empaquetadas mediante flejes. Por último, los palés son depositados en el almacén de producto acabado, para su futuro transporte al cliente.

La entrada principal se encuentra en el pasillo entre las oficinas y las máquinas que constituyen el proceso de transformación. Esta decisión se ha tomado para garantizar la facilidad de acceso tanto de

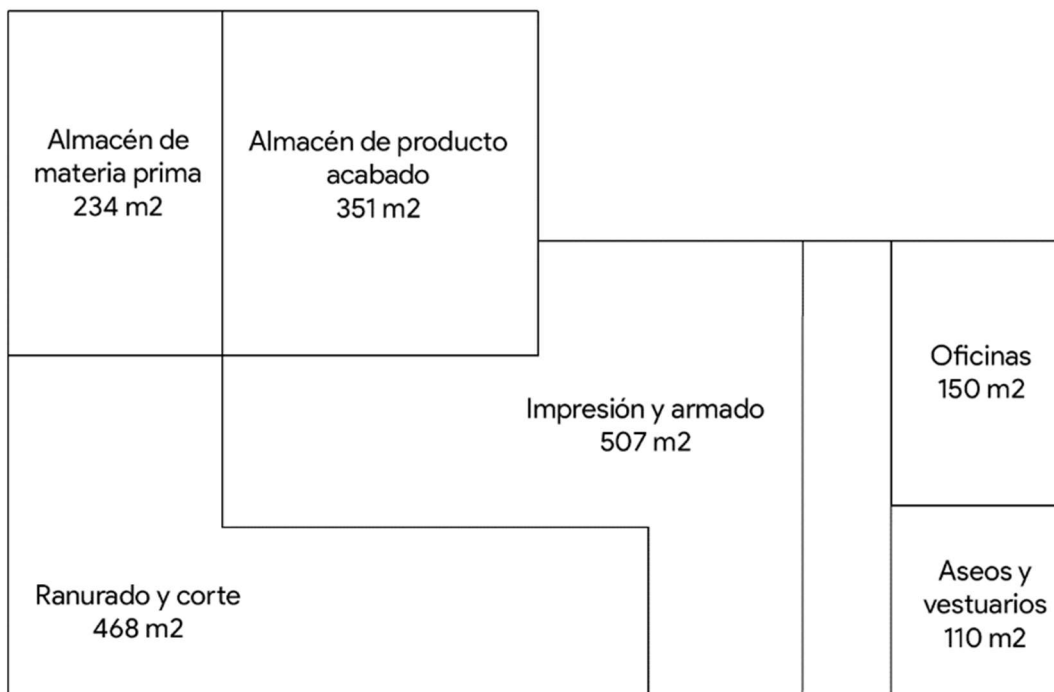
PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M², DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

trabajadores como de clientes a las oficinas, aseos y vestuarios sin tener que cruzar superficies dedicadas al proceso productivo.

Para el cálculo de las superficies necesarias para cada zona del establecimiento, se ha estimado el tamaño de los almacenes según la previsión del volumen de producción y las oficinas, aseos y baños según una estimación del número de trabajadores. Las áreas dedicadas a la transformación se han estimado mediante el método de Guerchet.

Por último, destacar que tanto la elección de la parcela como la distribución en planta se han realizado teniendo en cuenta futuras expansiones, como podría ser la fabricación del cartón a partir de papel, o aumentar el volumen de producción.

Imagen 4. Distribución en planta.

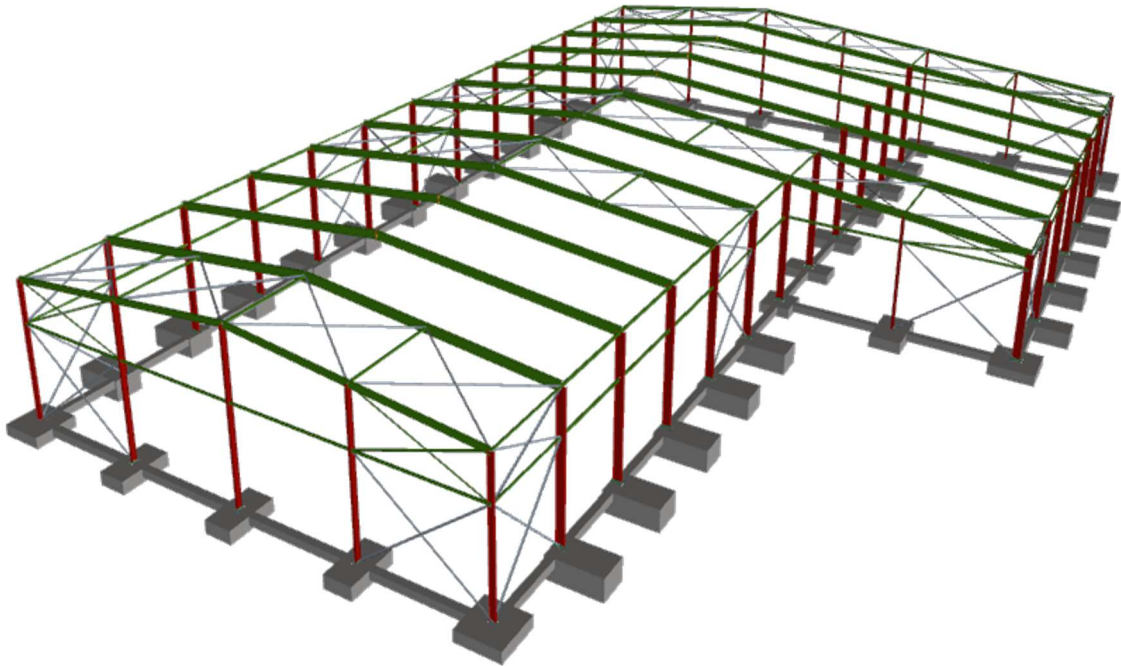


Fuente: Elaboración propia.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se ha optado por un diseño de nave a dos aguas a base de pórtico rígidos simétrica, con altura de cumbrera de 8.3 m. Se ha diseñado así puesto que podemos conseguir luces suficientemente grandes (en este caso, 26 m) con peso moderado, lo que se traduce en un coste también moderado.

Imagen 5: Vista 3D de la estructura.



Fuente: CYPE 3D.

La separación entre pórticos (crujía) se ha fijado en 5 m, puesto que es más que suficiente a nivel espacial. Con una altura de cabeza de pilar de 7 m, se consigue una inclinación del 18.57 % (10,52 °). Esto favorece la evacuación de aguas pluviales, puesto que no hay riesgo de nieve al encontrarse la nave a 4 msnm (metros sobre el nivel del mar).

Además, por requerimientos espaciales, se ha diseñado una nave adosada a la anterior de 13 m de luz y 30 m de profundidad. La altura de cabeza del pilar superior es de 7 m y la del inferior es de 5,7 m. Con esto, se consigue una inclinación de cubierta igual a la de la nave anterior, es decir, 18.57 % (10,52 °), dotando a la cubierta de continuidad entre las dos naves.

Por otra parte, se han diseñado pilares intermedios en ambas fachadas, a los que se denomina pilares de fachada con separación entre los mismos de 6,5 m, con el objetivo de trasladar los esfuerzos producidos sobre la Cruz de San Andrés (CSA) a la cimentación. Para la CSA se ha optado por una viga tipo Pratt con las diagonales duplicadas, y se han dispuesto en cubierta, fachada frontal y fachada lateral.

Por último, para la cimentación se optado por un sistema de zapatas aisladas, con el propósito de disminuir la cantidad de hormigón necesaria para su construcción. Además, se incluyen vigas de atado, con el objetivo de reducir en la medida de lo posible el movimiento relativo entre las diferentes zapatas.

6.1. Actuaciones previas

Las actuaciones previas en la parcela donde se ejecutará la obra del establecimiento industrial son necesarias para el comienzo de la misma y consisten en el acondicionamiento del terreno.

En primer lugar, al tratarse la parcela de un solar descuidado, será necesario realizar un desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, utilizando medios mecánicos. También será necesaria la retirada de los materiales excavados y su disposición en vertederos habilitados para ello mediante camiones.

Además, será necesaria la excavación de zanjas, pozos y arquetas que darán cabida a las zapatas, vigas de atado y vigas centradoras, que conforman la cimentación. Todas las actividades indicadas vienen recogidas en el cálculo del presupuesto.

6.2. Cimentación

La cimentación es la encargada de transmitir las cargas aplicadas sobre los distintos elementos estructurales de la nave al terreno. Para su cálculo se tienen en cuenta las propiedades del terreno, así como las cargas tanto permanentes como variables esperadas en el edificio, de acuerdo con la normativa.

La legislación vigente para el cálculo de la cimentación está incluida en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (DB SE-C) del CTE y en la EHE-08. En concreto, los Estados Límites Últimos (ELU) tenidos en cuenta son los siguientes:

- ELU de Equilibrio, seguridad al vuelco.
- ELU de Agotamiento del terreno.
- ELU de Agotamiento de la estructura de cimentación.

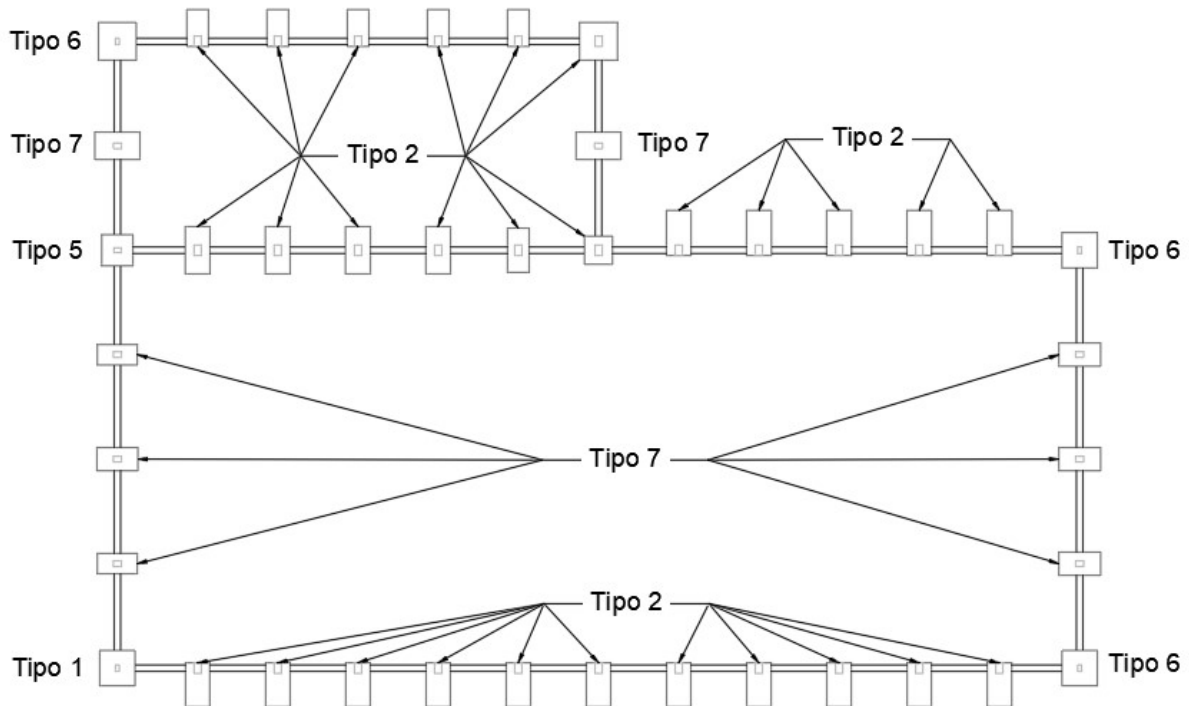
Antes de la construcción de las zapatas, se proyectará una capa de 10 cm de hormigón de limpieza en todo el hueco habilitado de la zapata sobre la que descansarán las zapatas. El objetivo de esta capa es evitar las filtraciones e imperfecciones en el vertido del hormigón de la cimentación. El hormigón empleado será HL-150/B/30, con un tamaño máximo de árido de 30 mm y con una dosificación mínima de 150 Kg de cemento.

Para su construcción se empleará hormigón estructural armado, con suficiente resistencia a las acciones que sean sometidas sobre ella, tanto mecánicas como químicas. En el caso del presente proyecto, se ha empleado HA-25/P/30/IIa, esto es, hormigón armado de resistencia característica a la compresión a 28 días de 25 N/mm² (250 kp/cm²) de consistencia plástica, con tamaño máximo del árido 30 mm y exposición tipo de ambiente IIa. Para la armadura se ha utilizado acero tipo B500S (Y_s=1,15).

En la Imagen 6 se muestra disposición y geometría de las diferentes zapatas y vigas de atado. Como se puede observar, se han empleado zapatas cuadradas centradas y rectangulares, estas últimas tanto centradas como excéntricas. Para información más detallada, consultar el Plano de Cimentación, incluido en documento IV: Planos.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Imagen 6: Disposición de zapatas y vigas de atado.



Fuente: Elaboración propia.

Para los pórticos interiores, se han empleado zapatas rectangulares excéntricas para las externas, y centradas para las correspondientes a pilares interiores. La elección de zapatas rectangulares excéntricas viene dada por un mayor aprovechamiento, puesta que estas disminuyen las acciones que fomentan el vuelco de la estructura.

Por último, faltaría exponer el sistema de atado, compuesto por las diferentes vigas de atado. Dicho sistema contribuye a la estabilidad de la cimentación, dotándola de monolitismo al unir las diferentes zapatas aisladas. Los datos geométricos se incluyen en el siguiente cuadro.

Imagen 7: Cuadro de vigas de atado.



Fuente: CYPE 3D.

6.3. Solera

Empleamos un sistema de pavimentación formado por varias capas. La base es un relleno a cielo abierto con zahorra artificial caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 15 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca superior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.

La solera está compuesta de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 20080 sobre separadores homologados.

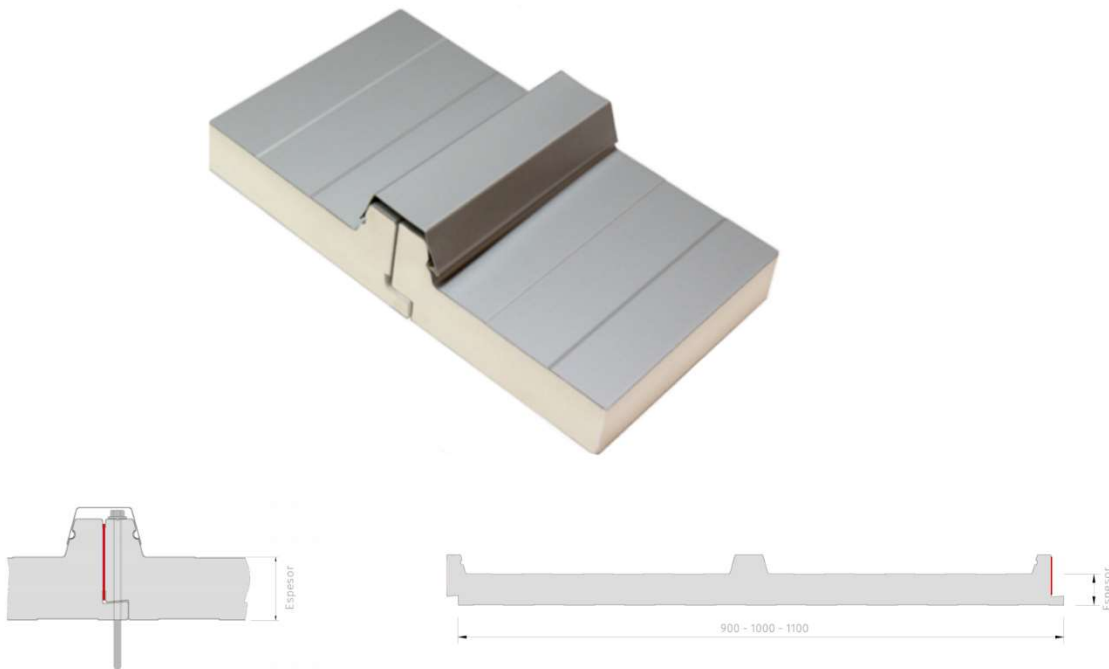
Por último, para conseguir que el suelo sea antirresbaladizo, como indica el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad frente al riesgo de caídas (DB SUA1) del CTE, se aplicará un tratamiento superficial cuyo acabado será RSC-6. Además, dicho tratamiento dotará a la solera de amortiguación a los golpes.

6.4. Cerramientos y correas

6.4.1. Cerramiento de cubierta

Para el cerramiento de cubierta se ha optado por un panel tipo sándwich. Los paneles sándwich con aislante de espuma están conformados con doble chapa de metal, con relleno intermedio de espuma de poliuretano. El espesor de los paneles es de 30 mm, y el ancho de 1000mm.

Imagen 8: Solución del cerramiento de cubierta.



Fuente: Cortesía de CEMAT.

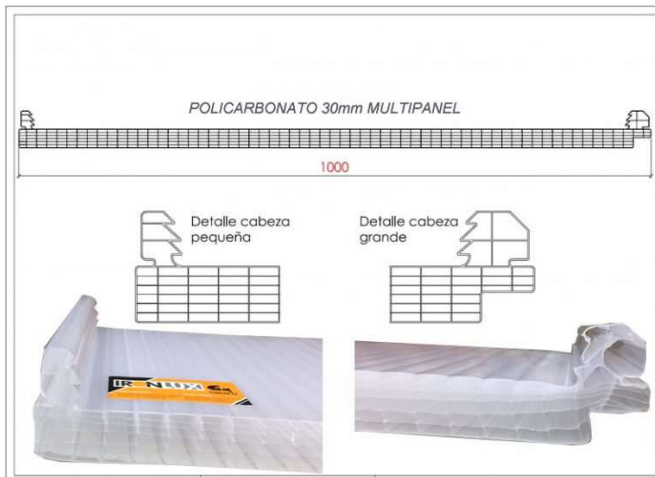
PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M², DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

La pendiente de cubierta es del 18,57 %, más que suficiente para evitar la formación de remansos y filtraciones de agua. Además, como puede observarse en la imagen anterior, la unión entre los diferentes paneles se realiza mediante juntas laterales para evitar condensaciones y el diseño de los mismos garantiza la inexistencia de puentes térmicos. La unión a la estructura se realiza mediante el atornillado en las juntas a las correas dispuestas sobre las jácenas.

El peso propio de los mencionados papeles es de 0,11 kN/m², al que se le asigna una carga de sobrecarga de uso de 0,4 kN/m². La extensión total del cerramiento tipo sándwich es de 1568 m².

Además, en el centro de los vanos se dispone de lucernarios, formados por paneles de policarbonato multipanel de 6 mm de espesor, 8000 mm de largo y 1000 mm de ancho. Dichos paneles están compuestos por una estructura multicámara de 6 paredes, lo que ofrece un buen aislamiento térmico, sin mantenimiento y de fácil instalación, ya que se realiza mediante grapas específicas para el panel de sándwich descrito anteriormente. La extensión de los lucernarios es de 392 m².

Imagen 9: Panel de policarbonato.



Fuente: Cortesía de IRONLUX.

6.4.2. Cerramiento de fachada lateral

La solución para el cerramiento de fachada consiste en paneles sándwich aislantes de 40 mm de espesor y 1100mm de ancho, formados por una capa de poliuretano de densidad media 40 kg/m³ y sendas chapas metálicas lisas de acero en ambas caras del mismo.

Se dispondrá un hueco para puerta de 5000 mm de anchura y 4500 mm de altura. Además, en los almacenes de materia prima y de producto acabado se dispondrá de sendos huecos de 3500 mm de ancho por 3700 mm de alto para la instalación de los muelles de carga y descarga de camiones.

Por último, se instalarán ventanales de distintas dimensiones en la nave, principalmente en la zona de oficinas para garantizar el acceso a luz natural en dicha zona de trabajo.

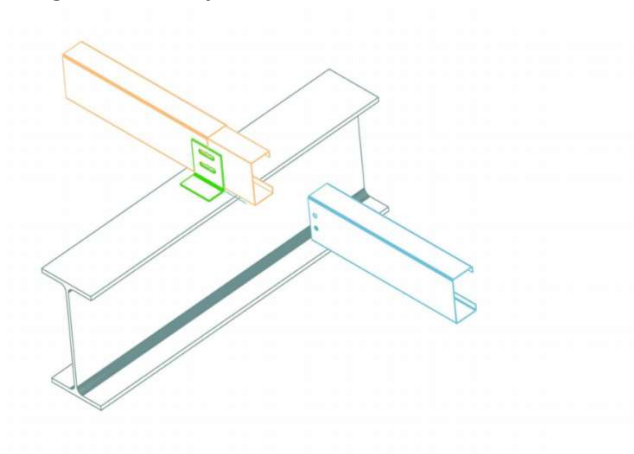
6.4.3. Correas

Las correas son perfiles de acero colocados sobre las jácenas y en la cara exterior de los pilares exteriores, dispuestos de manera perpendicular a los pórticos, cuya utilidad es la de unir los cerramientos a la estructura metálica y transmitir los esfuerzos realizados sobre ellos a los elementos estructurales de la nave.

Tanto las correas laterales como las de cubierta están formadas por perfiles conformados en frío CF-140x3.0 de acero S235. Las correas de cubierta tienen una separación de 1,75 m, mientras que las laterales están separadas 1,5 m. En total, se dispone de 23 correas de cubierta y 10 correas laterales.

Además, al ser efectivamente elementos de más de 40 m de longitud, con el objetivo obviar los efectos de la temperatura en el cálculo de las correas, se dispone de una junta de dilatación en uno de los ejiones (elementos de unión entre las correas y las jácenas o pilares), en concreto en el de la alineación 8. En concreto, estas juntas se traducen en unas ranuras que permiten el desplazamiento relativo longitudinal entre las dos correas que están siendo unidas en dicho ejión. Dicha unión se denomina anclaje con coliso, y puede observarse en la Imagen 10.

Imagen 10: Anclaje con coliso.



Fuente: Recursos de Cálculo de estructuras asistido por ordenador.

Por último, debido a la junta de dilatación descrita anteriormente, se dispone de sistemas contraviento en los vanos 5 y 7 de la estructura, ya que la idea es que trabajen virtualmente como dos naves independientes, separadas por el anclaje con coliso, aunque efectivamente no lo son.

6.5. Materiales

El principal material utilizado para la construcción de la estructura metálica es el acero estructural laminado en caliente S275, que tiene un límite elástico $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$. En concreto, este material se ha utilizado para pilares y jácenas, tanto interiores como de fachada, en los montantes de la viga contraviento, en la viga perimetral y las placas de anclaje.

Por otro lado, para los perfiles conformados en frío, se ha utilizado acero S235, cuyo límite elástico es $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$. Este material se utilizará para las correas, tanto de correa como de cubierta.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M², DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

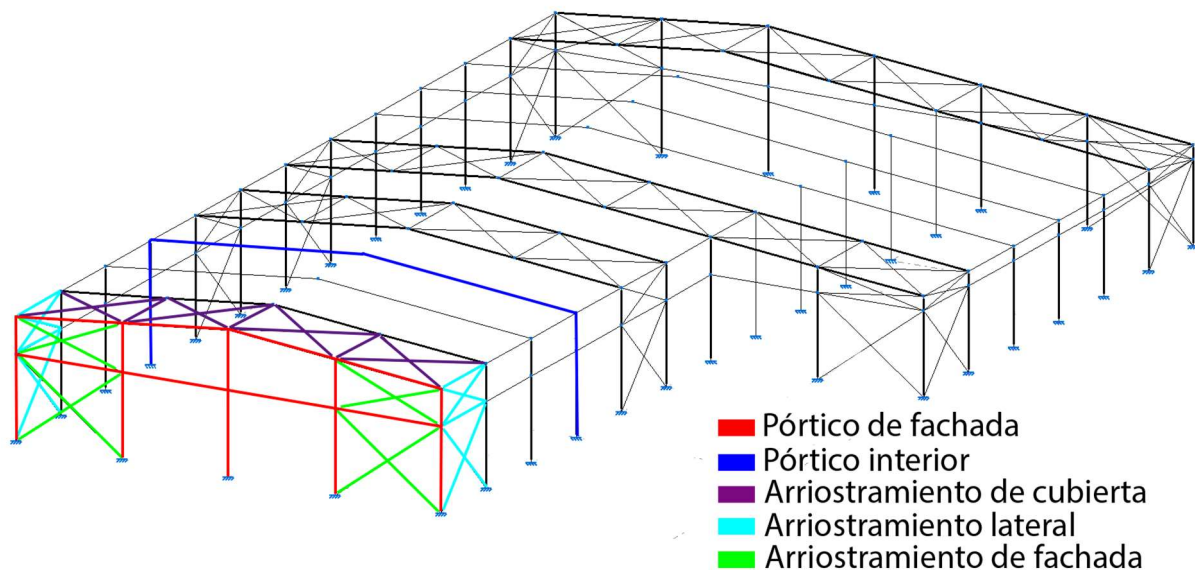
El módulo de elasticidad de los aceros anteriormente mencionados es de $E=210.000 \text{ N/mm}^2$. Para la obtención de los valores de cálculo según indica el CTE se utiliza un coeficiente de seguridad de $\gamma_M=1.05$ para ambos aceros.

Por último, a modo de resumen del apartado de cimentación, se utiliza hormigón de limpieza HL-150/B/30 para la base de la zapata, y hormigón estructural armado HA-25/P/30/IIa. Para las armaduras, se ha empleado un acero B500S, el cual tiene un límite elástico $f_{yk}=275 \text{ N/mm}^2$. Su módulo de elasticidad es $E=200.000 \text{ N/mm}^2$ y el coeficiente de seguridad empleado para la obtención del valor de cálculo es $\gamma_s=1.05$.

6.6. Estructura

En la Imagen 9 se muestran los diferentes elementos estructurales que conforman la estructura metálica del establecimiento industrial. Además de los resaltados, destacar la existencia de la viga perimetral, que une las cabezas de los pilares de los diferentes pórticos, con el objetivo de dotar de monolitismo a la estructura.

Imagen 9: Componentes de la estructura metálica.



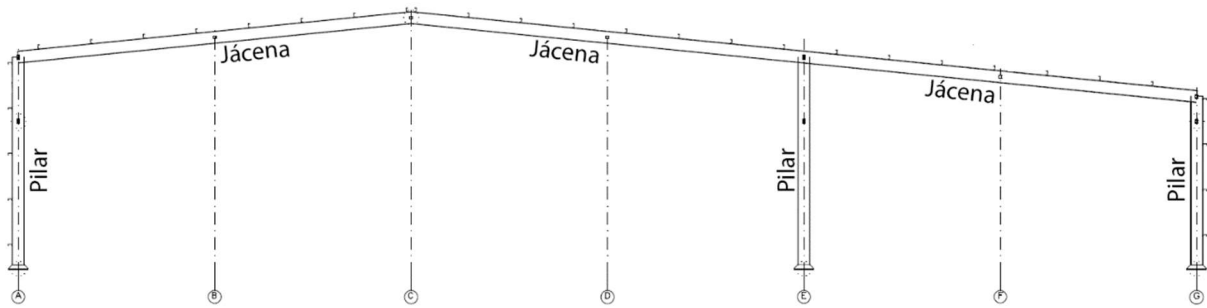
Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

6.6.1. Pórtico interior

La nave está compuesta por un sistema de 13 pórticos, es decir, 12 vanos, de los cuales 11 pórticos son interiores. La distancia entre pórticos, también llamada crujía, es de 5 m.

A continuación, en la Imagen 10, se muestra un pórtico tipo. Aunque hay dos tipos de pórticos interiores en la nave, se muestra el correspondiente a la parte con nave adosada puesto que el de otro tipo es una simplificación del mismo.

Imagen 10: Pórtico interior.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

Para el dimensionamiento de los pilares y las jácenas que conforman los diferentes pórticos interiores se han tenido en cuenta las exigencias básicas de seguridad estructural incluidas en el Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE) del CTE.

Dichas exigencias vienen dadas por la verificación del cumplimiento de los Estados Límite. En concreto, los Estados Límite a cumplir son:

- Estado Límite de Servicio de Deformación.
- Estado Límite Último de Resistencia de las Secciones.
- Estado Límite Último de Resistencia de las Barras. Pandeo.

El dimensionado de los perfiles se ha realizado con el software de cálculo de estructuras metálicas CYPE 3D. Así, el resultado óptimo para en el dimensionamiento de los pilares será un IPE 400. Además, a las jácenas se le asignará el mismo perfil, puesto que dicho diseño facilitará en gran medida las uniones.

Por último, destacar que no ha sido necesaria la inclusión de cartelas de rigidización puesto que el perfil IPE 400 cumple sin la necesidad de disponer de las mismas.

6.6.2 Sistema contraviento

El sistema contraviento está compuesto por el pórtico de fachada y los arriostramientos de fachada, de cubierta y lateral. El fin de este sistema es la correcta transmisión de los esfuerzos debidos a la acción del viento a la cimentación, y por consiguiente al terreno. Los pilares de fachada sirven de apoyo a la jácena de fachada, sobre la que descansa el sistema de arriostramiento de cubierta. Dichos pilares se encuentran girados 90º respecto a los pilares del pórtico interior, para que así el eje de mayor inercia corresponda con los esfuerzos debidos al viento frontal.

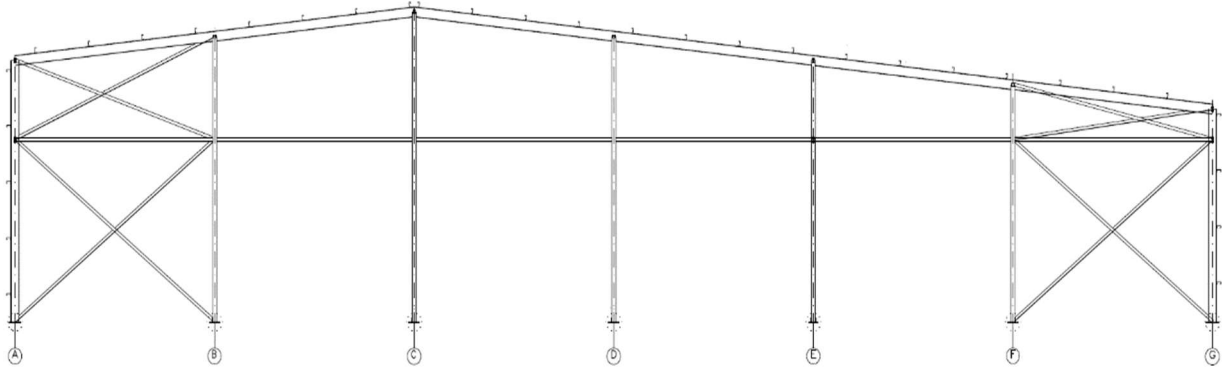
A continuación, se mostrarán con más detalle los subsistemas que componen el sistema contraviento.

6.6.2.1 Pórtico de fachada

Para el dimensionamiento del pórtico de fachada se elegirá el mismo perfil tanto para los pilares como para la jácena de fachada, ya que esta decisión simplificará en la medida de lo posible las uniones entre los diferentes elementos

La comprobación de las exigencias básicas de seguridad estructural es igual que las realizadas para el pórtico interior, este es, verificando los mismos Estados Límite, salvo algunas particularidades.

Imagen 11: Pórtico de fachada.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

Como se puede observar en la Imagen 11, en el pórtico de fachada se incluye el sistema de arriostramiento de fachada. La separación de los pilares de fachada es de 6,5 m.

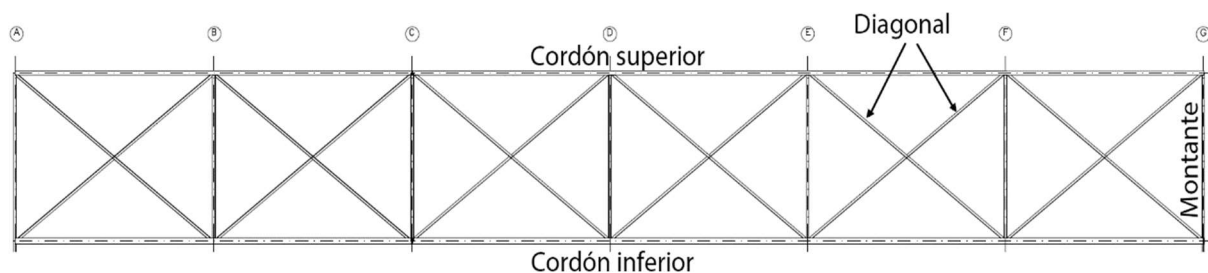
Para el dimensionado de los perfiles de los pilares y las jácenas de fachada se ha utilizado el pilar central, por ser el más alto y por lo tanto el más desfavorable. El perfil obtenido es un IPE 270. El sistema incluye un sistema de arriostramiento a una altura de 4,88 m desde la base de los pilares. Este sistema de arriostramiento está formado por perfiles cuadrados huecos conformados en frío SHS 100x3, y su utilidad es la de reducir la longitud de pandeo de los diferentes pilares de fachada, consiguiendo efectivamente reducir el canto de los perfiles que los conforman.

Por otra parte, el sistema de arriostramiento de fachada, también denominado Cruz de San Andrés, está formado por perfiles en L conformados en frío L80x80x8. Además, como se puede observar en la Imagen 11, las cruces han sido duplicadas debido a la inclusión del arriostramiento central.

6.6.2.2 Arriostramiento de cubierta

En la siguiente imagen se representa el arriostramiento de cubierta correspondiente al primer vano en el que se encuentran las naves adosadas.

Imagen 12: Arriostramiento de cubierta.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

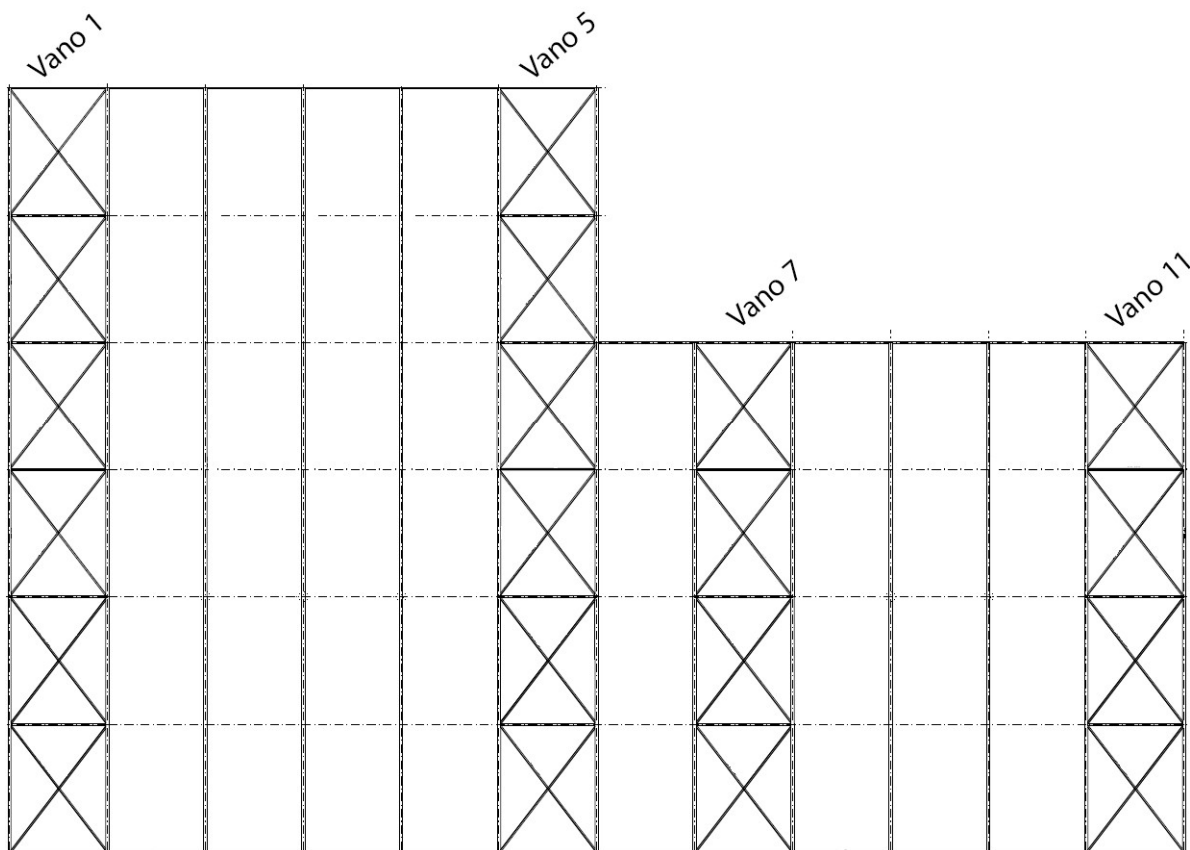
PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Esta estructura está formada por barras unidas mediante nudos articulados, por lo que el comportamiento de las mismas similar a la de una cercha. Los montantes trabajan a tracción, y están formados por perfiles cuadrados huecos conformados en frío SHS 90x3, mientras que las diagonales trabajan a tracción, y están formadas por perfiles en L conformados en frío L75x75x6.

Las diagonales han sido duplicadas para que el sistema trabaje correctamente frente a las acciones provocadas por el viento en ambas direcciones, es decir, tanto viento frontal como viento interior. Además, los perfiles en L que conforman las diagonales se unen en el punto en el que se cruzan, con el objetivo de reducir su longitud de pandeo.

La Imagen 13 muestra los vanos en los que se encuentran dispuestos los sistemas de arriostramiento de cubierta:

Imagen 13: Planta del establecimiento industrial.

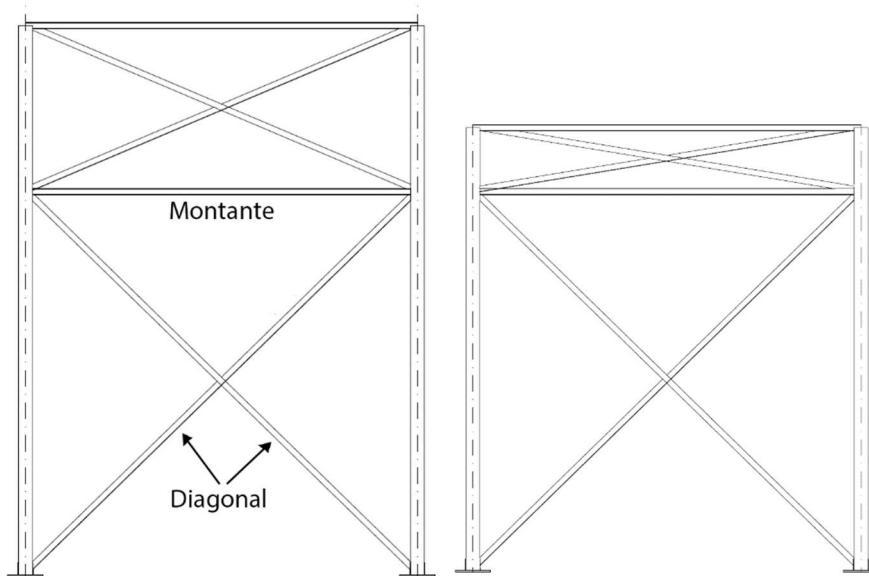


Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

6.6.2.3. Arriostramiento de fachada lateral.

Para terminar con el diseño de la viga contraviento, restaría por dimensionar los perfiles que forman el arriostramiento de fachada lateral, así como el de la viga perimetral.

Imagen 14: Arriostramiento de fachada lateral.



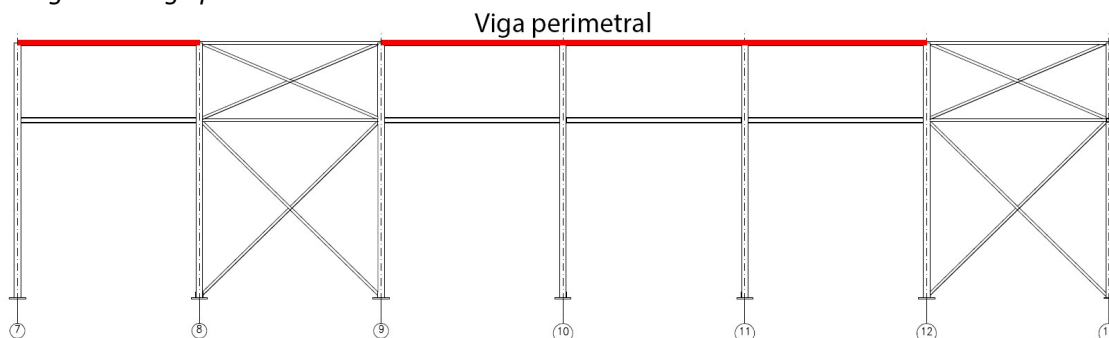
Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

Dichos arriostramientos están dispuestos en la fachada lateral, y en los mismos vanos en los que se encuentran los arriostramientos de cubierta. Al igual que en el arriostramiento de fachada, el de fachada lateral se ha dividido mediante un arriostramiento central a una altura de 4,88 m desde la base de los pilares. Como se puede observar en la Imagen 14, el arriostramiento inferior es geoméricamente idéntico en todos los dispuestos en la nave, mientras que el superior es más pequeño en los de la nave adosada.

Para el dimensionamiento de las diagonales se ha obtenido un perfil en L conformado en frío L75x75x5. Por otro lado, se ha optado por perfiles cuadrados huecos conformados en frío SHS 80x3 para los montantes, similares a los montantes del arriostramiento de cubierta.

Por último, faltaría dimensionar la viga perimetral, que es la encargada de unir las cabezas de los pilares de los diferentes pórticos interiores para dotar a la nave de un mayor monolitismo, al minimizar el movimiento relativo entre ellos. En la Imagen 15 se puede observar la disposición de la viga perimetral.

Imagen 15: Viga perimetral.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

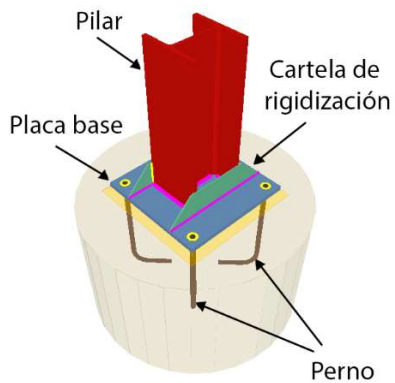
Los perfiles obtenidos en el dimensionamiento de la viga perimetral son IPE 140. Además, se han dispuesto los mismos perfiles a una altura de 4,88 m, al igual que el arriostramiento central en las Cruces de San Andrés, para una correcta transmisión de los esfuerzos.

6.6.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son los elementos estructurales que, mediante pernos, unen la base de los diferentes pilares de la estructura a la zapata, y por consiguiente a la cimentación. Por lo tanto, son las encargadas de transmitir los esfuerzos que llegan a las bases de los pilares a la cimentación.

Las placas de anclaje están compuestas por una placa base sobre la que normalmente vienen soldadas cartelas de rigidización para dotar a la misma de una mayor inercia, y los pernos que van atornillados a la misma y que constructivamente se encuentra en el interior de la zapata.

Imagen 16: Placa de anclaje.



Fuente: CYPE 3D.

Con el objetivo de reducir el canto de la zapata, y por consiguiente su coste, se dispondrá de pernos roscados con patillas a 90°, puesto que reduce la profundidad a la que están anclados.

Para el cálculo de las placas de anclaje se ha tenido en cuenta la verificación de los siguientes Estados Límite.

- Estado Límite Último de Agotamiento del apoyo.
- Estado Límite Último de Agotamiento de la placa a flexión.
- Estado Límite Último de Agotamiento de los pernos.
- Estado Límite Último de Anclaje de los pernos en el hormigón.

En el dimensionado de las placas de anclaje se han obtenido placas de diferente geometría según su localización, por lo que los diferentes tipos de placa están recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tipos de placas de anclaje.

TIPO	PLACA BASE (mm)			RIGIDIZADORES (mm)		PERNOS DE ANCLAJE (mm)		
	Longitud	Anchura	Espesor	Altura	Espesor	Número	Diámetro	Longitud
1	400	250	14	-	-	4	14	400
2	650	450	22	150	7	6	25	400
5	450	300	18	100	5	4	16	550
6	400	250	14	-	-	4	14	400
7	500	350	18	100	6	4	20	550

Fuente: Elaboración propia.

En el Documento IV: Planos se incluyen las referencias de la localización de las placas descritas en la anterior tabla.

6.7. Instalación de recogida de aguas pluviales

Para el cálculo de la instalación de recogida de aguas pluviales se seguirán las exigencias básicas recogidas por el Documento Básico HS de Salubridad del CTE, en concreto la Sección HS 5, que recoge la evacuación de aguas.

La recogida de aguas pluviales se realizará mediante la instalación de canalones semicirculares en el exterior del cerramiento de fachada a la altura de las cabezas de los pilares exteriores, con el objetivo de recoger las aguas pluviales llovidas sobre el cerramiento de cubierta a dos aguas. Además, se instalará una bajada en cada extremo de los canalones, para evacuar las aguas recogidas hasta el desagüe.

Para el cálculo de del diámetro de canalones y bajantes, se hará uso de las tablas recogidas en el documento citado anteriormente, que se muestran a continuación.

Tabla 5. Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				
0.5 %	Pendiente del canalón			Diámetro (mm)
	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Fuente: CTE DB HS, sección HS 5.

Tabla 6. Diámetro de las bajantes para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Fuente: CTE DB HS, sección HS 5.

Puesto que el régimen pluviométrico en la localización de la nave es diferente de 100 mm/h, será necesario calcular el factor de corrección para el correcto uso de las tablas anteriores.

$$f = i / 100 = 344 / 100 = 3,44$$

Para la fachada de 60m, se proyectan 6 sumideros, puesto que la superficie efectiva para la recogida de aguas en ese caso es de 780 m², por lo que se requiere de 1 sumidero por cada 150 m². Por otro lado, para la fachada en la que se encuentra la nave adosada, se proyectarán 8 sumideros, puesto que el área en proyección horizontal es de 1170 m².

Para una pendiente de canalón del 4 %, según los valores tabulados anteriormente se obtiene un diámetro nominal del canalón de 200 mm, mientras que para las bajantes se obtiene un diámetro nominal de 110 mm. Como simplificación, se ha igualado el diámetro tanto de canalones como de bajantes, para estar del lado de la seguridad.

7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Para la obtención del presupuesto del establecimiento industrial se ha utilizado el software Arquímedes. En el mismo se incluyen los materiales de la estructura, la mano de obra, maquinaria, los cerramientos y acondicionamiento del terreno. En la Tabla 7 se muestra un resumen del presupuesto.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 7. Resumen del presupuesto.

NOMBRE	TOTAL
1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	
1.1. Desbroce y limpieza del terreno	7.107,00 €
1.2. Excavación a cielo abierto	887,62 €
1.3. Base de pavimento	6.891,30 €
1.4. Solera de hormigón armado	45.786,00 €
Total de acondicionamiento del terreno	60.671,92 €
2. CIMENTACIONES	
2.1. Regularización	1.764,12 €
2.2. Superficiales	19.802,78 €
2.3. Arriostramientos	3.651,99 €
Total de cimentaciones	25.218,89 €
3. ESTRUCTURAS	
3.1. Acero	112.079,46 €
Total de estructuras	112.079,46 €
4. FACHADAS Y PARTICIONES	
4.1. Paneles sándwich cerramiento de fachada	67.318,34 €
4.2. Abrigo para muelle de carga y descarga	2.944,10 €
4.3. Puerta basculante estándar de 400x250 cm	3.817,13 €
4.4. Puerta de paso 790x2040 mm	881,88 €
4.5. Ventanal fijo PVC 3000x1000 mm	4.779,36 €
4.6. Ventanal fijo PVC 3000x2000 mm	1.563,24 €
Total de fachadas y particiones	81.304,05 €
5. CUBIERTAS	
5.1. Inclinas	47.915,45 €
5.2. Lucernarios	38.596,12 €
Total de cubiertas	86.511,57 €
6. GESTIÓN DE RESIDUOS	
6.1. Gestión de tierras	990,66 €
Total de gestión de residuos	990,66 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	366.776,55 €
Gastos generales (GG) 12%	44.013,19 €
Beneficio industrial (BI) 6%	22.006,59 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	432.796,33 €
IVA 21%	90.887,23 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	523.683,56 €

Fuente: Arquímedes.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

8. BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de la asignatura Proyectos de Ingeniería.

Apuntes de la asignatura Tecnología de la Construcción.

Guía EHE - El Hormigón | Construpedia, enciclopedia construcción. (2008). Recuperado de:

https://www.construmatica.com/construpedia/Gu%C3%ADa_EHE_-_El_Hormig%C3%B3n

Panel chapa sandwich cubierta poliuretano PUR. CEMAT. (2013). Recuperado de:

<https://cemat.es/placas-y-complementos-de-cubierta-aspiradores/panel-sandwich-cubierta-poliuretano-pur/>

PATRICOVA Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de

Inundación en la Comunitat Valenciana - Generalitat Valenciana. (2015). Recuperado de:

<http://www.habitatge.gva.es/es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>

Placas alveolares | Nave industrial | Prefabricados Pujol, S.A. (2019). Recuperado de:

<https://www.prefabricatspujol.com/es/productos/nave-industrial/placas-alveolares/>

Plan estratégico de la industria valenciana (PEIV) - Novedades - Generalitat Valenciana. (2015).

Recuperado de: http://www.indi.gva.es/es/web/industria-e-i-d-i/novedades/-/asset_publisher/dS8KL9u89YgZ/content/plan-estrategico-de-la-industria-valenciana-peiv-

Urbanismo | Ayuntamiento de Dolores. (2019). Recuperado de: [http://www.dolores.es/el-](http://www.dolores.es/el-ayuntamiento/departamentos-municipales/urbanismo/)

[ayuntamiento/departamentos-municipales/urbanismo/](http://www.dolores.es/el-ayuntamiento/departamentos-municipales/urbanismo/)

User, S. (2019). Inicio. Recuperado de: <https://www.codigotecnico.org>

Vegabaja Packaging | Diseño, fabricación y manipulación de cartón. (2019). Recuperado de:

<https://vegabajapackaging.es/quienes-somos/>

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

DOCUMENTO II

ANEXO DE CÁLCULO

ÍNDICE DE ANEXO DE CÁLCULO

1. ACCIONES	1
1.1. Acciones permanentes.	1
1.2. Acciones variables	1
1.2.1. Sobrecarga de uso.	1
1.2.2. Viento	2
1.2.3. Nieve	5
2. COMPROBACIONES	7
2.1. Cimentación	7
2.2. Placas de anclaje	12
2.3. Pórtico interior	15
2.4. Pórtico de fachada	17
2.5. Arriostramiento de cubierta	19
2.6. Arriostramiento lateral	21
2.7. Viga perimetral	22
2.8. Correas de cubierta	24
2.9. Correas laterales	28

1. ACCIONES

La determinación de las acciones para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio está recogida en el Documento Básico SE-AE de Acciones en la edificación

1.1. Acciones permanentes.

Las acciones permanentes (G) son las acciones que están presentes en todo momento en la estructura, su valor es constante y es debido al peso propio, pretensado y las acciones del terreno.

Para el caso de naves industriales de luz entre 20 y 30 m y alturas de cornisa inferiores a 8 m, podemos estimar el peso propio de la estructura como:

$$G_{est} = \frac{Luz (m)}{100 \text{ kN/m}^2} = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Además, tanto para el cerramiento de cubierta como para los laterales, se considerará un peso propio de 0,15 kN/m².

1.2. Acciones variables

1.2.1. Sobrecarga de uso.

Para la determinación de la sobrecarga de uso en la cubierta de la edificación, se hará uso de la Tabla 1, recogida en el CTE DB SE-AE.

En el caso que nos atañe, se usará un valor característico de la sobrecarga de uso de 0.4 kN/m², correspondiente a la categoría G: Cubiertas accesibles únicamente para conservación, subcategoría G1: Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado). Además, se tiene en cuenta que el valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 1. Valores característicos de las sobrecargas de uso.

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 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Fuente: Tabla 3.1 del CTE DB SE-AE.

1.2.2. Viento

Por otro lado, se ha de considerar la acción del viento sobre la estructura. Dicha acción es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, y se le llama presión estática q_e , que puede expresarse como:

$$q_e(z) = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b la presión dinámica del viento, que es función del emplazamiento geográfico de la obra.
- c_e el coeficiente de exposición, que varía con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la edificación.
- c_p el coeficiente eólico o de presión, que depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

Para el cálculo de la **presión dinámica** del viento se hará uso de la expresión:

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

Siendo δ la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad de la velocidad del viento, que obtenemos según la localización de la nave según la Imagen 1.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Imagen 1. Valor básico de la velocidad del viento, v_b .



Fuente: Anejo D del CTE DB SE-AE.

En este caso, el establecimiento industrial se encuentra en la Zona eólica B, a la que corresponde un valor básico de la velocidad del viento de $v_b = 27$ m/s.

En el caso del **coeficiente de exposición** c_e , para alturas sobre el terreno menores a 200 m, se determina mediante la expresión:

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

Siendo $F(g, z)$ el coeficiente de rugosidad, que se calcula como:

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

Donde k , L y Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, en concreto del grado de aspereza, que en el presente caso es Grado de aspereza IV: Zona urbana en general, industrial o Forestal. Dichos valores se obtienen directamente de la Tabla 2.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 2. Coeficientes para tipo de entorno.

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

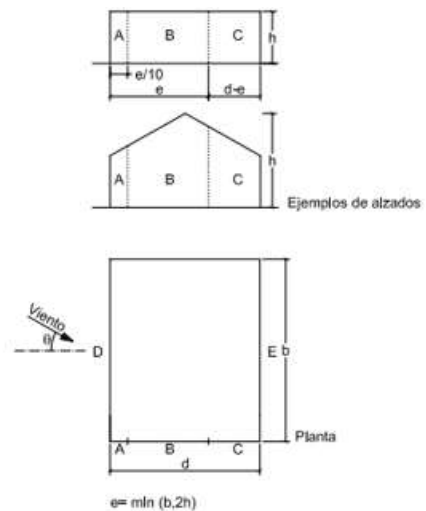
Fuente: Anejo D del CTE DB SE-AE.

Por último, para determinar el **coeficiente eólico o de presión** c_p , se determinará por un lado el coeficiente eólico exterior y por otro el interior.

El coeficiente de presión exterior c_{pe} depende de la dirección del viento y de la forma de la nave. Con estos datos, en el CTE se establecen áreas de influencia, a cada cual pertenece un coeficiente. Dichos coeficientes están recogidos en la Tabla 3 para paramentos verticales y las Tablas 4 y 5 para cubierta de nave a dos aguas.

Tabla 3. Coeficiente de presión exterior para paramentos verticales.

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

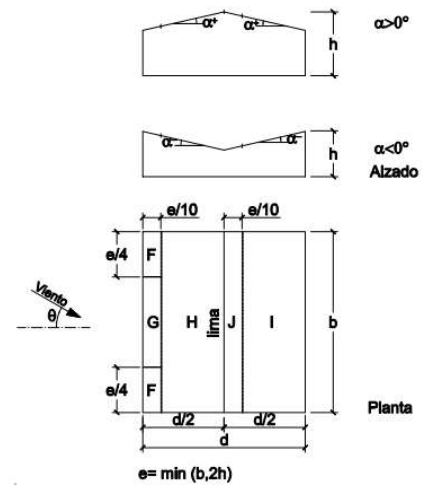


Fuente: Anejo D del CTE DB SE-AE.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 4. Coeficiente de presión exterior para cubierta a dos aguas con dirección del viento $-45^\circ \leq \vartheta \leq 45^\circ$.

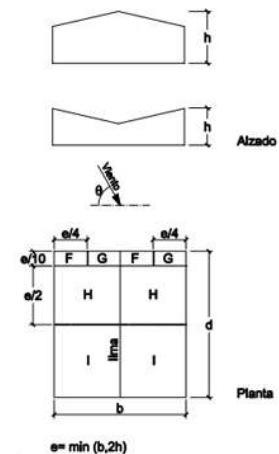
Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
45°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
60°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3



Fuente: Anejo D del CTE DB SE-AE.

Tabla 4. Coeficiente de presión exterior para cubierta a dos aguas con dirección del viento $45^\circ \leq \vartheta \leq 135^\circ$.

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \vartheta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5



Fuente: Anejo D del CTE DB SE-AE.

Puesto que la nave se considera sin huecos, ya que los mismos son pequeños y se asume que estarán cerrados en caso de tormenta y grandes vientos, no será necesario el cálculo de los coeficientes de presión interior C_{pi} .

1.2.3. Nieve

Para el cálculo del valor de carga de la nieve q_n , se hará uso de la siguiente expresión:

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

Donde μ es el coeficiente de forma de cubierta y s_k es el valor característico de la carga de nieve, que depende de la zona climática invernal y la altura sobre el nivel del mar del emplazamiento donde se encuentra la nave. El valor de la zona climática invernal se puede obtener de la Imagen 2.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Imagen 2. Zonas climáticas de invierno.



Fuente: Anejo E del CTE DB SE-AE.

Para el emplazamiento del establecimiento del presente proyecto, se tiene una altura de $H=4$ m y se encuentra en la zona climática $ZC=5$. El coeficiente de forma de cubierta toma el valor de $\mu=1$ según lo establecido en el apartado 3.5 del CTE DB SE-AE, puesto que, pese a que no hay impedimento al desplazamiento de nieve, la inclinación de la cubierta es de $10,52^\circ$.

Como valor de carga de nieve en un terreno horizontal, s_k , puede tomarse de la tabla Tabla 5 en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática.

Tabla 5. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal.

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

Fuente: Anejo E del CTE DB SE-AE.

2. COMPROBACIONES

En los siguientes apartados se incluyen las comprobaciones de cada subsistema que compone la estructura del establecimiento. Para ello se ha utilizado el software CYPE 3D, el cual ofrece listados de comprobaciones de los diferentes elementos que componen la estructura, teniendo en cuenta la normativa del CTE para aceros laminados, conformados en frío y armados, y la EHE para hormigones. En dichos listados aparecen las comprobaciones de resistencia y flecha que verifican los estados límite de servicio y últimos.

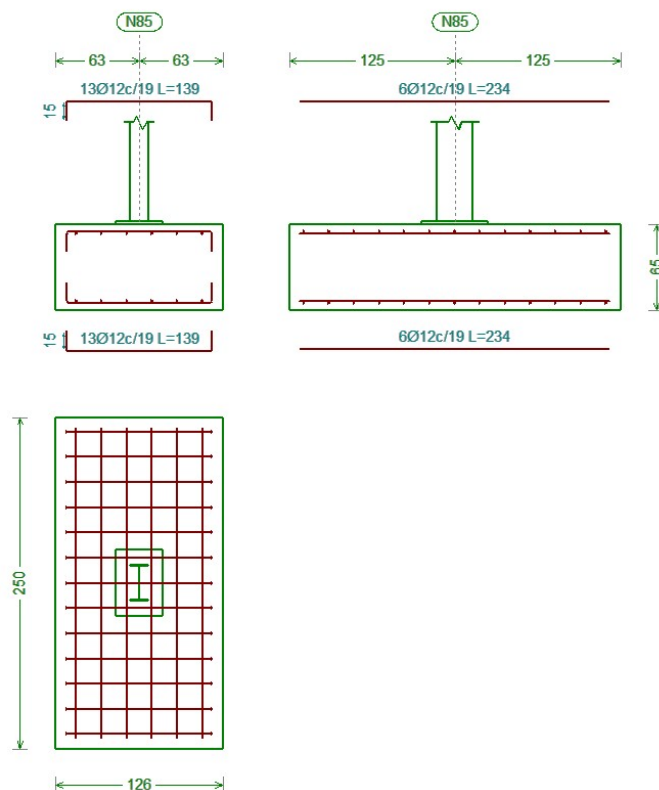
2.1. Cimentación

Los Estados Límite Últimos que deben verificar las zapatas que componen la cimentación son:

- E.L.U. de Equilibrio, seguridad al vuelco.
- E.L.U. de Agotamiento del terreno.
- E.L.U. de Agotamiento de la estructura de cimentación.

Se han definido siete tipos de zapata en cuanto a geometría, aunque se mostrarán únicamente las comprobaciones de uno de los tipos a modo de ejemplo, en concreto las de las zapatas correspondientes a los pilares de fachada (Tipo 7).

Imagen 3. Dimensiones de zapata.



Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

En la siguiente tabla se incluyen las comprobaciones realizadas sobre el elemento anteriormente descrito.

Tabla 6. Listado de comprobaciones de zapata aislada rectangular excéntrica.

Referencia: N138		
Dimensiones: 145 x 260 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0298224 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0487557 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 334.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 45.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 9.04 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 28.79 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.88 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 29.14 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 56.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N138:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Referencia: N138		
Dimensiones: 145 x 260 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 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: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Referencia: N138		
Dimensiones: 145 x 260 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Fuente: CYPE 3D.

A continuación se muestra el resumen de las mediciones de la cimentación (se incluyen mermas de acero):

Tabla 7. Resumen de mediciones de la cimentación.

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1, N75 y N77	3x79.68		239.04	3x2.66	3x0.48
Referencias: N8, N15, N22, N29, N36, N43, N50, N55, N60, N65 y N70		11x146.77	1614.47	11x4.56	11x0.41
Referencias: N72, N67, N62, N57 y N52		5x149.83	749.15	5x4.77	5x0.43
Referencia: N38	65.05		65.05	2.04	0.37
Referencias: N31, N24, N17 y N10	4x82.46		329.84	4x2.74	4x0.46
Referencia: N45	53.28		53.28	1.68	0.31
Referencias: N48 y N6	2x85.54		171.08	2x3.04	2x0.55
Referencias: N13, N20, N27, N34 y N41		5x90.40	452.00	5x2.64	5x0.31
Referencia: N3	69.92		69.92	2.47	0.38
Referencias: N86 y N142	2x89.65		179.30	2x2.98	2x0.48
Referencias: N85 y N83	2x62.72		125.44	2x2.05	2x0.31
Referencia: N84	72.80		72.80	2.40	0.37
Referencias: N138, N137 y N136	3x73.48		220.44	3x2.45	3x0.38
Totales	1526.19	2815.62	4341.81	138.22	16.80

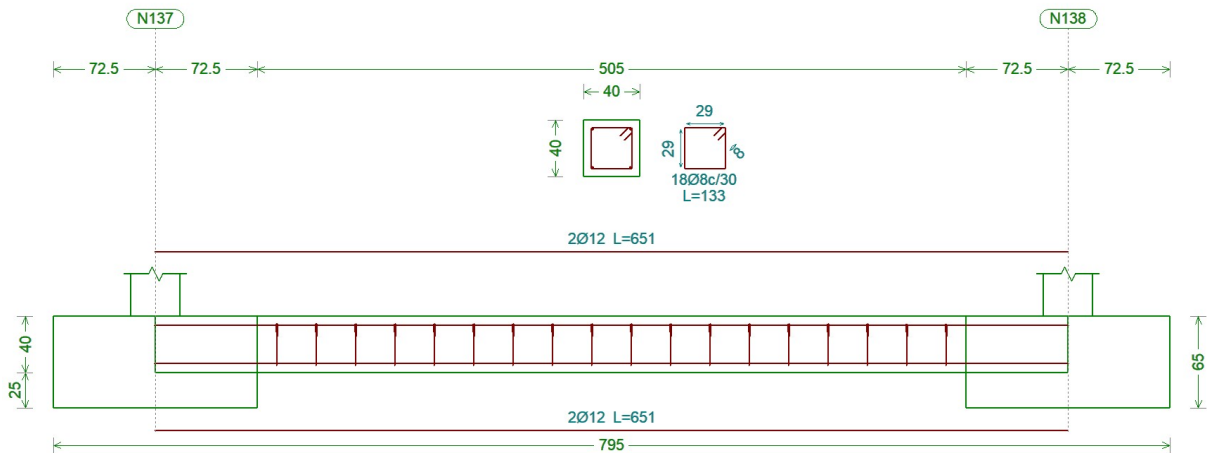
Fuente: CYPE 3D.

Para terminar con la cimentación, faltaría por calcular el otro elemento que la compone, es decir, las vigas de atado. Dichas vigas tendrán la misma sección en toda la cimentación, mientras que su longitud varía según la distancia entre las zapatas que une. En la Imagen 4 se muestra la viga de atado de que une las zapatas de referencia N137 y N138, que corresponden a zapatas de pilares de fachada.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Imagen 4. Viga de atado que une las referencias N137 y N138.

C.1



Fuente: CYPE 3D.

A continuación, en la Tabla 8 se detalla el listado de comprobaciones de la viga de atado indicada anteriormente.

Tabla 8. Listado de comprobaciones de la viga de atado.

Referencia: C.1 [N137-N138] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Fuente: CYPE 3D.

2.2. Placas de anclaje

Para el cálculo de las placas de anclaje se ha tenido en cuenta la verificación de los siguientes Estados Límite.

- Estado Límite Último de Agotamiento del apoyo.
- Estado Límite Último de Agotamiento de la placa a flexión.
- Estado Límite Último de Agotamiento de los pernos.
- Estado Límite Último de Anclaje de los pernos en el hormigón.

A continuación, en la Tabla 10 se muestra el listado de las comprobaciones realizadas para una placa de anclaje correspondiente a un pilar de pórtico, puesto que son los mayores perfiles obtenidos en el diseño, y por lo tanto los más solicitados. En concreto, la placa de anclaje comprobada como ejemplo corresponde a la de la intersección entre las alineaciones E y 11, como se puede comprobar en el Plano de cimentación, en el Documento IV: Planos.

1) Pilar IPE 400

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas (CTE DB SE-A 8.6.1):

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo α deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\alpha > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\alpha < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde K = 1.

Siendo:

β_w : Coeficiente de correlación.

f_u : Resistencia última de tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : Tensión normal perpendicular al plano de garganta.

τ_{\perp} : Tensión tangencial (en el plano de garganta) perpendicular al eje del cordón).

τ_{\parallel} : Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

Tabla 9. Soldadura de la placa de anclaje con el pilar.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1281	8.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

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)	$\tau_{ }$ (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

Fuente: CYPE 3D.

2) Placa de anclaje

Tabla 10. Listado de comprobaciones de la placa de anclaje.

Referencia: -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 6Ø25 mm L= 65 cm Patilla a 90º -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada. -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(650x150x7)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 86 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 96.79 kN Máximo: 87.51 kN Calculado: 10.02 kN Máximo: 125.01 kN Calculado: 111.1 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 96.79 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 200.995 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 10.02 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 73.954 MPa Calculado: 72.6006 MPa Calculado: 186.487 MPa Calculado: 216.161 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Referencia: -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 6Ø25 mm L= 65 cm Patilla a 90° -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada. -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(650x150x7)		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1559.53 Calculado: 1693.4 Calculado: 5032.36 Calculado: 4306.7	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: 184.101 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Fuente: CYPE 3D.

Tabla 11. Comprobaciones geométricas y de resistencia de la placa de anclaje.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	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 _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

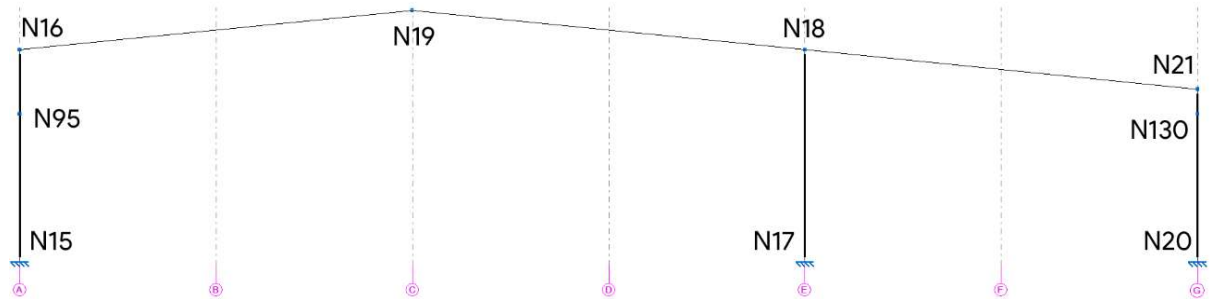
Fuente: CYPE 3D.

2.3. Pórtico interior

Para las comprobaciones de los elementos que componen el pórtico interior, al encontrarnos con una nave a un agua adosada a la nave principal, se mostrarán las comprobaciones por separado. La crujía es de 5 m, y de los 13 pórticos de los que se compone la nave, 11 son interiores. En concreto, como ejemplo para las comprobaciones, se comprobará el pórtico de la alineación 3, que se muestra en la Imagen 5.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Imagen 5. Pórtico interior correspondiente a la alineación 3.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

A continuación, en las Tablas 12 y 13 se muestran las características mecánicas de los elementos que componen el pórtico interior.

Tabla 12. Referencia de barras del pórtico interior.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
2	N15/N16, N17/N18, N16/N19, N18/N19, N20/N21, N21/N18

Fuente: CYPE 3D.

Tabla 13. Características mecánicas de las barras del pórtico interior.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	2	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130	1318	51.10

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Fuente: CYPE 3D.

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones de los E.L.U. de las barras que componen el pórtico interior expuesto anteriormente.

Tabla 14. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de las barras del pórtico interior.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{w1}	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		
N15/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.88 m η = 1.1	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 45.9	x: 0 m η = 1.2	η = 8.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 49.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.5	η < 0.1	CUMPLE η = 49.8	
N95/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 1.938 m η = 1.3	x: 0 m η = 3.9	x: 1.939 m η = 65.1	x: 0 m η = 0.3	η = 8.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.939 m η = 68.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.939 m η = 5.4	η < 0.1	CUMPLE η = 68.2	
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.778 m η = 2.0	x: 0 m η = 13.3	x: 6.779 m η = 38.9	x: 0 m η = 0.1	η = 5.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.779 m η = 43.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 43.5	
N16/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 13.065 m η = 1.8	x: 0.201 m η = 10.5	x: 0.201 m η = 64.6	x: 13.065 m η < 0.1	x: 0.201 m η = 9.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.131 m η < 0.1	x: 0.201 m η = 67.4	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.201 m η = 3.9	η < 0.1	CUMPLE η = 67.4
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 13.065 m η = 1.8	x: 0.201 m η = 10.5	x: 0.201 m η = 70.7	x: 0.201 m η = 0.1	x: 0.201 m η = 9.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.201 m η = 73.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.201 m η = 4.0	η < 0.1	CUMPLE η = 73.5	
N20/N130	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.88 m η = 0.7	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 21.0	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	CUMPLE η = 22.1	
N130/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0.638 m η = 0.8	x: 0 m η = 1.7	x: 0.639 m η = 16.6	x: 0 m η = 0.3	η = 3.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.639 m η = 18.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.639 m η = 2.8	η < 0.1	CUMPLE η = 18.1	
N21/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 12.863 m η = 1.0	x: 0.201 m η = 1.6	x: 12.864 m η = 31.1	x: 12.863 m η = 0.1	x: 12.864 m η = 5.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.201 m η < 0.1	x: 12.864 m η = 32.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 12.864 m η = 2.5	η < 0.1	CUMPLE η = 32.0

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Notación:

λ : 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, 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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (2) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

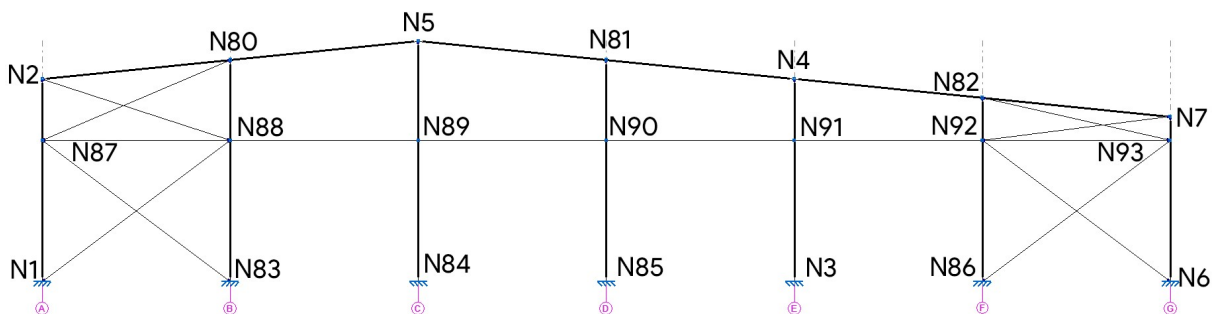
Fuente: CYPE 3D.

2.4. Pórtico de fachada

Al igual que con el pórtico interior, para mostrar las comprobaciones realizadas elegiremos el pórtico de fachada que corresponde con la fachada en la que se encuentran las dos naves adosadas, es decir, el de la alineación 1. Por simplicidad de diseño, se ha establecido que los perfiles de la nave adosada sean iguales a los de la nave principal.

En el pórtico de fachada se incluyen los sistemas de arriostramiento de fachada, también denominados Cruz de San Andrés.

Imagen 6. Pórtico de fachada correspondiente a la alineación 1.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

A continuación, en las Tablas 15 y 16 se muestran las características mecánicas de los elementos que componen el pórtico de fachada.

Tabla 15. Referencia de barras del pórtico de fachada.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N2/N5, N4/N5, N6/N7, N7/N4, N83/N80, N84/N5, N85/N81, N86/N82
3	N87/N88, N88/N89, N89/N90, N90/N91, N91/N92, N92/N93
4	N83/N87, N1/N88, N6/N92, N86/N93, N88/N2, N87/N80, N92/N7, N93/N82

Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 16. Características mecánicas de las barras del pórtico de fachada.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		3	SHS 100x3.0, (SHS)	11.40	4.85	4.85	176.77	176.77	278.63
		4	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Fuente: CYPE 3D.

A continuación, se muestran las comprobaciones realizadas sobre las diagonales del arriostramiento de fachada.

Tabla 17. Listado de comprobaciones de las diagonales del arriostramiento de fachada.

Barra s	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
N83/N87	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.4$
N1/N88	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.6$
N6/N92	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.2$
N86/N93	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.7$
N88/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 6.501 m $\eta = 5.5$	x: 0.162 m $\eta = 3.9$	x: 3.332 m $\eta = 10.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.162 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.558 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 1.351 m $\eta = 18.5$	x: 0.558 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.5$
N87/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 6.612 m $\eta = 4.0$	x: 0.147 m $\eta = 4.1$	x: 3.38 m $\eta = 10.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.147 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.551 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 1.359 m $\eta = 18.9$	x: 0.551 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.9$
N92/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.946 m $\eta = 5.9$	x: 0.4 m $\eta = 3.3$	x: 3.173 m $\eta = 8.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.4 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.747 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 1.44 m $\eta = 14.9$	x: 0.747 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.9$
N93/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.56 m $\eta = 3.0$	x: 0.227 m $\eta = 4.6$	x: 2.894 m $\eta = 7.3$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.227 m $\eta = 0.3$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.56 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.894 m $\eta = 22.1$	x: 0.56 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 22.1$

Fuente: CYPE 3D.

Por otro lado, el listado de comprobaciones de los pilares y los dinteles correspondientes al pórtico de fachada se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de las barras del pórtico de fachada.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w,max}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _y	V _z	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
N1/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.829 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 0 m $\eta = 36.0$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 2.4$	CUMPLE $\eta = 44.3$
N87/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.983 m $\eta = 1.0$	x: 0.05 m $\eta = 1.5$	x: 0.05 m $\eta = 2.9$	x: 0.05 m $\eta = 22.6$	x: 0.05 m $\eta = 1.5$	x: 0.05 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 24.5$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 24.5$
N3/N91	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.83 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 37.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 7.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.3$
N91/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.983 m $\eta = 1.1$	x: 0.05 m $\eta = 2.0$	x: 0.05 m $\eta = 12.3$	x: 0.05 m $\eta = 0.2$	x: 1.984 m $\eta = 3.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 13.5$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.5$
N2/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.485 m $\eta < 0.1$	x: 0.041 m $\eta = 3.7$	x: 6.486 m $\eta = 9.2$	x: 6.486 m $\eta = 2.4$	x: 6.486 m $\eta = 3.1$	x: 0.041 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.486 m $\eta = 13.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 6.486 m $\eta = 3.1$	x: 0.041 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 13.1$

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

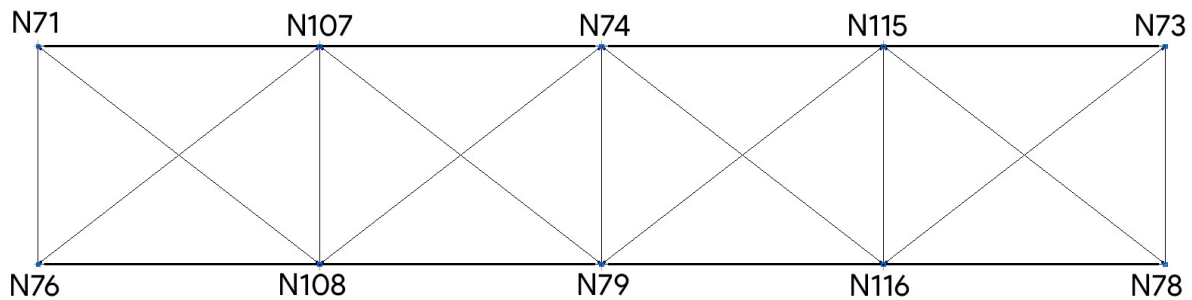
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_c	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N80/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.485 m $\eta = 3.4$	x: 0.046 m $\eta = 5.3$	x: 0.046 m $\eta = 9.1$	x: 0.046 m $\eta = 3.7$	x: 0.046 m $\eta = 2.7$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.046 m $\eta = 15.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.046 m $\eta = 2.7$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 15.4$
N4/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.485 m $\eta = 4.6$	x: 0.046 m $\eta = 6.4$	x: 6.486 m $\eta = 7.6$	x: 6.486 m $\eta = 1.7$	x: 6.486 m $\eta = 2.6$	x: 0.046 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.486 m $\eta = 13.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 6.486 m $\eta = 2.6$	x: 0.046 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 13.0$
N81/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.485 m $\eta = 4.6$	x: 0.046 m $\eta = 6.2$	x: 0.046 m $\eta = 7.3$	x: 0.046 m $\eta = 2.7$	x: 0.046 m $\eta = 2.6$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.046 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.046 m $\eta = 2.6$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 13.6$
N6/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.829 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 35.8$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	CUMPLE $\eta = 43.7$
N93/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.683 m $\eta = 0.7$	x: 0.05 m $\eta = 0.8$	x: 0.05 m $\eta = 1.5$	x: 0.05 m $\eta = 22.5$	x: 0.05 m $\eta = 1.0$	x: 0.05 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 23.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.4$
N7/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.041 m $\eta = 3.5$	x: 6.486 m $\eta = 8.9$	x: 2.297 m $\eta = 2.4$	x: 6.486 m $\eta = 3.0$	x: 0.041 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.486 m $\eta = 12.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 6.486 m $\eta = 3.0$	x: 0.041 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 12.7$
N82/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.485 m $\eta = 3.0$	x: 0.046 m $\eta = 5.4$	x: 0.046 m $\eta = 9.3$	x: 0.046 m $\eta = 3.0$	x: 0.046 m $\eta = 2.7$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.046 m $\eta = 14.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.046 m $\eta = 2.7$	x: 0.046 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 14.8$
N83/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.83 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 43.8$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 44.8$
N88/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.633 m $\eta = 1.1$	x: 0.05 m $\eta = 3.8$	x: 0.05 m $\eta = 18.0$	x: 0.05 m $\eta = 0.3$	x: 2.634 m $\eta = 4.9$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 19.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.6$
N84/N89	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.83 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 12.7$	x: 0 m $\eta = 50.0$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 52.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 52.0$
N89/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.283 m $\eta = 1.9$	x: 0.05 m $\eta = 4.9$	x: 0.252 m $\eta = 19.4$	x: 0.05 m $\eta = 0.1$	x: 3.284 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.252 m $\eta = 21.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 21.4$
N85/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.83 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 36.3$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 37.1$
N90/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.633 m $\eta = 1.2$	x: 0.05 m $\eta = 3.5$	x: 0.05 m $\eta = 14.8$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 2.634 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 15.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$
N86/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.83 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 32.7$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 7.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 33.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 7.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 33.8$
N92/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.333 m $\eta = 1.3$	x: 0.05 m $\eta = 2.2$	x: 0.05 m $\eta = 9.5$	x: 0.05 m $\eta = 0.7$	x: 1.334 m $\eta = 3.8$	$\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 10.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.9$

Fuente: CYPE 3D.

2.5. Arriostramiento de cubierta

En la nave hay un total de 4 sistemas de arriostramiento de cubierta, que se encuentran en los vanos 1, 5, 7 y 11. Para mostrar las comprobaciones como ejemplo, se mostrará el listado de uno de ellos, en concreto el del vano 11, puesto que los demás son muy similares.

Imagen 7. Arriostramiento de cubierta correspondiente al vano 11.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

En las Tablas 19 y 20 se muestran las características mecánicas de los montantes, que trabajan a compresión, y las diagonales, que trabajan a tracción.

Tabla 19. Referencias de las barras del arriostramiento de cubierta.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
6	N71/N76, N73/N78
8	N107/N108, N74/N79, N115/N116
9	N71/N108, N76/N107, N108/N74, N107/N79, N115/N79, N116/N74, N78/N115, N73/N116

Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 20. Características mecánicas de las barras del arriostramiento de cubierta.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	6	SHS 80x3.0, (SHS)	9.00	3.85	3.85	87.64	87.64	139.87
		8	SHS 90x3.0, (SHS)	10.20	4.35	4.35	127.05	127.05	201.36
		9	L 75 x 75 x 6, (L)	8.73	4.14	4.14	45.83	45.83	1.04

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Fuente: CYPE 3D.

A continuación, se muestran los listados de comprobación, por un lado, de los montantes, y por otro de las diagonales.

Tabla 21. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de los montantes del arriostramiento de cubierta.

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 _v V _z	M _t V _y	
N71/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta = 46.4$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 5 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 52.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	
N107/N108	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 31.6$	x: 5 m $\eta = 25.6$	x: 5 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 61.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	
N74/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta = 20.9$	x: 5 m $\eta = 24.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 47.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	
N115/N116	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 31.3$	x: 5 m $\eta = 21.5$	x: 5 m $\eta = 4.0$	x: 5 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 60.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 5 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	
N73/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta = 46.1$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 5 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 52.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	

Fuente: CYPE 3D.

Tabla 22. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de las diagonales del arriostramiento de cubierta.

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 _v V _z	M _t V _y		
N71/N108	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.9$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N76/N107	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N108/N74	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N107/N79	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.3$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N115/N79	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N116/N74	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N78/N115	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		
N73/N116	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾		

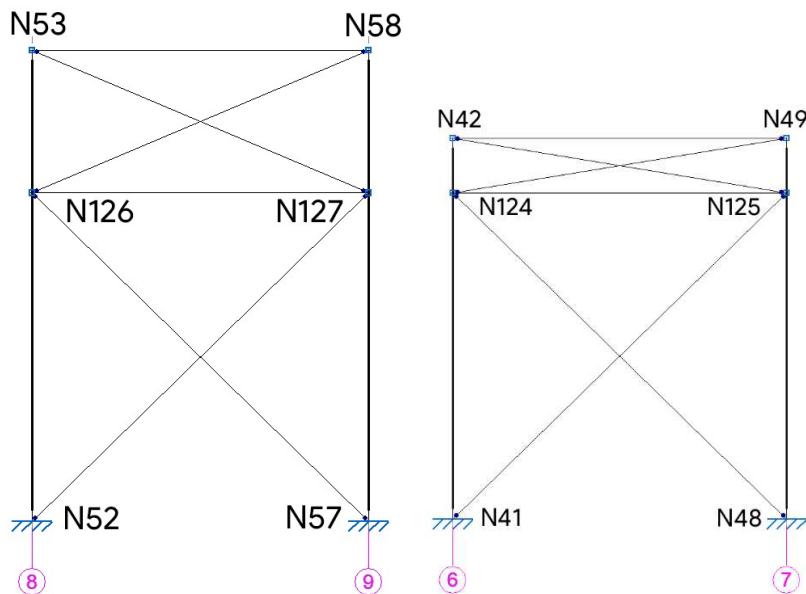
Fuente: CYPE 3D.

Como puede comprobarse, para las diagonales del arriostramiento de cubierta solo es necesaria la comprobación de la esbeltez mínima.

2.6. Arriostramiento lateral

En el caso del arriostramiento lateral se distingue entre dos tipos, el perteneciente a la nave principal y el perteneciente a la nave adosada. A continuación, en la Imagen 8 se muestran ambos tipos de arriostramiento, siendo el de la nave principal el de la izquierda y el de la nave adosada el de la derecha, correspondientes a los vanos 8 y 6, respectivamente.

Imagen 8. Arriostramiento de fachada lateral.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

A continuación, en las Tablas 23 y 24 se muestran las características mecánicas de los perfiles que conforman el arriostramiento de fachada.

Tabla 23. Referencias de las barras del arriostramiento lateral.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
6	N42/N49, N53/N58, N124/N125, N126/N127
7	N125/N42, N124/N49, N48/N124, N41/N125, N127/N53, N126/N58, N52/N127, N57/N126

Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 24. Características mecánicas de las barras del arriostramiento lateral.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	6	SHS 80x3.0, (SHS)	9.00	3.85	3.85	87.64	87.64	139.87
		7	L 75 x 75 x 5, (L)	7.34	3.50	3.50	38.77	38.77	0.60

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

En los siguientes listados se muestran las comprobaciones de los E.L.U. por un lado de los montantes (Tabla 25) y por otro de las diagonales (Tabla 26) del arriostramiento de cubierta.

Tabla 25. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de los montantes del arriostramiento lateral.

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	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N42/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 21.8$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 4.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 1.9$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 26.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 26.9$
N53/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.8$	$\eta = 3.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.3$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N124/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$\eta = 32.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$x: 4.95 \text{ m}$ $\eta = 1.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 36.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 36.6$
N126/N127	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 7.7$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.3$

Fuente: CYPE 3D.

Tabla 26. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de las diagonales del arriostramiento lateral.

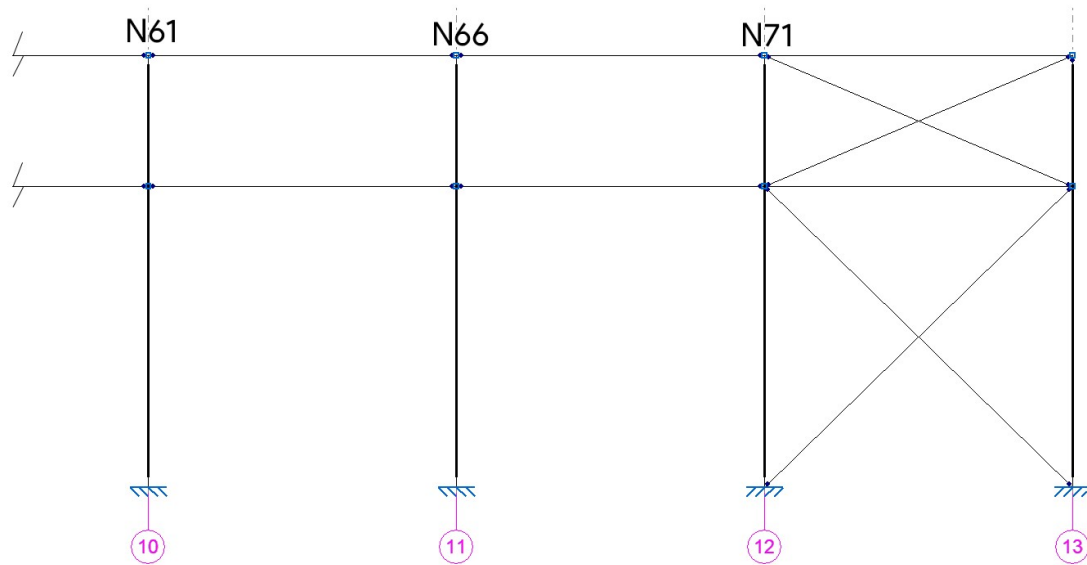
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N125/N42	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.3$
N124/N49	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.3$
N48/N124	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.0$
N41/N125	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.6$
N127/N53	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N126/N58	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N52/N127	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 13.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.4$
N57/N126	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.5$

Fuente: CYPE 3D.

2.7. Viga perimetral

Para la viga perimetral se ha escogido el mismo perfil en todo el establecimiento. La Imagen 9 muestra parcialmente la viga perimetral.

Imagen 9. Viga perimetral.



Fuente: CYPE 3D. Edición propia.

A continuación, se muestran las características mecánicas y el listado de comprobaciones de la parte de la viga perimetral mostrada, que será suficiente como ejemplo, ya que el perfil es el mismo en toda la nave.

Tabla 27. Referencias de las barras de la viga perimetral.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
5	N61/N66, N66/N71

Fuente: CYPE 3D.

Tabla 28. Características mecánicas de las barras de la viga perimetral.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	5	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.45
<p><i>Notación:</i> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I_t: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 29. Listado de comprobaciones de los E.L.U. de las barras de la viga perimetral.

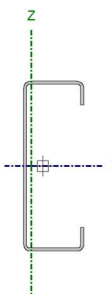
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N61/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$\eta = 2.6$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P.(6)	x: 2.5 m $\eta = 6.6$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 6.6$
N66/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$\eta = 2.6$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P.(6)	x: 2.5 m $\eta = 6.6$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 6.6$

Fuente: CYPE 3D.

2.8. Correas de cubierta

Para las correas de cubierta se ha elegido un perfil CF-140x3.0 de acero S235, con el que se consigue un aprovechamiento por resistencia del 82.56%. La separación entre las correas es de 1.75m, las mismas están fijadas a los dinteles mediante ejiones (fijación rígida) cada 3 vanos y el límite de flecha establecido es de L/300. En la Tabla 30 se muestran las características del perfil utilizado.

Tabla 30. Características del perfil de las correas de cubierta.

Perfil: CF-140x3.0 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)
	0.871, 60.000, 7.087	0.871, 55.000, 7.087	5.000	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04	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									

Fuente: CYPE 3D.

A continuación, se detallan las comprobaciones realizadas para la barra péxima en cubierta.

Tabla 31. Comprobaciones de la barra péxima en cubierta.

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	$N_t M_y M_z$		$N_t M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t N M_y M_z V_y V_z$
péxima en cubierta	b / t $\leq (b / t)_{\text{máx}}$ Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 5 m $\eta = 82.6$	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	x: 5 m $\eta = 13.9$	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	CUMPLE $\eta = 82.6$

Fuente: CYPE 3D.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{42.7} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{12.7} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c / b : \underline{0.368}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{128.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{38.00} \text{ mm}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.826} \quad \checkmark$$

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 55.000, 7.087, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{5.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{7.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{el} : \underline{32.07} \text{ cm}^3$$

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.139} \quad \checkmark$$

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 55.000, 7.087, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{7.28} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{b,Rd} : \underline{52.33} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{134.36} \text{ mm}$$

t : Espesor.

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

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.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

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

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.52}$$

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.

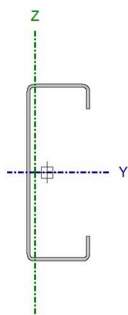
PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

El perfil cumple todas las comprobaciones de flecha, y consigue un aprovechamiento de flecha del 95.17%.

2.9. Correas laterales

Para el caso de las correas laterales también se ha elegido un perfil CF-140x3.0 de acero S235, con el que se consigue un aprovechamiento por resistencia del 58.23%. La separación entre las correas es de 1.50m, las mismas están fijadas a los pilares mediante ejiones (fijación rígida) cada 3 vanos y el límite de flecha establecido es de L/300. En la Tabla 30 se muestran las características del perfil utilizado.

Tabla 32. Características del perfil de las correas laterales.

Perfil: CF-140x3.0 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)
		0.000, 5.000, 0.750	0.000, 0.000, 0.750	5.000	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04
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									

Fuente: CYPE 3D.

A continuación, se detallan las comprobaciones realizadas para la barra pésima en lateral.

Tabla 33. Comprobaciones de la barra pésima en lateral.

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: 0 m η = 58.2	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 9.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 58.2

Fuente: CYPE 3D.

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

Se debe satisfacer:

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{42.7} \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{12.7} \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c / b : \underline{0.368}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{128.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{38.00} \text{ mm}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.582} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el 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.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{4.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Para flexión negativa:

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

$M_{y,Ed}$: 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 7.18 kN·m

Donde:

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

W_{el} : 32.07 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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.095 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(270°) H1.

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

V_{Ed} : 4.99 kN

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

$V_{b,Rd}$: 52.33 kN

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

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

Donde:

h_w : Altura del alma.

t : Espesor.

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

$$h_w : \underline{134.36} \text{ mm}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

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

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.52}$$

Donde:

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

E : Módulo de elasticidad.

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

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

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

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

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.

El perfil cumple todas las comprobaciones de flecha, y consigue un aprovechamiento de flecha del 73.70%.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

DOCUMENTO III

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ÍNDICE DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno	1
Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones	3
2.1.- Regularización	3
2.2.- Superficiales	3
2.3.- Arriostramientos	3
Presupuesto parcial nº 3 Estructuras	4
3.1.- Acero	4
Presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones	5
Presupuesto parcial nº 5 Cubiertas	7
5.1.- Inclinas	7
5.2.- Lucernarios	7
Presupuesto parcial nº 6 Gestión de residuos	8
6.1.- Gestión de tierras	8
Presupuesto de ejecución material	9
Cuadro de precios de mano de obra y maquinaria	10

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.			
		Total m²:	6.900,000	1,03	7.107,00
1.2	M ³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.			
		Total m³:	162,270	5,47	887,62
1.3	M ³	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.			
		Total m³:	292,500	23,56	6.891,30

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

1.4 M² Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.

Total m²:	1.950,000	23,48	45.786,00
Total presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :			60.671,92

Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
2.1.- Regularización					
2.1.1	M ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.			
		Total m²:	228,809	7,71	1.764,12
			<u>Total subcapítulo 2.1.- Regularización:</u>		1.764,12
2.2.- Superficiales					
2.2.1	M ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores. Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.			
		Total m³:	138,220	143,27	19.802,78
			<u>Total subcapítulo 2.2.- Superficiales:</u>		19.802,78
2.3.- Arriostramientos					
2.3.1	M ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.			
		Total m³:	24,050	151,85	3.651,99
			<u>Total subcapítulo 2.3.- Arriostramientos:</u>		3.651,99
		Total presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :			25.218,89

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
3.1.- Acero					
3.1.1	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas.			
		Total kg	44.619,030	1,63	72.729,02
3.1.2	Kg	Acero UNE-EN 10219-1 S275J0H, en pilares formados por piezas simples de perfiles huecos conformados en frío de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.			
		Total kg	1.846,120	1,79	3.304,55
3.1.3	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en viguetas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.			
		Total kg	4.834,130	1,99	9.619,92
3.1.4	Kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra. Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones atornilladas.			
		Total kg	13.414,200	1,97	26.425,97
<u>Total subcapítulo 3.1.- Acero:</u>					112.079,46
Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras :					112.079,46

Presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
4.1	M ²	Suministro y montaje vertical de fachada de paneles sándwich aislantes, de 40 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 , con juntas diseñadas para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado. Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del remate inferior de la fachada. Colocación de juntas. Colocación y fijación del primer panel. Colocación y fijación del resto de paneles, según el orden indicado. Remates.			
		Total m²:	1.319,450	51,02	67.318,34
4.2	Ud	Abrigo retráctil para muelle de carga y descarga, de 3450x3400x600 mm, con abertura frontal de 2250x2500 mm, de lona de PVC reforzada con poliéster, color negro, con lona superior de 900 mm de altura y lonas laterales de 600 mm de anchura, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado, con brazos telescópicos y marco delantero móvil. Incluso limpieza previa del soporte, ajuste y fijación en obra, perfiles angulares de aluminio, canalón lateral para evacuación del agua y cuerdas de tensado elásticas. Totalmente montado. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje del abrigo. Ajuste y fijación del abrigo.			
		Total Ud:	2,000	1.472,05	2.944,10
4.3	Ud	Puerta basculante para garaje, pre-leva de compensación por contrapesos, formada por chapa plegada de acero galvanizado, de textura acanalada, 400x250 cm, con acabado prelacado de color blanco. Apertura automática con equipo de motorización (incluido en el precio). Incluso material de conexionado eléctrico, juego de herrajes, tirantes de sujeción, cerradura y tirador a dos caras. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Incluye: Colocación y fijación del cerco. Instalación de la puerta de garaje. Montaje de los tirantes de sujeción. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Conexionado eléctrico. Repaso y engrase de mecanismos. Puesta en marcha.			
		Total Ud:	1,000	3.817,13	3.817,13

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

4.4	Ud Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre.	Total Ud	2,000	440,94	881,88
4.5	Ud Ventanal fijo de PVC, dimensiones 2200x1000 mm, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con premarco sin persiana.	Total Ud	24,000	199,14	4.779,36
4.6	Ud Ventanal fijo de PVC, dimensiones 2200x2200 mm, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja.	Total Ud	2,000	781,62	1.563,24
Total presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones :					81.304,05

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Presupuesto parcial nº 5 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
<i>5.1.- Inclinadas</i>					
5.1.1	M ²	Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente mayor del 10%, con paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1000 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , y accesorios, fijados mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de elementos de fijación, accesorios y juntas. Incluye: Replanteo de los paneles por faldón. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles.			
		Total m²:	1.742,380	27,50	47.915,45
			<i>Total subcapítulo 9.2.- Inclinadas:</i>		47.915,45
<i>5.2.- Lucernarios</i>					
5.2.1	M ²	Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 8 m, revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, perfiles universales de aluminio con gomas de estanqueidad de EPDM, tornillos de acero inoxidable y piezas especiales para la colocación de las placas. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad. Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfiles de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.			
		Total m²:	127,620	302,43	38.596,12
			<i>Total subcapítulo 9.4.- Lucernarios:</i>		38.596,12
		Total presupuesto parcial nº 9 Cubiertas :			86.511,57

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Presupuesto parcial nº 6 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
<i>6.1.- Gestión de tierras</i>					
6.1.1	M ³	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia no limitada. Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.			
		Total m³:	178,497	5,55	990,66
					<u>990,66</u>
		Total presupuesto parcial nº 13 Gestión de residuos :			990,66

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Presupuesto de ejecución material

1 Acondicionamiento del terreno	60.671,92
2 Cimentaciones	25.218,89
2.1.- Regularización	1.764,12
2.2.- Superficiales	19.802,78
2.3.- Arriostramientos	3.651,99
3 Estructuras	112.079,46
3.1.- Acero	112.079,46
4 Fachadas y particiones	81.304,05
5 Cubiertas	86.511,57
5.1.- Inclinas	47.915,45
5.2.- Lucernarios	38.596,12
6 Gestión de residuos	990,66
6.1.- Gestión de tierras	990,66
Total	366.776,55

Presupuesto de ejecución material (PEM): 366.776,55 €

12% Gastos generales: 44.013,19 €

6% Beneficio industrial: 22.006,59 €

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC=PEM+GG+BB): 432.796,33 €

21% IVA: 90.887,23 €

Presupuesto base de licitación (PBL=PEC+IVA): 523.683,56 €

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de QUINIENTOS VIENTITRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Cuadro de precios de mano de obra y maquinaria

En las Tablas 1 y 2 se muestran los cuadros de precios de mano de obra y maquinaria, respectivamente, en los que se desglosan los importes de la mano de obra y la maquinaria.

Tabla 1. Cuadro de precios de mano de obra.

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad (h)	Total (€)
1	mo047	Oficial 1ª montador de estructura metálica	19,370	1.142,533	22.021,05
2	mo045	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón	19,370	10,010	195,09
3	mo043	Oficial 1ª ferrallista	19,370	15,440	299,02
4	mo051	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales	19,110	416,898	7.965,30
5	mo003	Oficial 1ª electricista	19,110	5,146	98,34
6	mo011	Oficial 1ª montador	19,110	404,911	7.737,54
7	mo018	Oficial 1ª cerrajero	18,820	46,542	875,84
8	mo020	Oficial 1ª construcción	18,560	202,953	3.763,52
9	mo090	Ayudante ferrallista	18,290	20,831	381,29
10	mo094	Ayudante montador de estructura metálica	18,290	905,304	16.659,21
11	mo092	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón	18,290	50,773	928,18
12	mo112	Peón especializado construcción	17,590	171,600	3.022,50
13	mo059	Ayudante cerrajero	17,580	35,314	620,92
14	mo077	Ayudante construcción	17,530	101,400	1.774,50
15	mo098	Ayudante montador de cerramientos industriales	17,530	416,898	7.303,37
16	mo080	Ayudante montador	17,530	404,911	7.097,81
17	mo113	Peón ordinario construcción	17,280	283,785	4.915,15
			Total mano de obra:		85.658,63

Fuente: Arquímedes.

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Tabla 2. Cuadro de precios de maquinaria.

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad (h)	Total (€)
1	mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón	170,000	11,700	1.989,00
2	mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW	42,230	22,312	942,46
3	mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³	40,230	144,900	5.796,00
4	mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	40,080	2,925	117,00
5	mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW	36,520	19,472	710,74
6	mq06cor020	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón	9,500	171,600	1.638,00
7	mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil	9,270	30,128	277,88
8	mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible	6,390	44,460	283,73
9	mq06vib020	Regla vibrante de 3 m	4,670	163,800	760,50
10	mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	3,200	148,545	479,04
			Total mano de obra:		12.994,35

Fuente: Arquímedes.

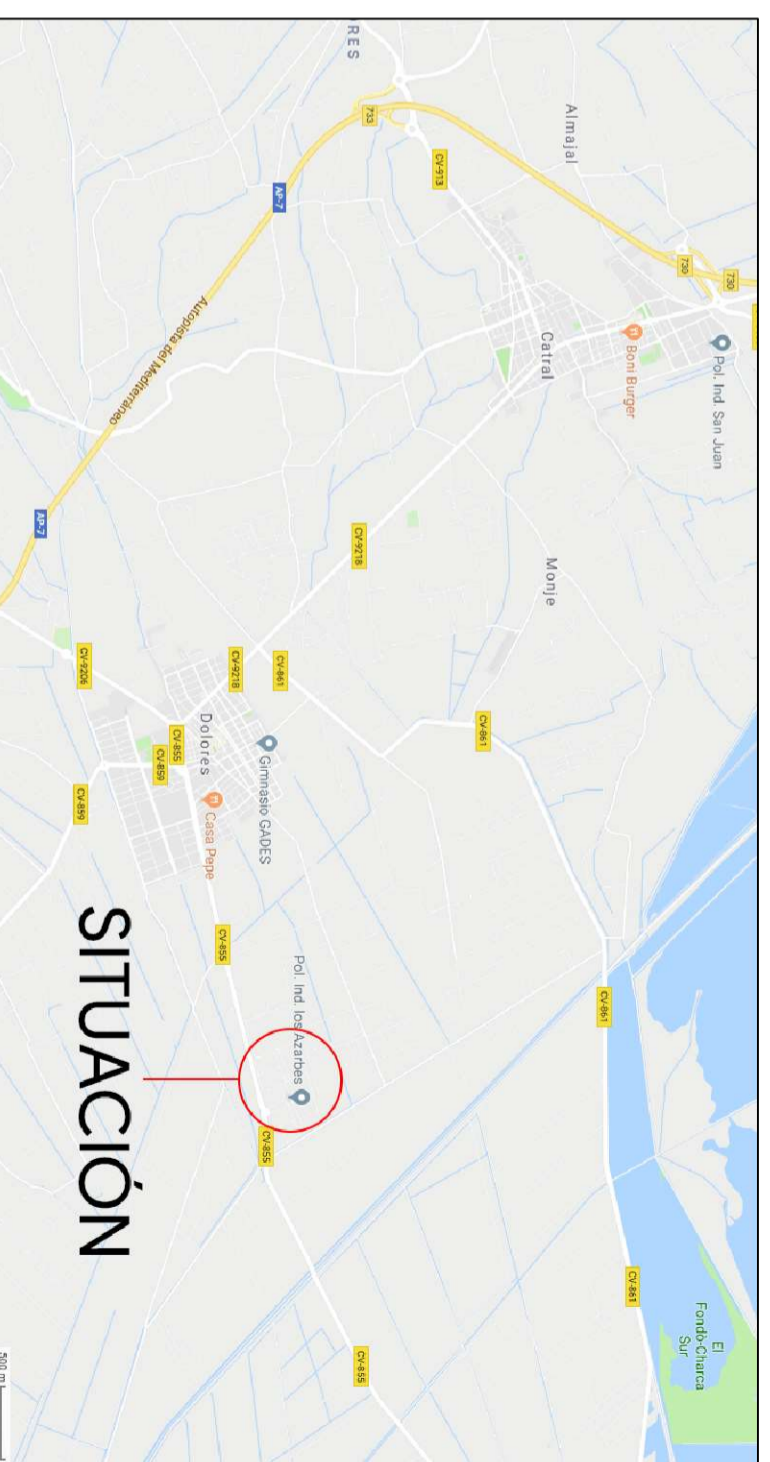
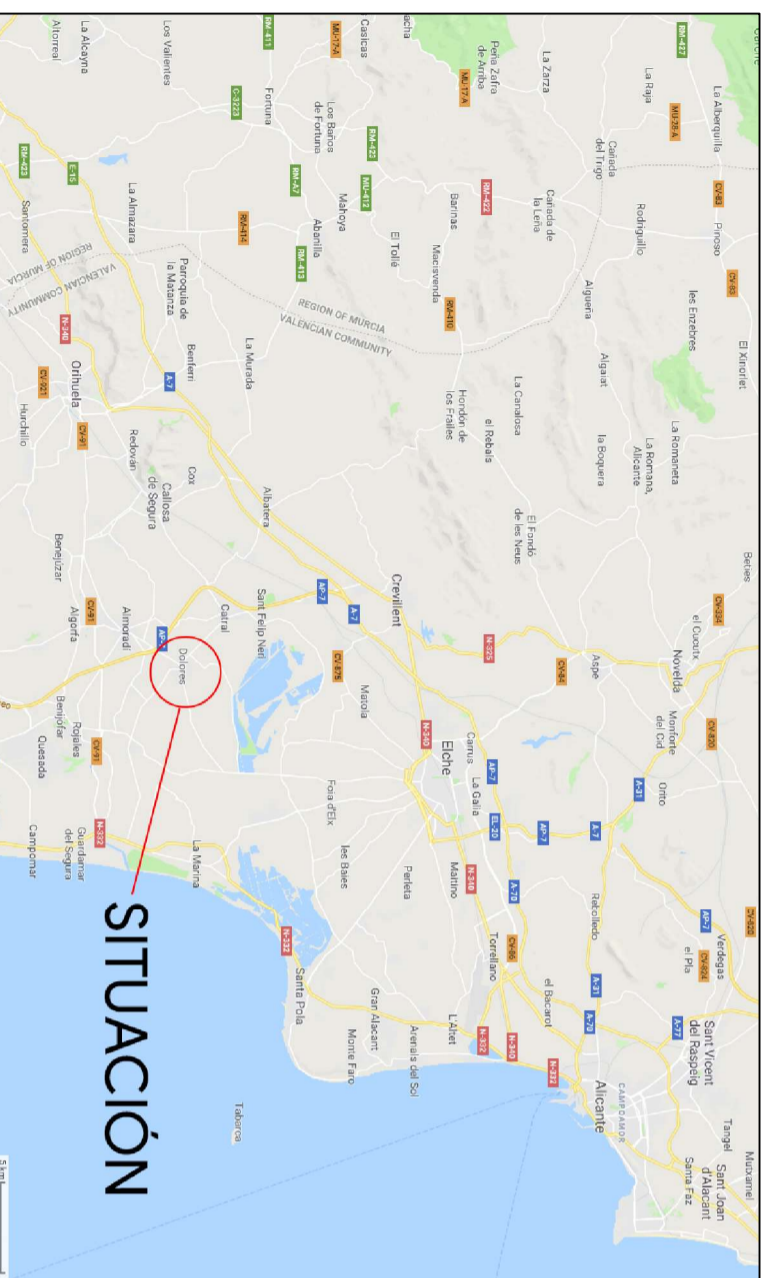
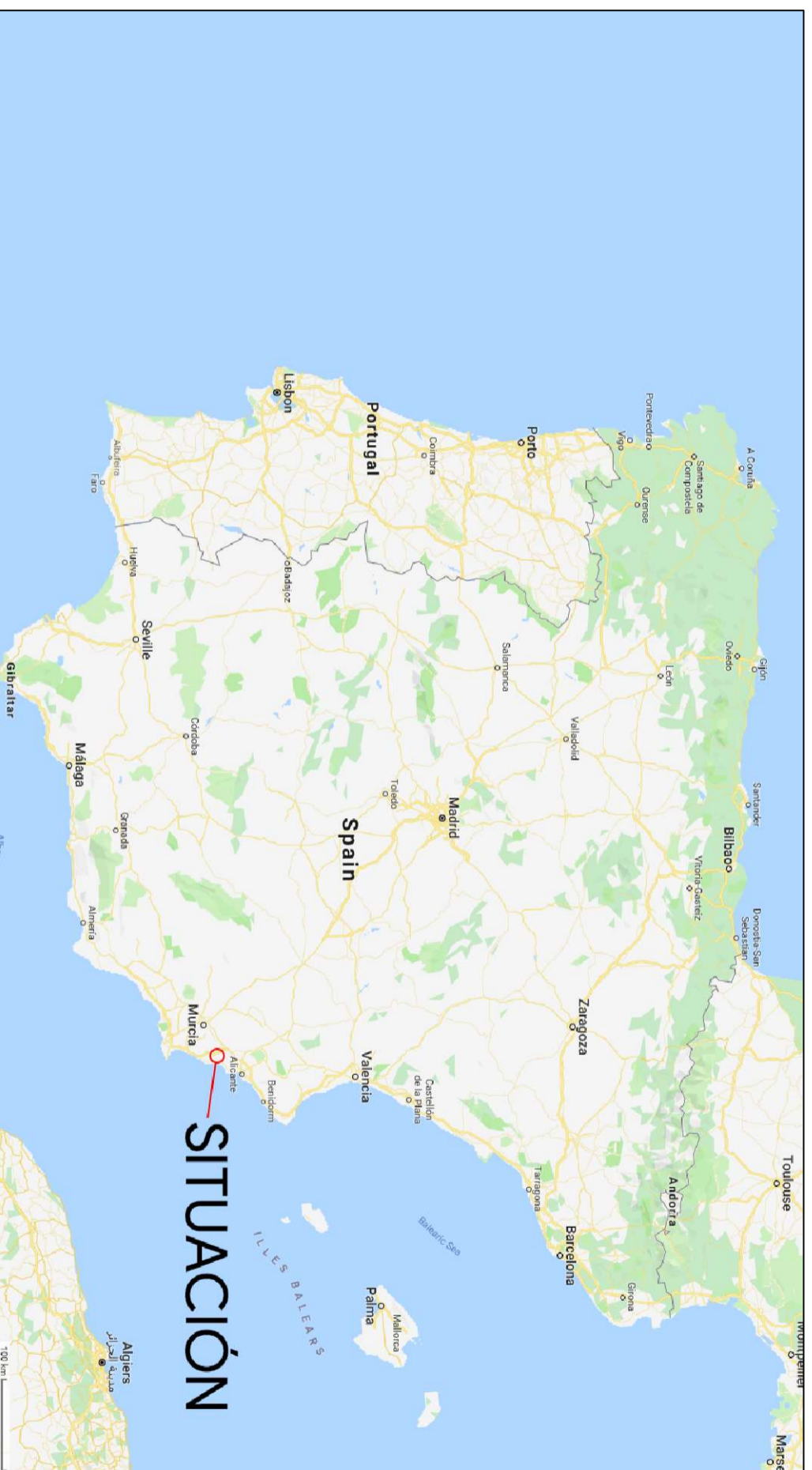
PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

DOCUMENTO IV

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

1. Situación	1
2. Parcela	2
2.1. Emplazamiento	2
2.2. Parcela	3
3. Replanteo	4
4. Vista 3D de la Estructura	5
5. Cimentación	6
5.1. Cimentación	6
5.2. Detalle de Zapatas	7
5.3. Detalle de Vigas de Atado	8
6. Pórticos	9
6.1. Pórtico de Fachada (Alineación 1)	9
6.2. Pórtico Interior (Alineaciones 2 a 6)	10
6.3. Pórtico Interior-Fachada (Alineación 7)	11
6.4. Pórtico Interior (Alineaciones 8 a 12)	12
6.5. Pórtico de Fachada (Alineación 13)	13
7. Fachada Lateral	14
7.1a. Fachada Lateral (Alineación A)	14
7.1b. Fachada Lateral (Alineación A)	15
7.2a. Fachada Lateral (Alineación E)	16
7.2b. Fachada Lateral (Alineación E)	17
7.3a. Fachada Lateral (Alineación G)	18
7.3b. Fachada Lateral (Alineación G)	19
8a. Cubierta	20
8b. Cubierta	21
9. Cerramientos	22
9.1. Cerramiento de Fachada	22
9.2. Cerramiento de Cubierta	23







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

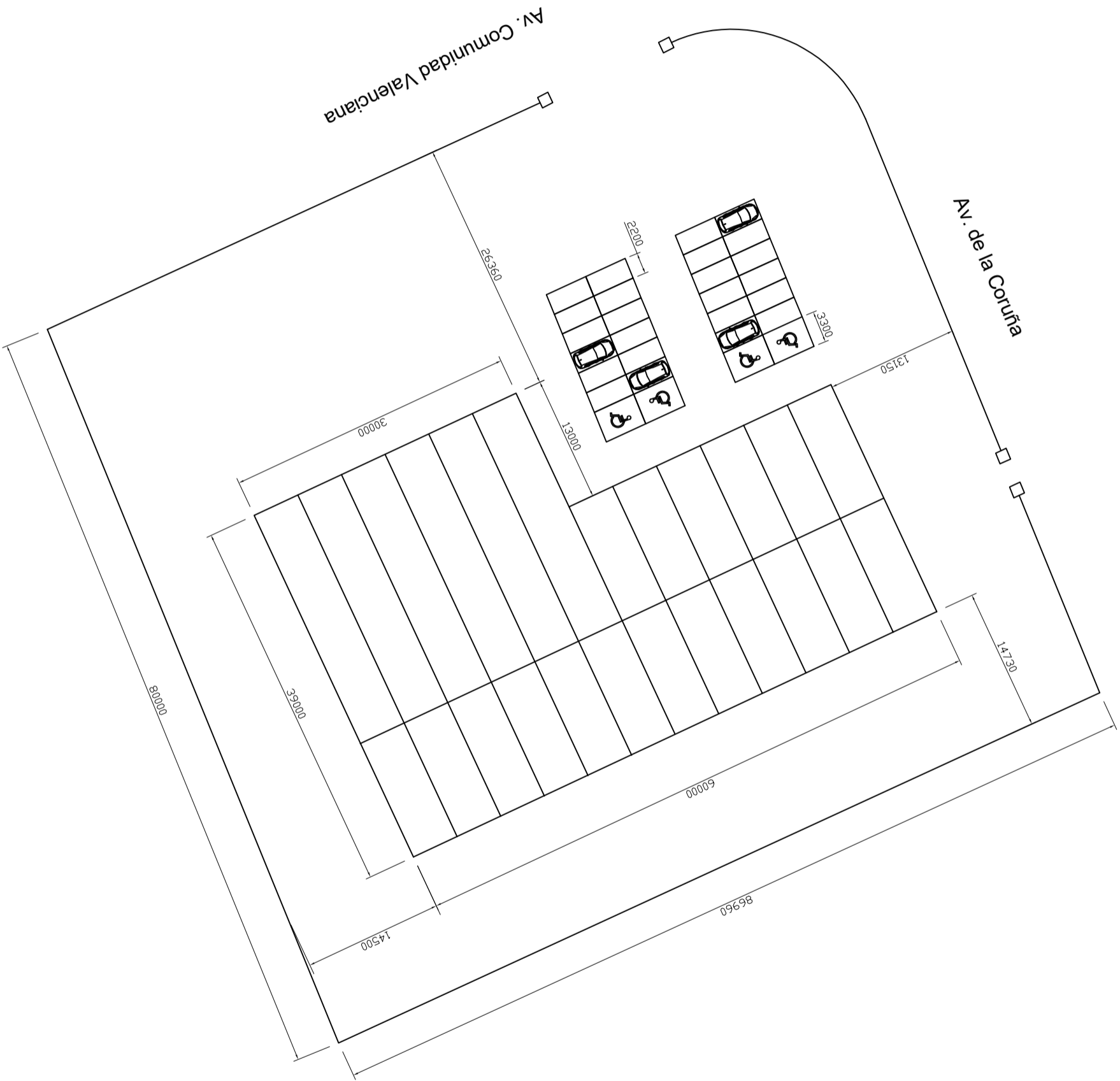
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS
INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE
1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACION DE CAJAS
DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
DOLORES (ALICANTE)

Plano: PARCELA
Autor: JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

Fecha: JUNIO
2019
Escala: 1:500

Nº Plano: 2.2



60000



Cota de solera: 4 m.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACION DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

Plano:

REPLANTEO

Autor:

JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

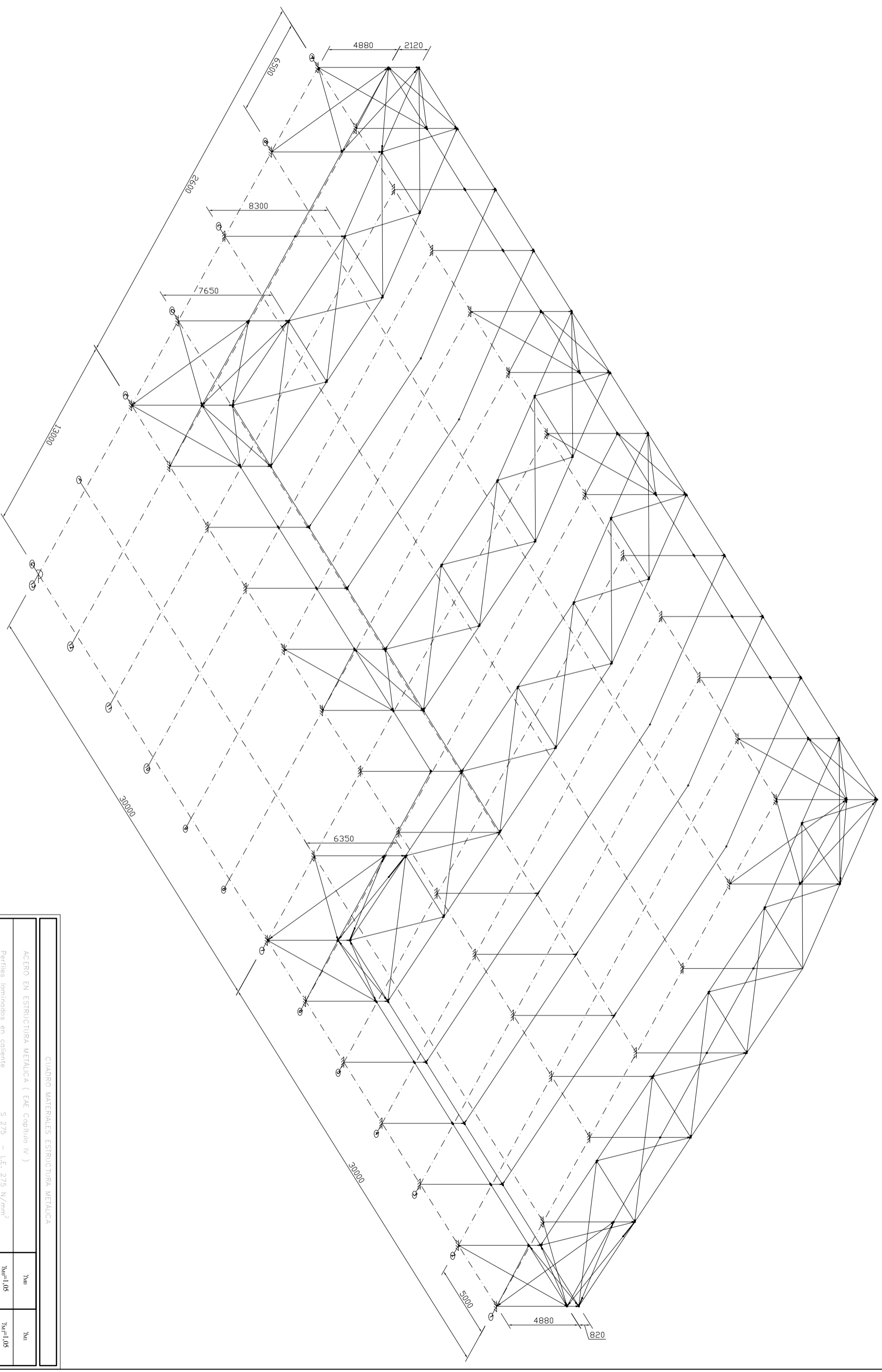
Fecha:

JUNIO
2019

Escala:

Nº Plano:

3



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	Ym	Ym	
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	Ym=1,05	Ym=1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	Ym=1,05	Ym=1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DOLORES (ALICANTE)

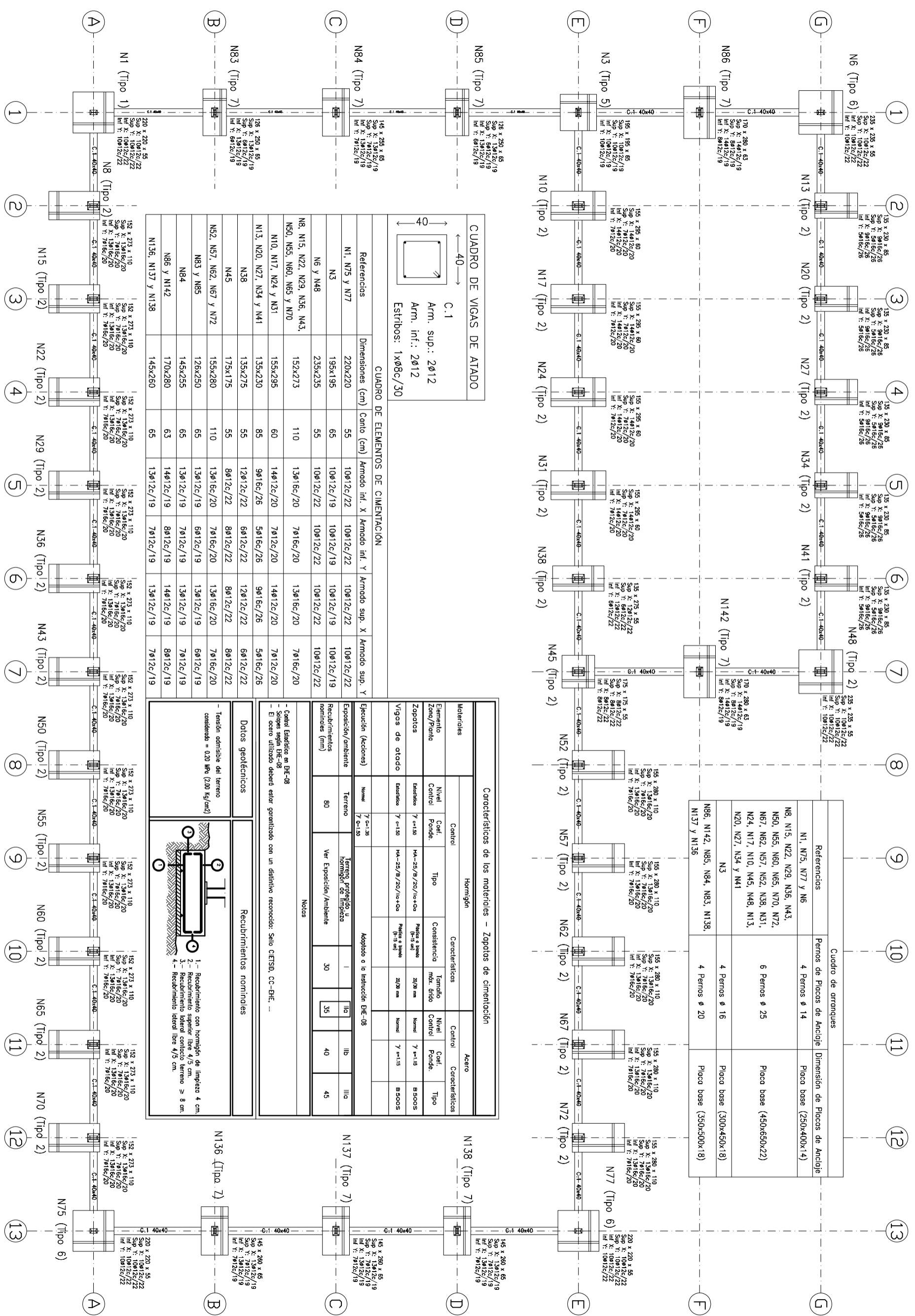
Plano: VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA

Autor: JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

Fecha: JUNIO 2019

Escala: 1:200

Nº Plano: 4



Características de los materiales - Zapatos de cimentación

Materiales	Hormigón		Acero	
	Control	Características	Control	Características
Elemento	Nivel Control	HA-25/B/20/10c+0a	Nivel Control	Coef. Ponde. B500S
Zapatos	7 c=120	HA-25/B/20/10c+0a	7 c=120	Normal B500S
Vigas de atado	7 c=150	HA-25/B/20/10c+0a	7 c=150	Normal B500S

Exposición/ambiente	Terreno	Terrazo protegido u hormigón de limpieza	Ver Exposición/Ambiente
Recubrimientos nominales (mm)	80	30	35
			40
			45

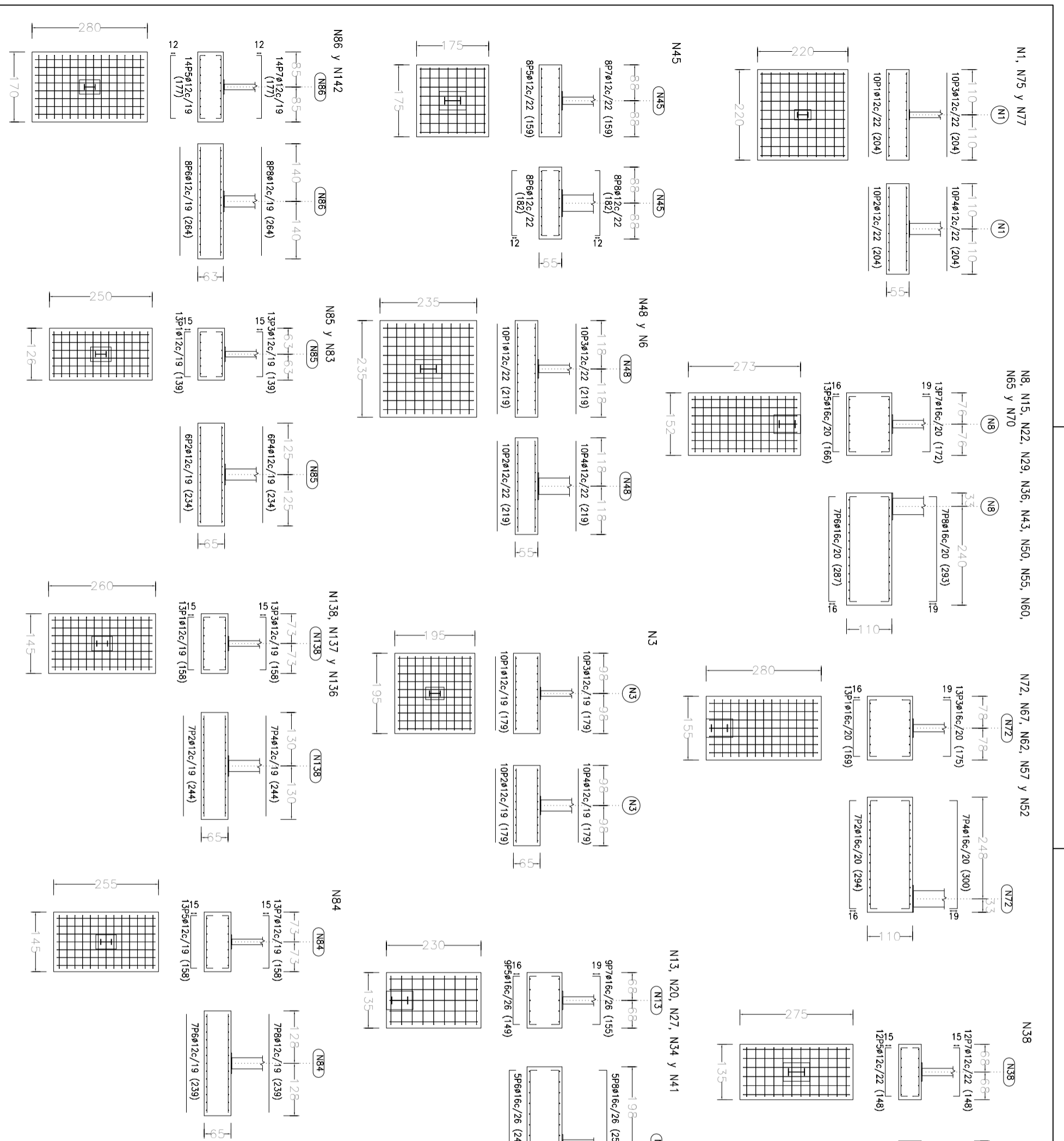
Datos geotécnicos

Transición admisible del terreno considerado = 0,20 Mpa (200 kg/cm²)

Recubrimientos nominales

- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm
- Recubrimiento superior libre 4/5 cm
- Recubrimiento lateral concreto terreno ≥ 8 cm
- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm

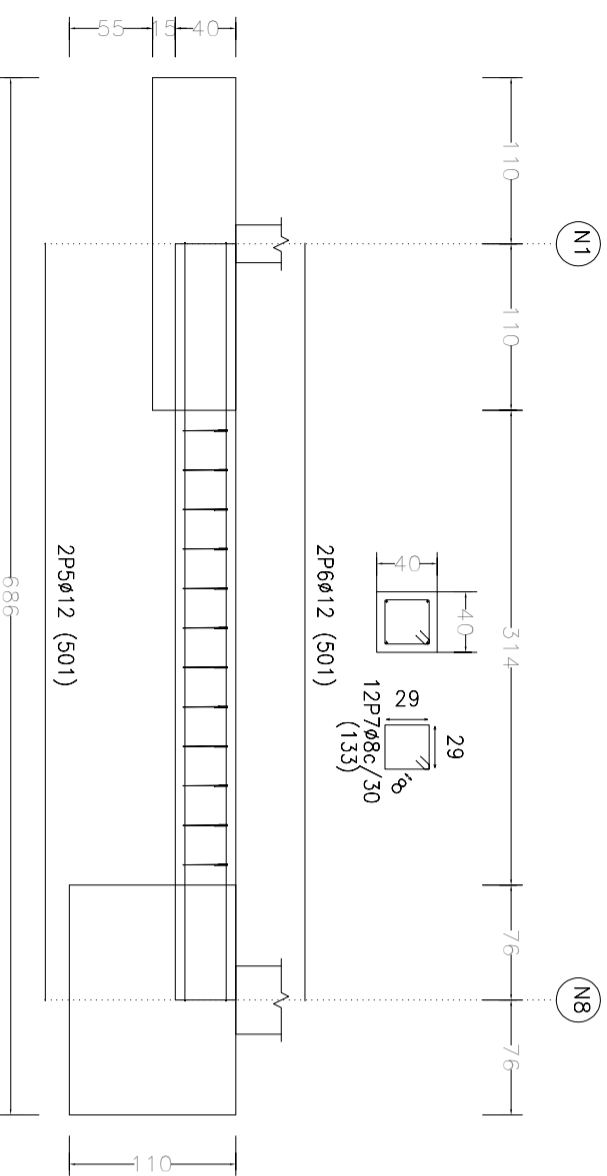
NOTA: Las unidades están en centímetros.



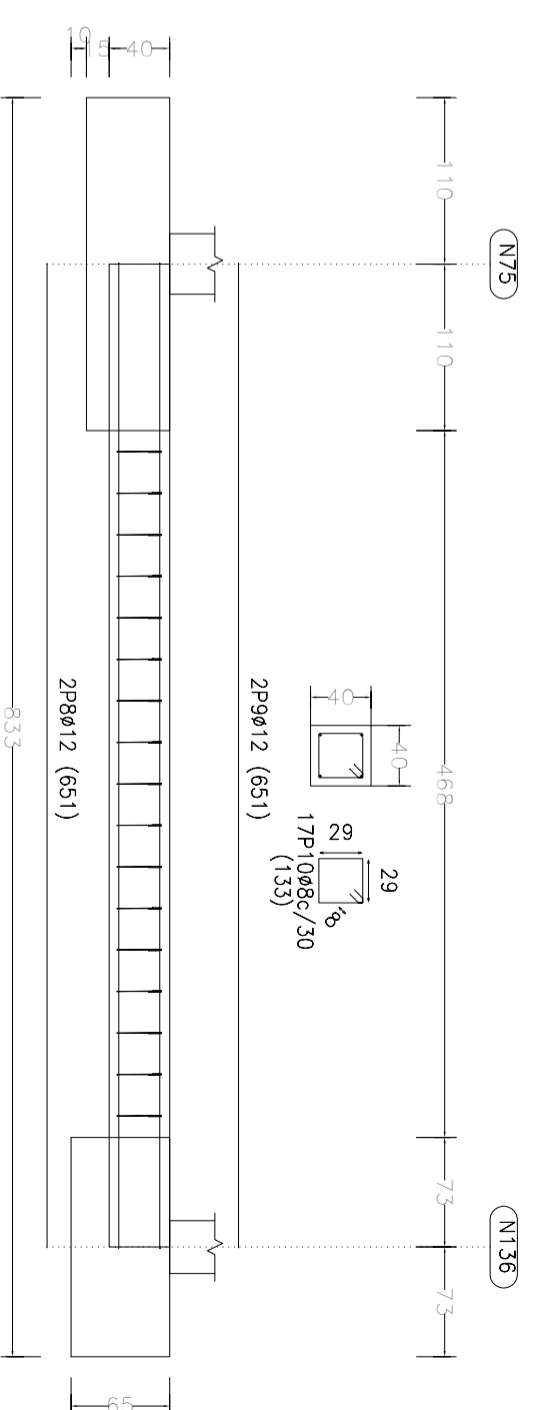
NOTA: Las cotas están en centímetros.

Características de los materiales - Zapatas de cimentación				
Materiales	Hormigón		Acero	
	Elemento	Nivel Control	Características	Características
Elemento Zona/Plano			Horizonte	
Zapatas	Estático	γ = 1.50	Tipos	Control
Vigas de alzado	Estático	γ = 1.50	HA-25/B/20/10+10+10	Nivel Control
Espección (Acciona)	Normal	γ = 1.35	Placa o Senda 10x10 mm	Coef. Ponde.
Exposición/ambiente	Terrazo	γ = 1.50	Placa o Senda 10x10 mm	Coef. Ponde.
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente	20/20 mm	γ = 1.15
Notas: Adaptado o la instrucción EHE-08				
Control Estadístico en EHE-08 - Siempre según EHE-08 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSD, CC-EHE, ...				
Datos geotécnicos			Recubrimientos nominales	
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 Mpa (200 Kg/cm²)			1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento inferior libre 4/5 cm.	

C [N1-N8], C [N15-N8], C [N15-N22], C [N22-N29], C [N29-N36], C [N36-N43], C [N43-N50], C [N50-N55], C [N55-N60], C [N60-N65], C [N65-N70], C [N70-N75], C [N77-N72], C [N67-N72], C [N67-N62], C [N62-N57], C [N57-N52], C [N52-N45], C [N45-N38], C [N38-N31], C [N31-N24], C [N24-N17], C [N17-N10], C [N10-N3], C [N48-N41], C [N41-N34], C [N34-N27], C [N27-N20], C [N20-N13] y C [N13-N6]

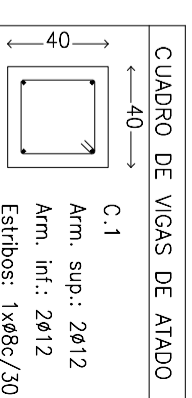


C [N75-N136], C [N136-N137], C [N137-N138], C [N77-N138], C [N45-N142], C [N142-N48], C [N6-N86], C [N86-N3], C [N3-N85], C [N85-N84], C [N84-N83] y C [N83-N1]



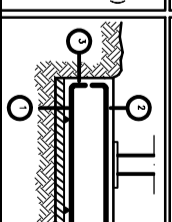
NOTA: Las cotas están en centímetros.

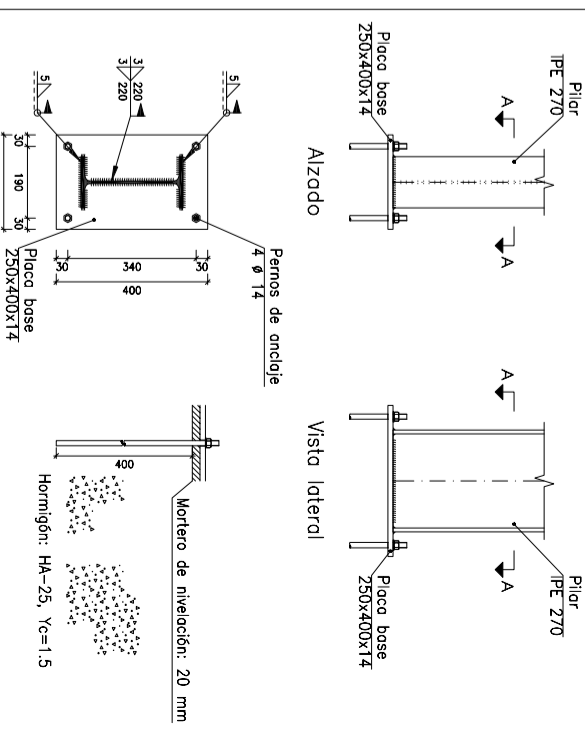
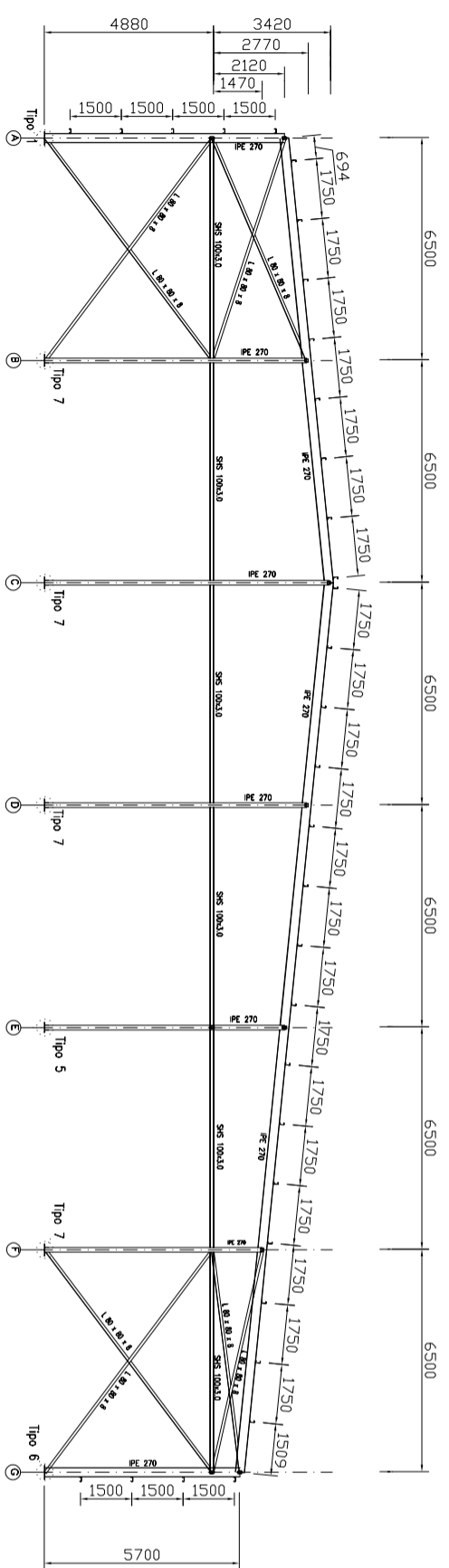
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B	S	Ys=1,15 (kg)	
N136=N137=N138	1	ø12	13	158	2054	18,2			
	2	ø12	7	244	1708	15,2			
	3	ø12	13	158	2054	18,2			
	4	ø12	7	244	1708	15,2			
Total+10%:					(x3):	220,5			
C [N1-N8]=C [N15-N8] C [N15-N22]=C [N22-N29] C [N29-N36]=C [N36-N43] C [N43-N50]=C [N50-N55] C [N55-N60]=C [N60-N65] C [N65-N70]=C [N70-N75] C [N77-N72]=C [N67-N72] C [N67-N62]=C [N62-N57] C [N57-N52]=C [N52-N45] C [N45-N38]=C [N38-N31] C [N31-N24]=C [N24-N17] C [N17-N10]=C [N10-N3] C [N48-N41]=C [N41-N34] C [N34-N27]=C [N27-N20] C [N20-N13]=C [N13-N6]	5	ø12	2	501	1002	8,9			
	6	ø12	2	501	1002	8,9			
	7	ø8	12	133	1596	6,3			
	Total+10%:					(x30):	26,5		
	C [N75-N136]=C [N136-N137] C [N137-N138]=C [N77-N138] C [N45-N142]=C [N142-N48] C [N6-N86]=C [N86-N3] C [N3-N85]=C [N85-N84] C [N84-N83]=C [N83-N1]	8	ø12	2	651	1302	11,6		
		9	ø12	2	651	1302	11,6		
		10	ø8	17	133	2261	8,9		
Total+10%:					(x12):	35,3			
Total:					ø8:	324,6			
					ø12:	1114,5			
					Total:	1439,1			



Característicos de los materiales - Zopatos de cimentación									
Materiales	Hormigón		Acero						
	Elemento	Zona/Plano	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tamaño Control	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	
Zopatos	Estadístico	Y = c+1,50	HA-25/B/20/10+0a	Ficko a 20mm (1/3, 50)	Normal	Y = c+1,15		B500S	
Vigas de atado	Estadístico	Y = c+1,50	HA-25/B/20/10+0a	Ficko a 20mm (1/3, 50)	Normal	Y = c+1,15		B500S	
Ejecución (Acciones)				Normal	Y = c+1,35	Adaptado o lo instrucción EHE-08			
Exposición/ambiente				Terreno	Y = c+1,50	Terrazo protegido u hormigón de limpieza			
Recubrimientos nominales (mm)				80	Ver Exposición/Ambiente	30	35	40	45

Datos geotécnicos		Recubrimientos nominales	
Tensión admisible del terreno considerada = 0,20 Mpa (200 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 inferior libre 4/5 cm.	

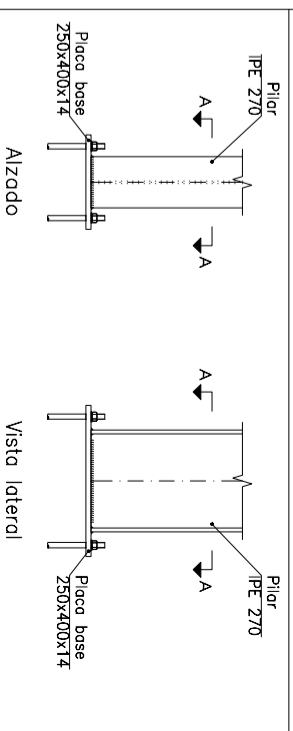




Sección A - A
Anclaje de los pernos ϕ 14,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Escala 1:20

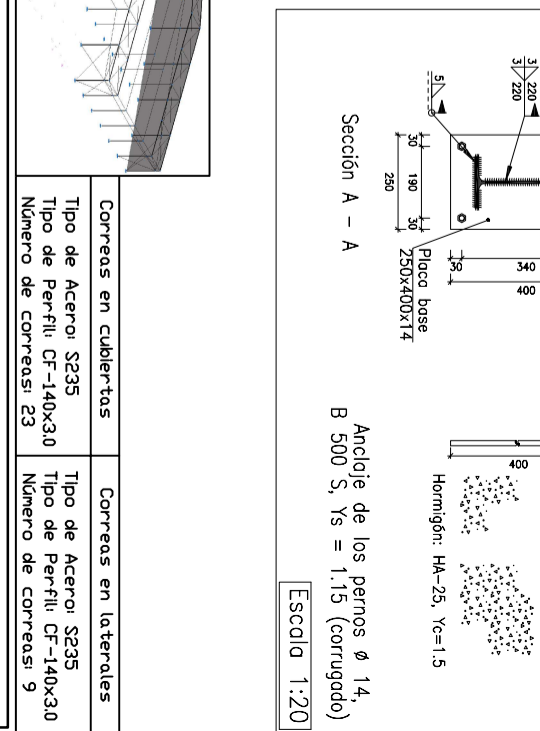
Tipo 6



Sección A - A
Anclaje de los pernos ϕ 14,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Escala 1:20

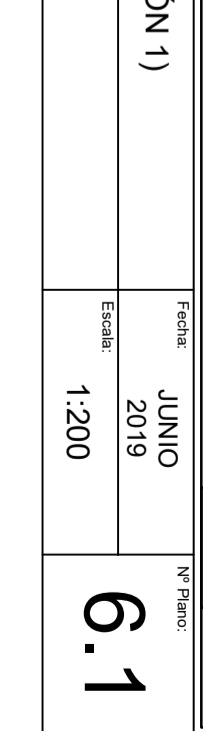
Tipo 5



Sección A - A
Anclaje de los pernos ϕ 16,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Escala 1:20

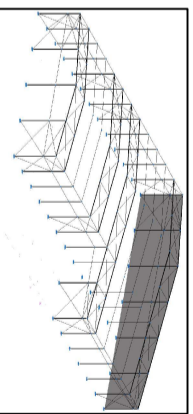
Tipo 7



Sección A - A
Anclaje de los pernos ϕ 20,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

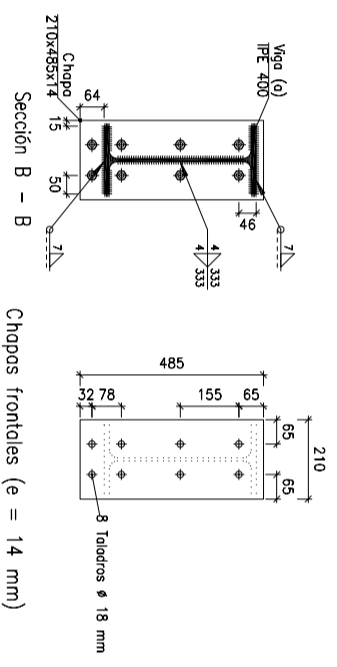
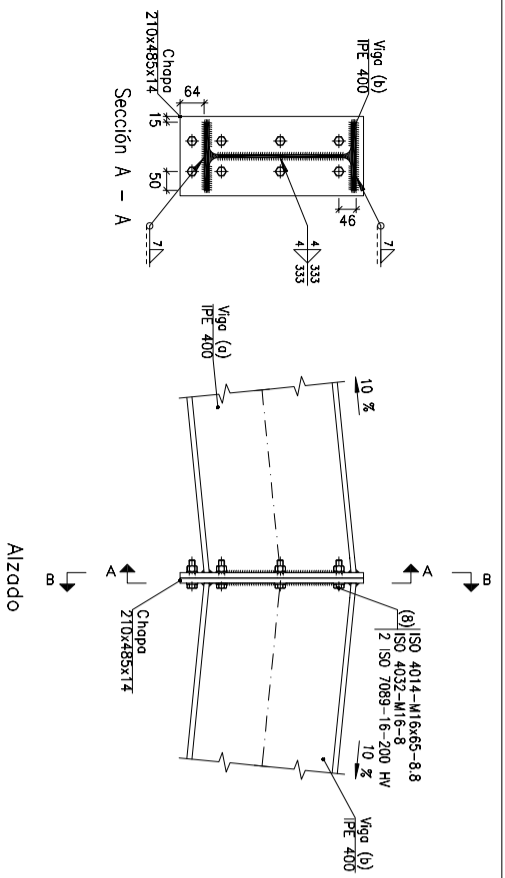
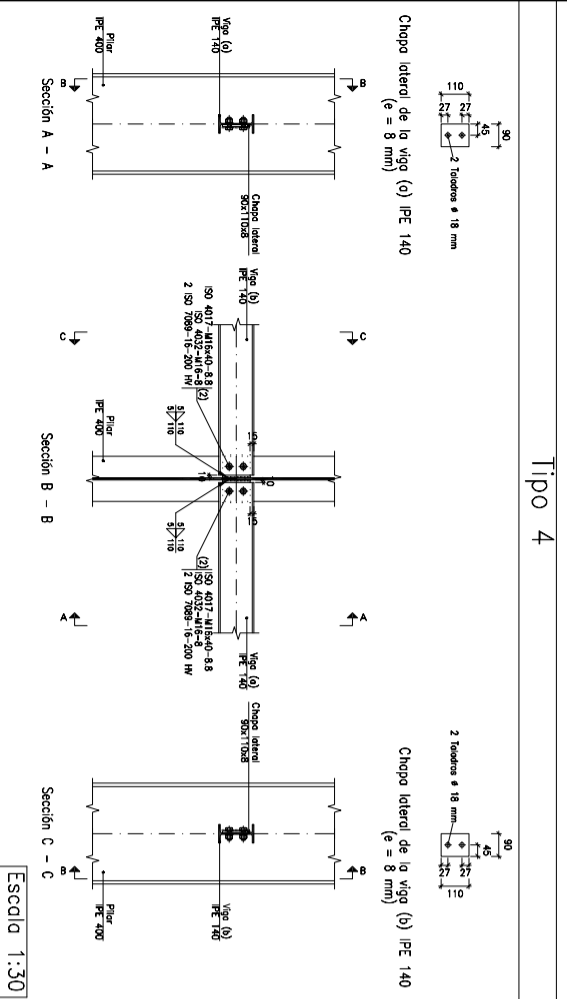
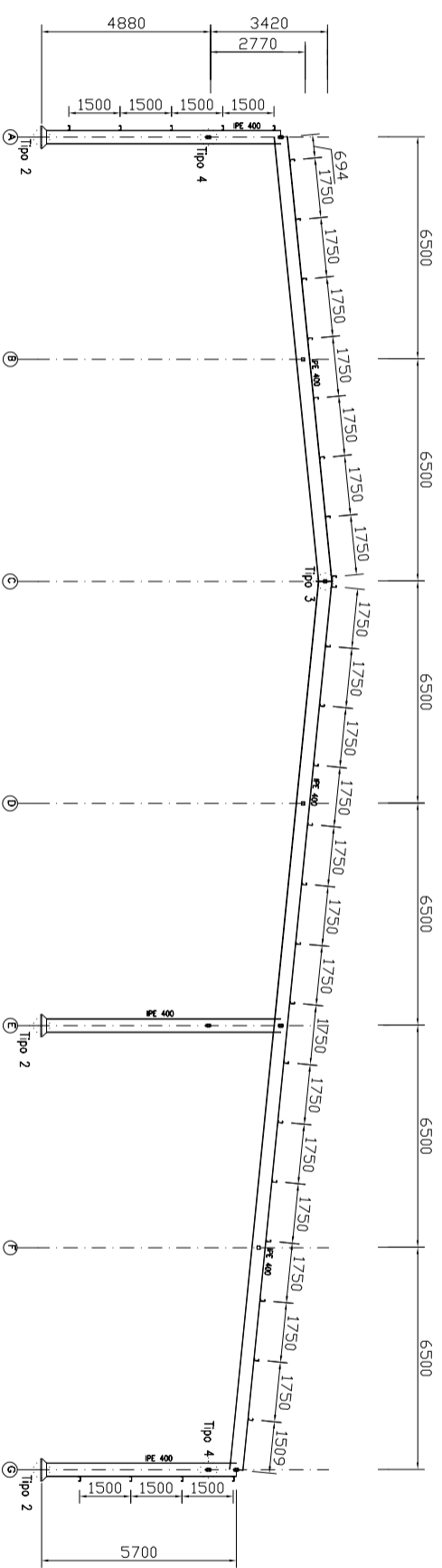
Escala 1:20

Tipo 7

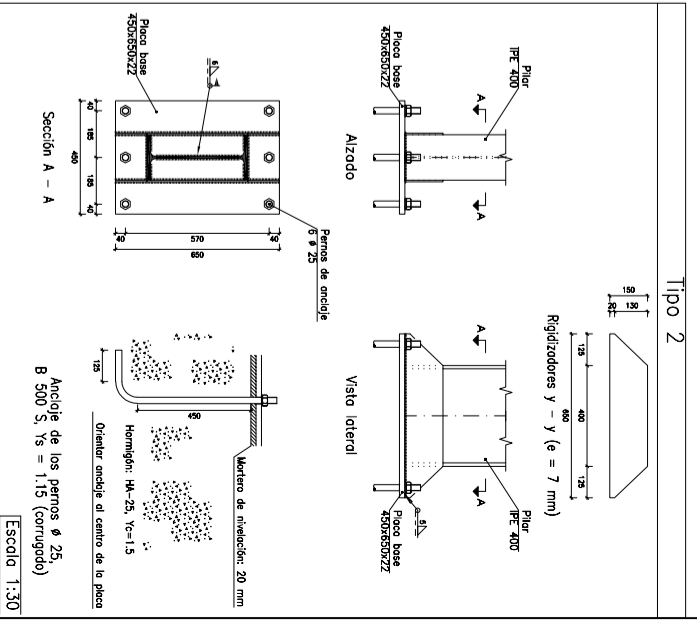


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA		Y _{MO}	Y _{MI}
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	Y _{MO} =1.05	Y _{MI} =1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	Y _{MO} =1.05	Y _{MI} =1.05

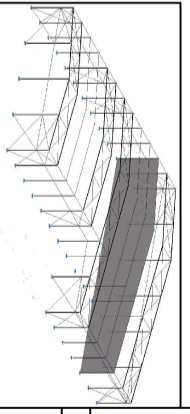
Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de Perfil: CF-140x3.0	Tipo de Perfil: CF-140x3.0
Número de Correas: 23	Número de correas: 9



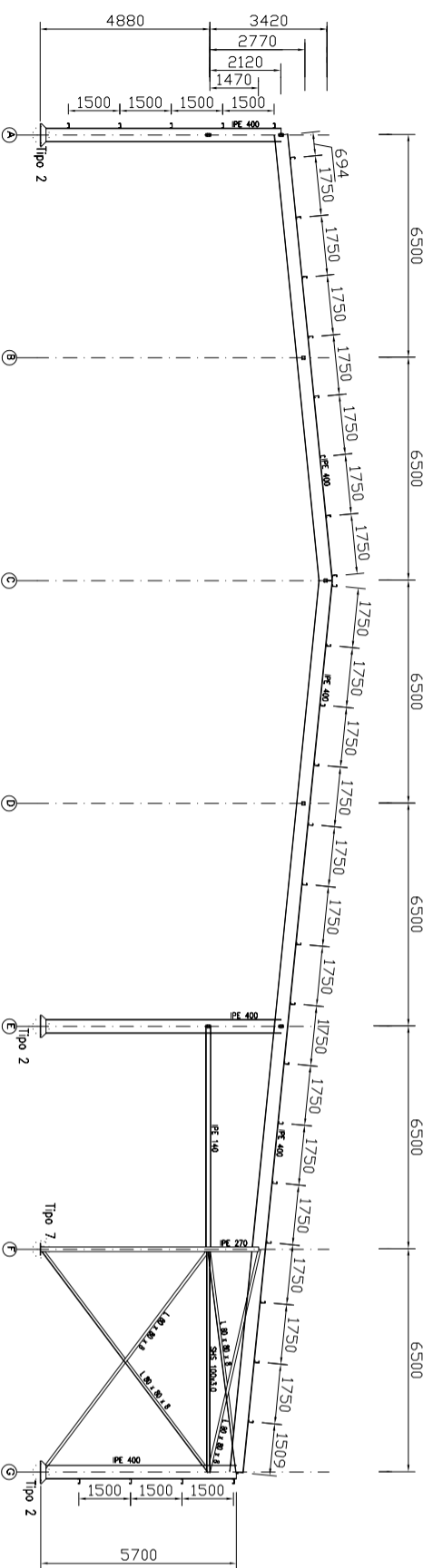
Escala 1:20



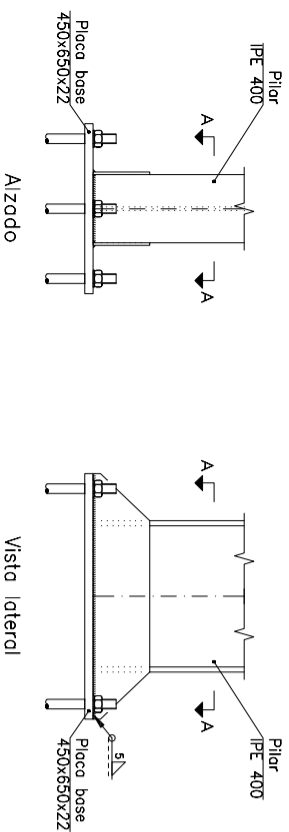
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA		Y _{max}	Y _{min}
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	Y _{max} =1,05	Y _{min} =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	Y _{max} =1,05	Y _{min} =1,05



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Detalle e join anclaje correas en cubiertas	
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de Perfil: CF-140X30	Tipo de Perfil: CF-140X30
Número de correas: 23	Número de correas: 9

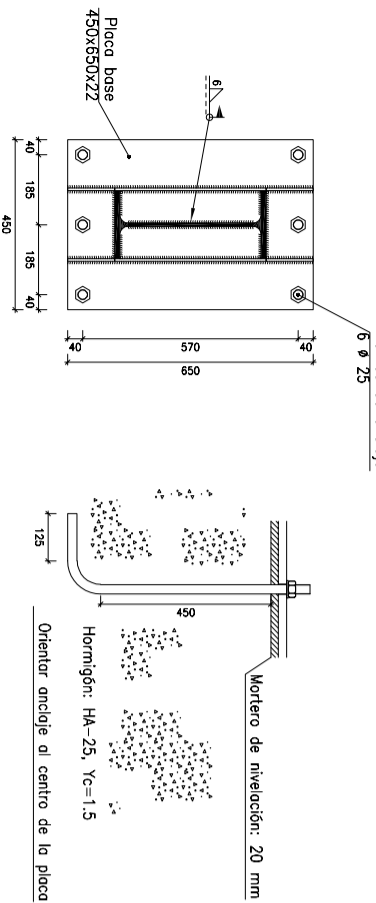


Tipo 2



Rigidizadores y - y ($e = 7 \text{ mm}$)

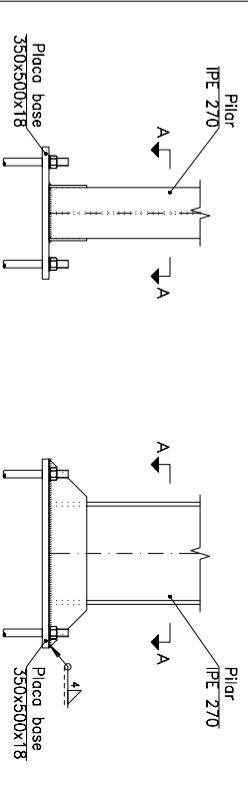
Vista lateral



Anclaje de los pernos $\phi 25$,
B 500 S, $Y_s = 1,15$ (corrugado)

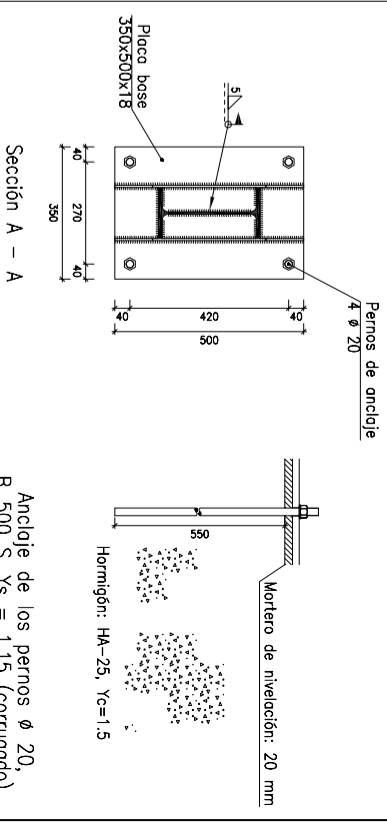
Escdla 1:20

Tipo 7



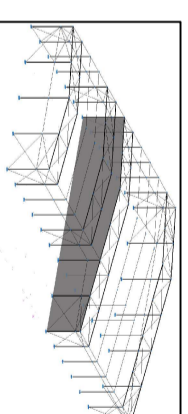
Rigidizadores y - y ($e = 6 \text{ mm}$)

Vista lateral



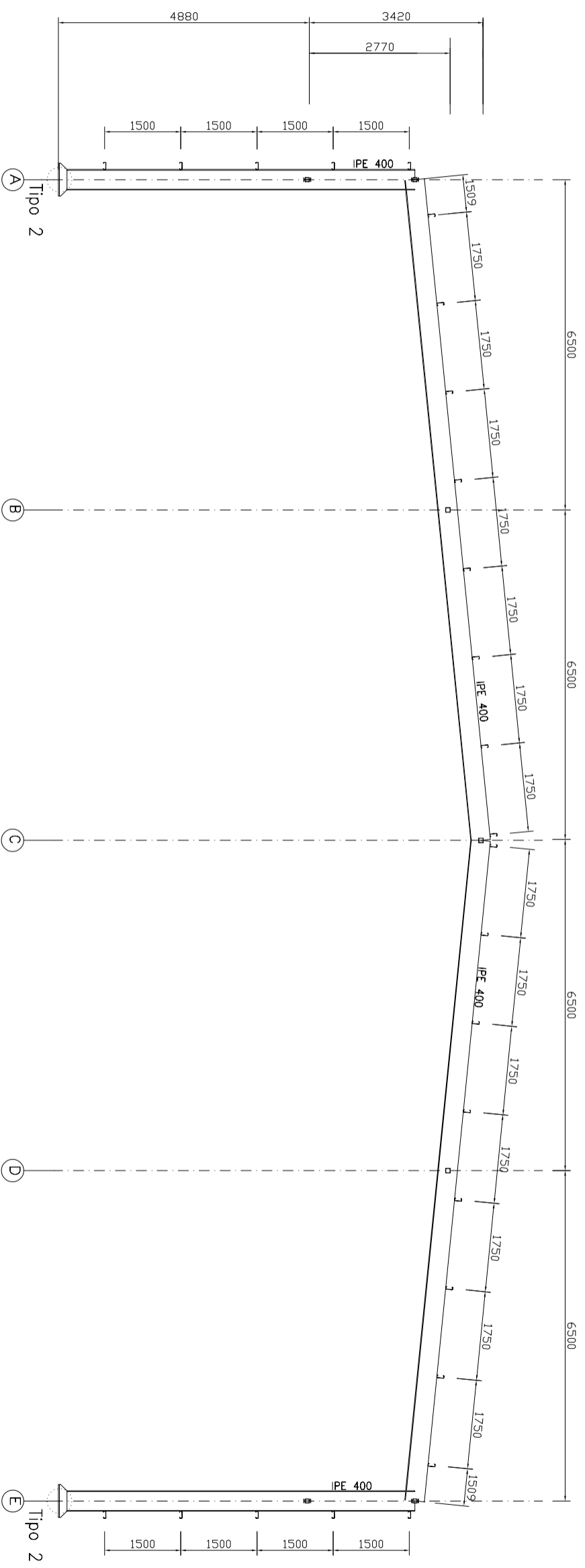
Anclaje de los pernos $\phi 20$,
B 500 S, $Y_s = 1,15$ (corrugado)

Escdla 1:20

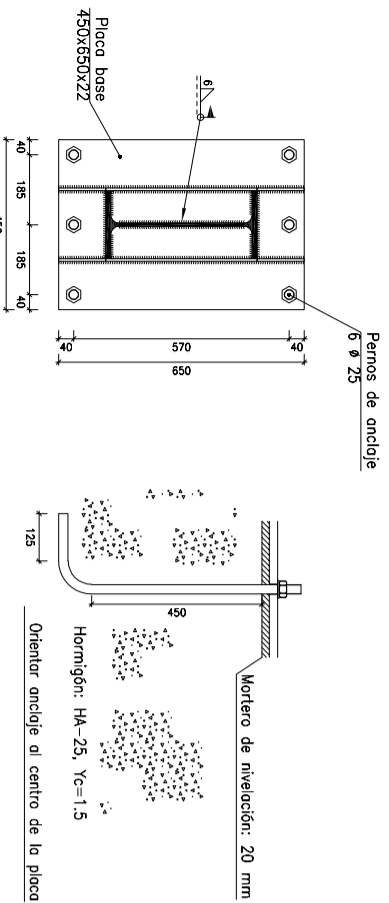
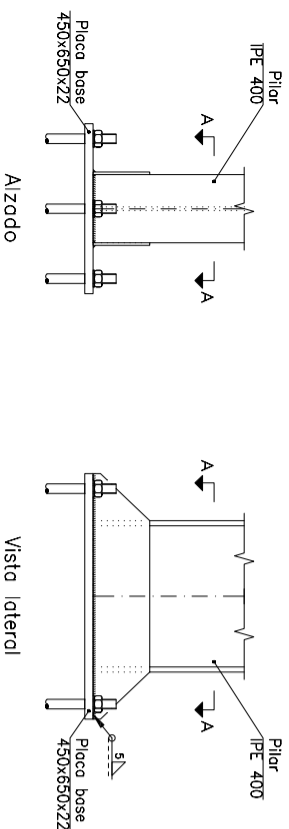


Correas en cubiertas		Correas en laterales	
Detalle e/lon anclaje correas en cubiertas.			
Tipo de Acero: S235		Tipo de Acero: S235	
Tipo de Perfil: CF-140x3.0		Tipo de Perfil: CF-140x3.0	
Número de correas: 23		Número de correas: 9	

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)			
	Y_{k0}	Y_{k1}	Y_{k2}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$Y_{k0}=1,05$	$Y_{k1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$Y_{k0}=1,05$	$Y_{k1}=1,05$



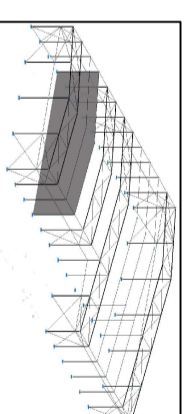
Tipo 2



Sección A - A

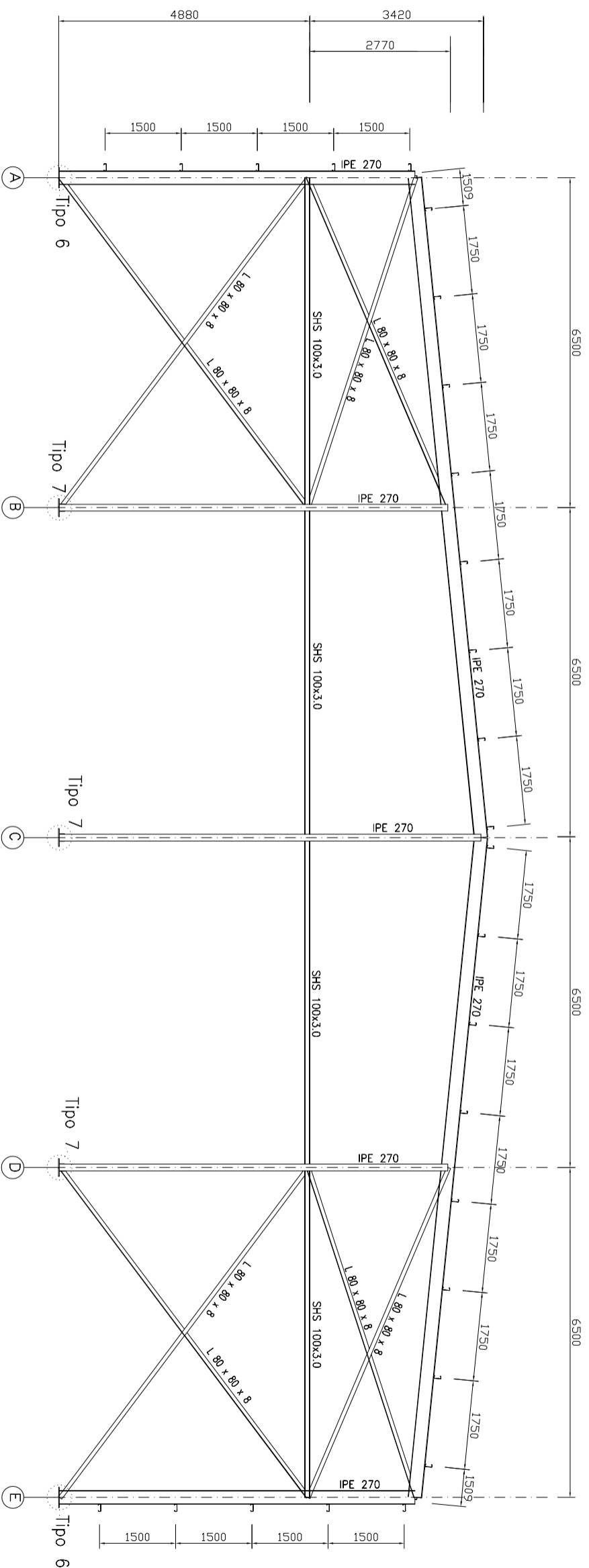
Anclaje de los pernos ϕ 25,
B 500 S, $Y_s = 1,15$ (corrugado)

Escala 1:20



Correas en cubiertas Detalle e/lon anclaje correas en cubiertas.	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235 Tipo de Perfil: CF-140x3.0 Número de correas: 23	Tipo de Acero: S235 Tipo de Perfil: CF-140x3.0 Número de correas: 10

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo 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	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

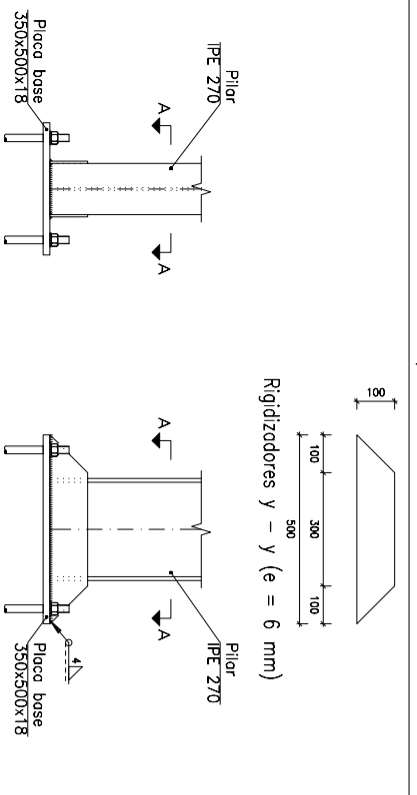


Tipo 7

Tipo 6

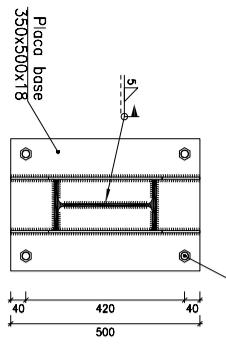
Tipo 7

Tipo 6



Alzado

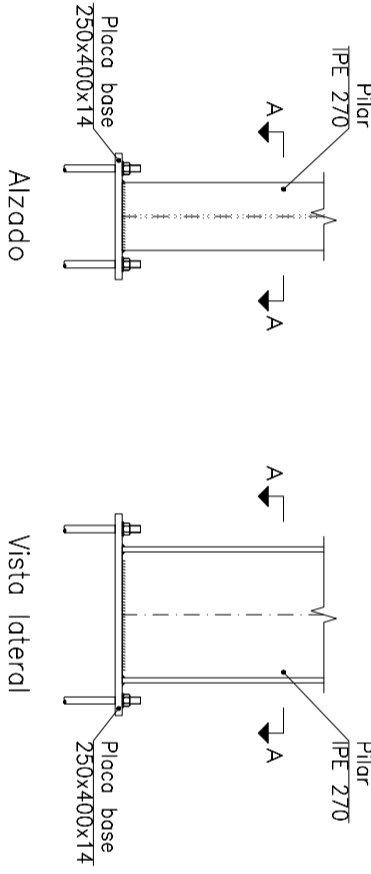
Vista lateral



Sección A - A

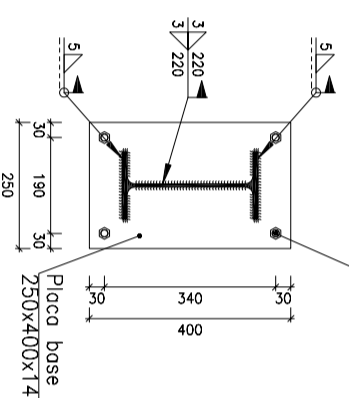
Anclaje de los pernos \varnothing 20,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Escala 1:20



Alzado

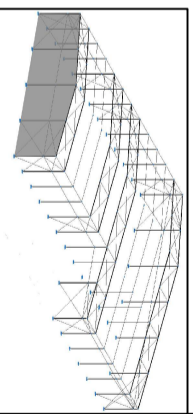
Vista lateral



Sección A - A

Anclaje de los pernos \varnothing 14,
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

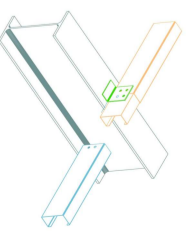
Escala 1:15



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURAL METALICA

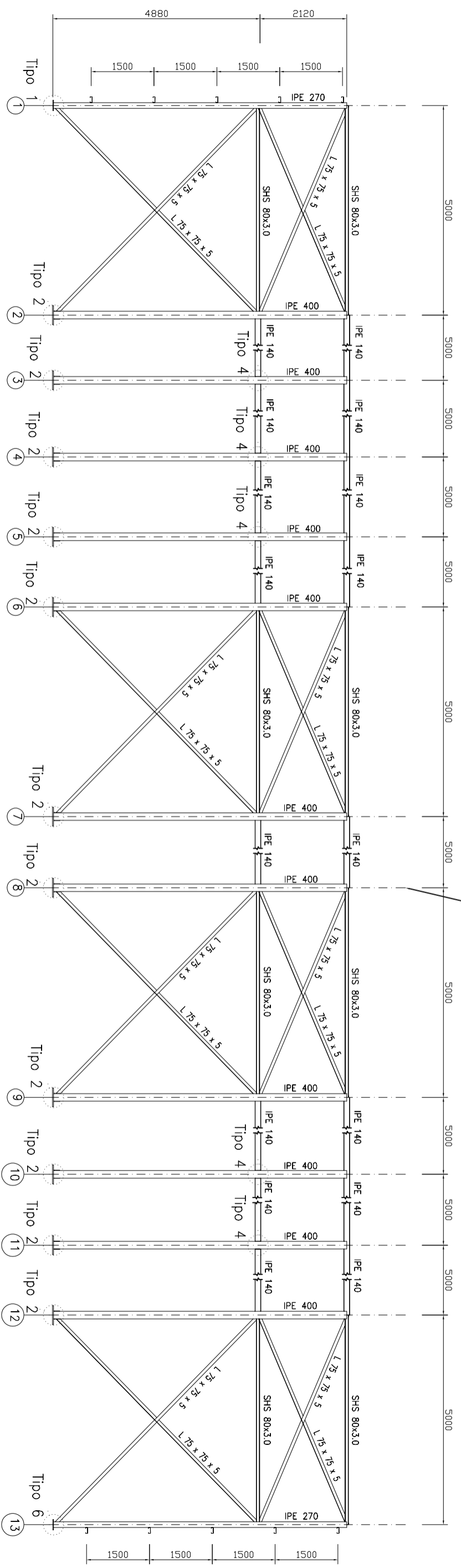
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)		Y ₉₀	Y ₉₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	Y ₉₀ =1.05	Y ₉₁ =1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	Y ₉₀ =1.05	Y ₉₁ =1.05

Correas en cubiertas
Detalle e join anclaje correas en cubiertas.



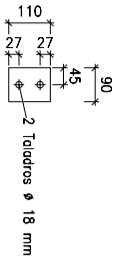
Correas en laterales
Tipo de Acero: S235
Tipo de Perfil: CF-140x3.0
Número de correas: 23

Correas en laterales
Tipo de Acero: S235
Tipo de Perfil: CF-140x3.0
Número de correas: 10

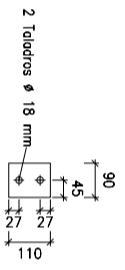
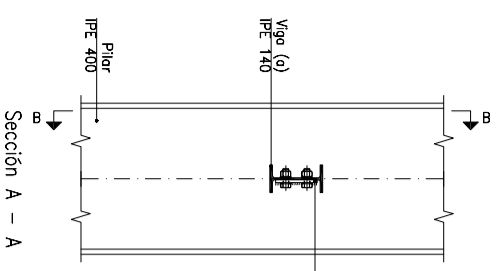


Alineación B: posición de las juntas de apoyo de correas con collar.

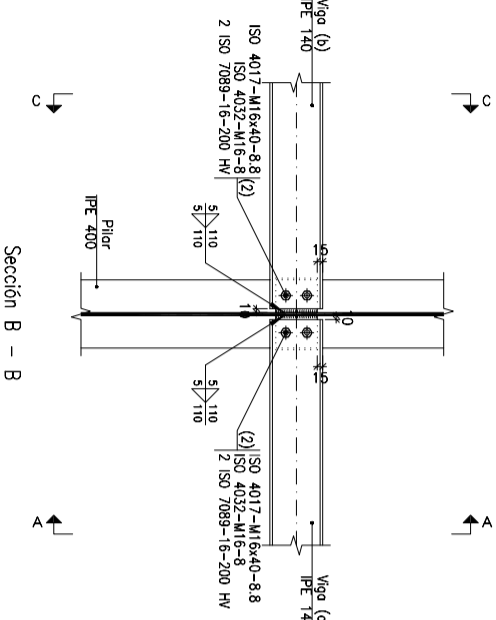
Tipo 4



Choppo lateral de la viga (a) IPE 140
(e = 8 mm)

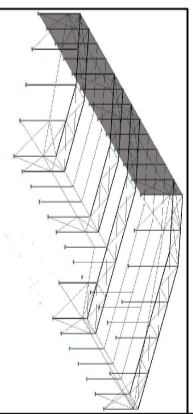


Choppo lateral de la viga (b) IPE 140
(e = 8 mm)



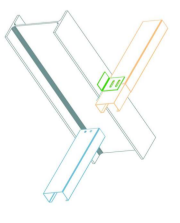
Sección C - C

Escala 1:20



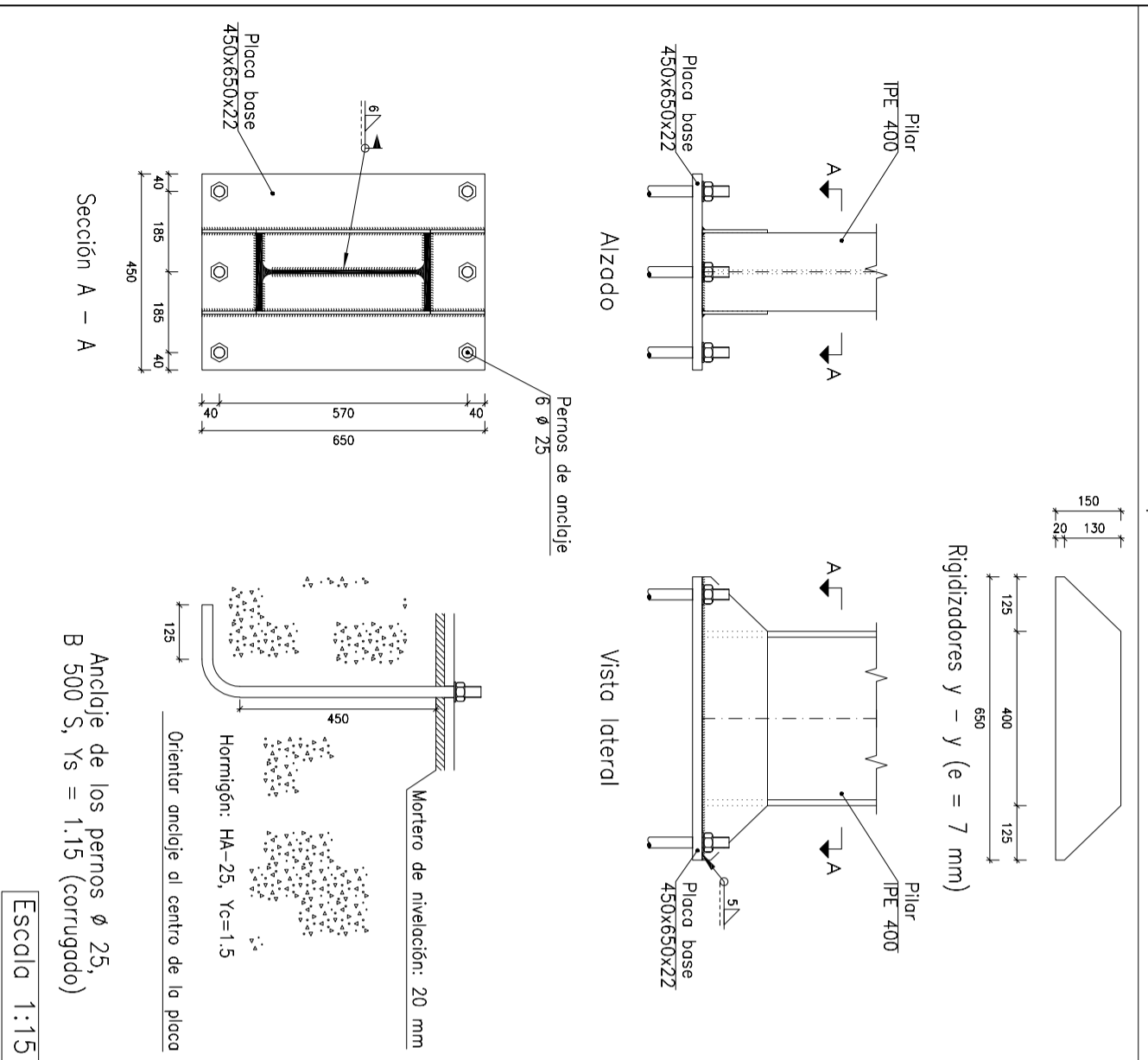
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

Correas en cubiertas
Detalle e tipo anillo correas en cubierta con collar en el alfiler, anclaje con collar.

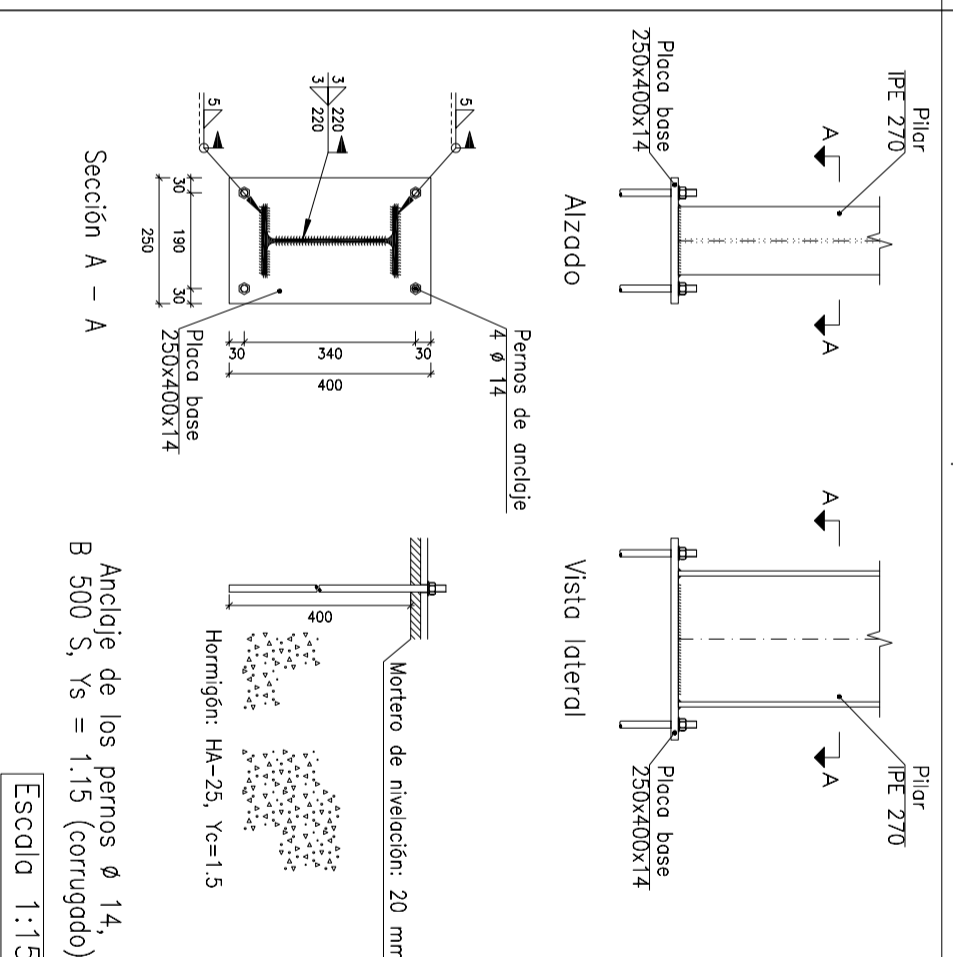


Correas en laterales
Tipo de Acero: S235
Tipo de Perfil: CF-140x3.0
Número de correas: 10

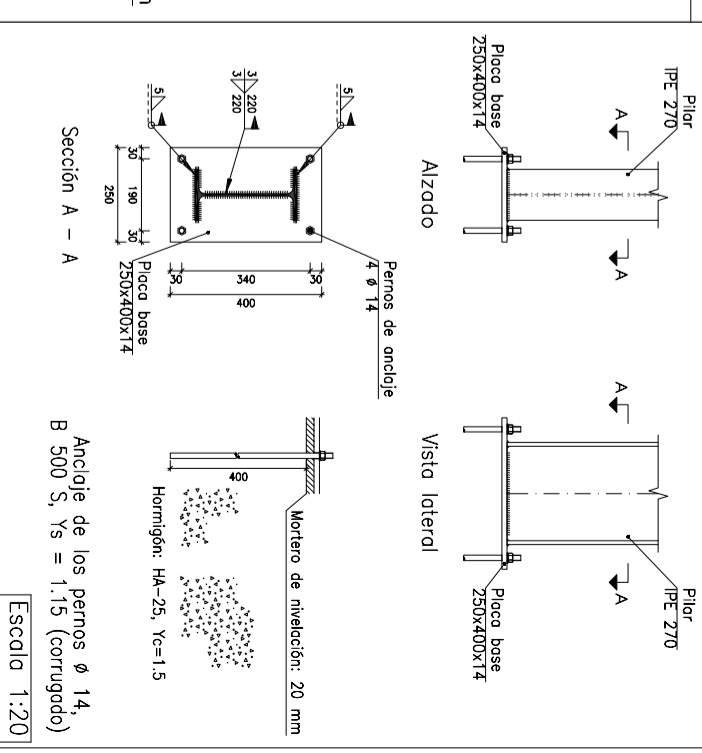
Tipo 2



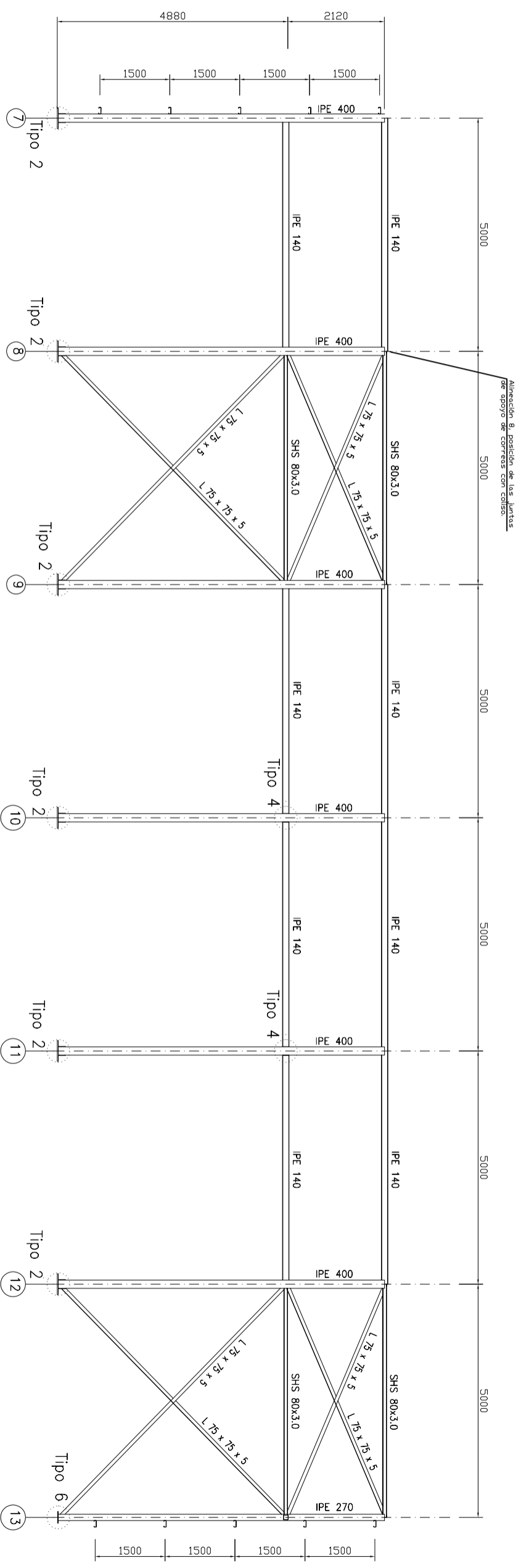
Tipo 1



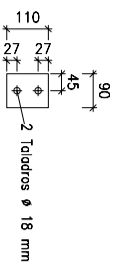
Tipo 6



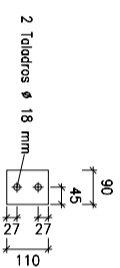
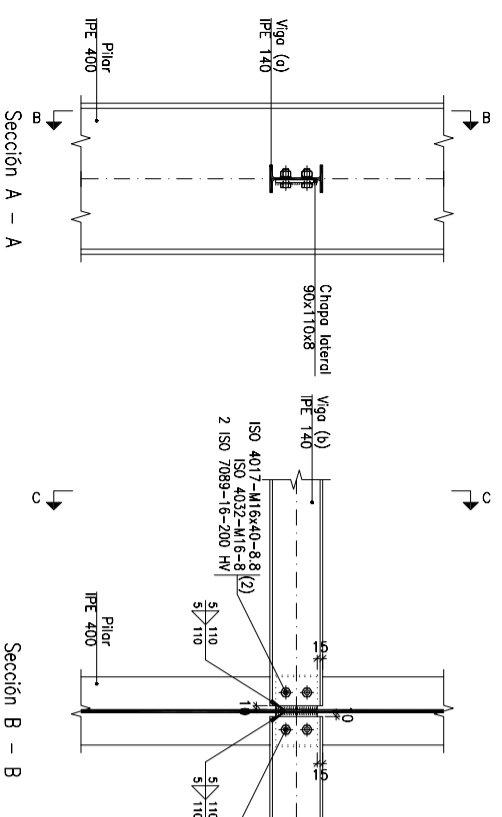
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	Y _{ko}		Y _{ki}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	Y _{ko} =1,05	Y _{ki} =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	Y _{ko} =1,05	Y _{ki} =1,05



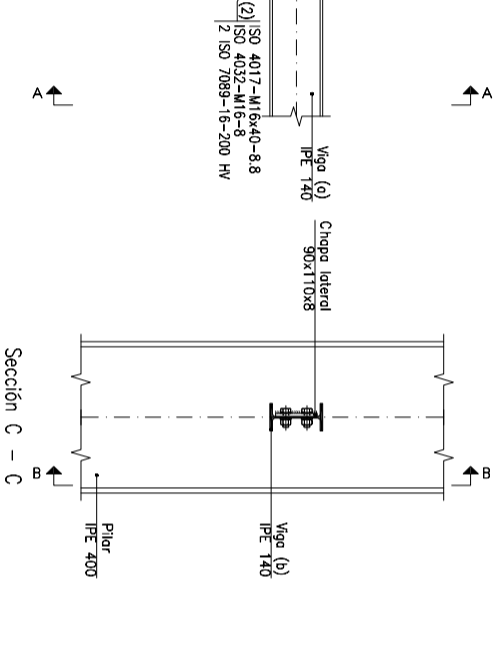
Tipo 4



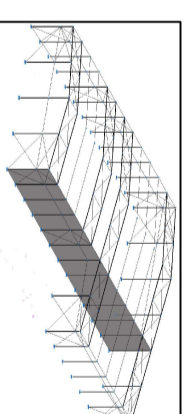
Choppa lateral de la viga (a) IPE 140
(e = 8 mm)



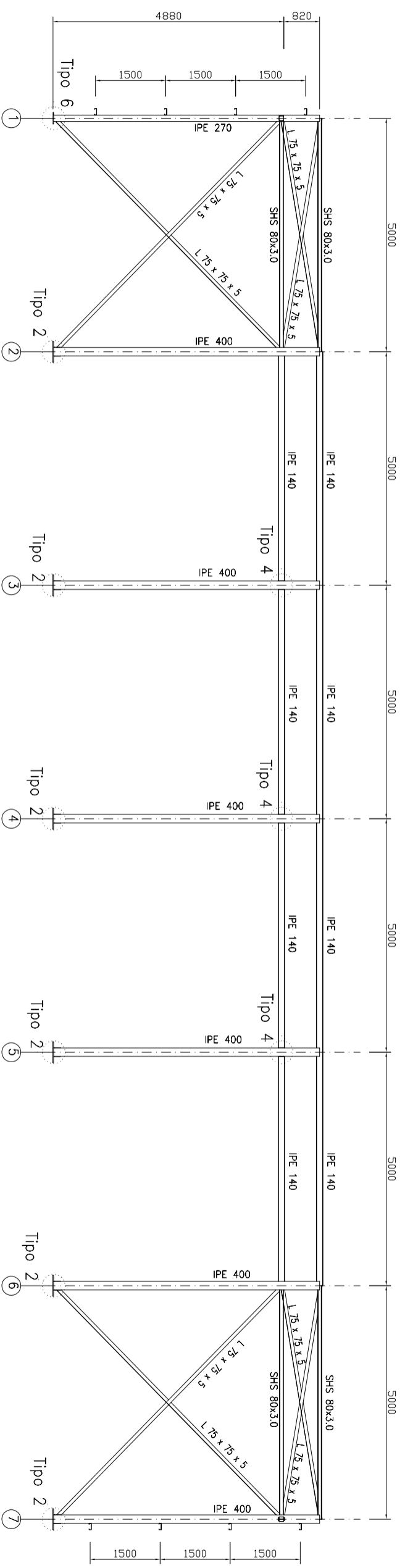
Choppa lateral de la viga (b) IPE 140
(e = 8 mm)



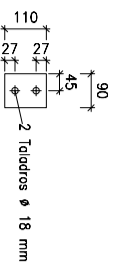
Escala 1:20



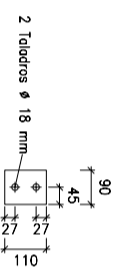
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Correas en cubiertas	Detalle e con ángulo, se correas en diatación, anclaje con soldas.		
Correas en laterales	Detalle e con ángulo, se correas en diatación, anclaje con soldas.		
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235		
Tipo de Perfil: CF-140x3.0	Tipo de Perfil: CF-140x3.0		
Número de correas: 23	Número de correas: 10		



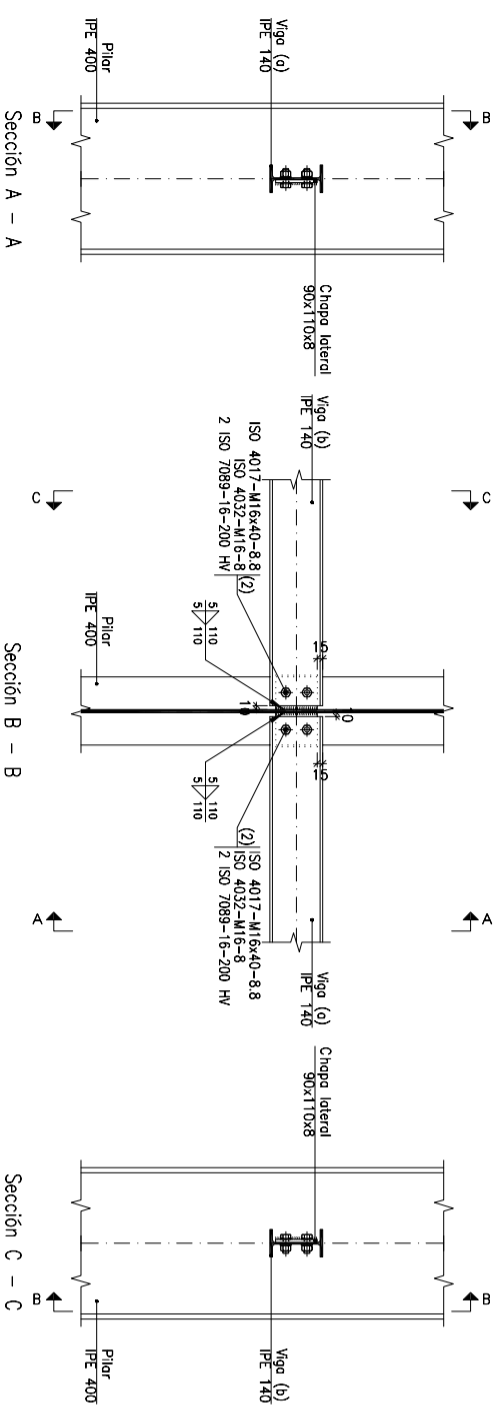
Tipo 4



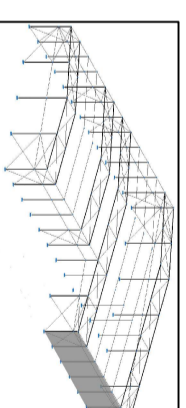
Chapa lateral de la viga (d) IPE 140
(e = 8 mm)



Chapa lateral de la viga (b) IPE 140
(e = 8 mm)

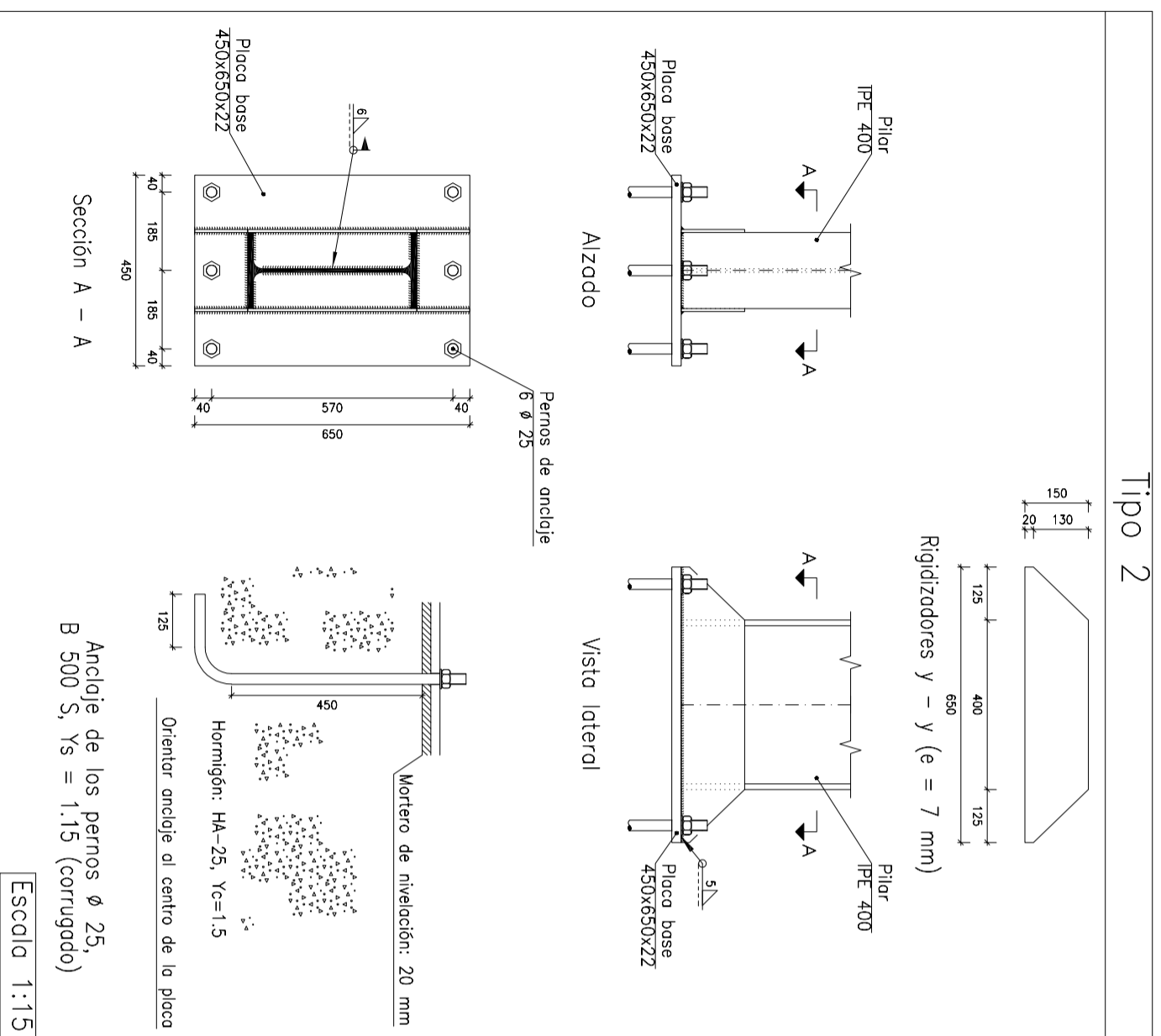


Escala 1:20

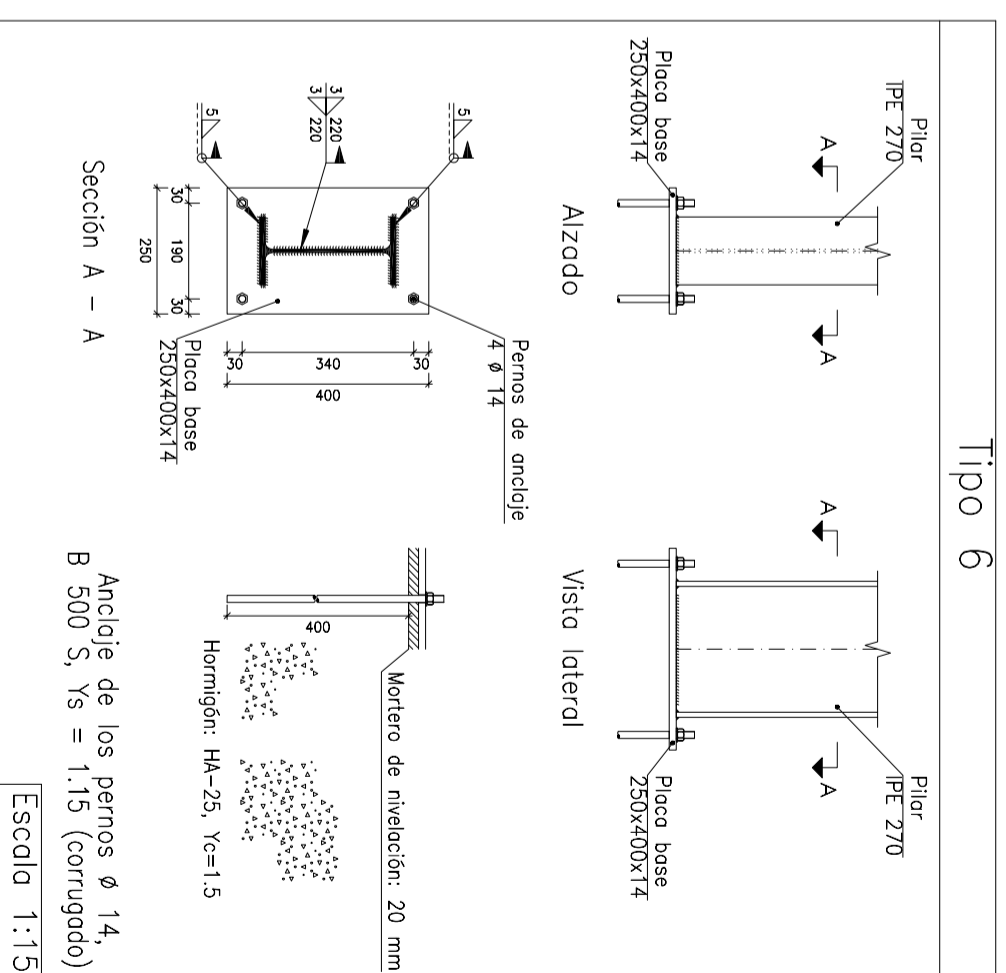


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Correas en cubiertas	Tipo de Acero: S235 Tipo de Perfil: CF-140x3.0 Número de correas: 23	Correas en laterales	Tipo de Acero: S235 Tipo de Perfil: CF-140x3.0 Número de correas: 9

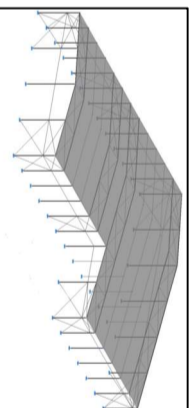
Tipo 2



Tipo 6



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	Y _{ko}	Y _{kl}	
Perfiles laminados en caliente	S 275 – L.E. 275 N/mm ²	Y _{ko} =1.05	Y _{kl} =1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 – L.E. 235 N/mm ²	Y _{ko} =1.05	Y _{kl} =1.05



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA

	Ym	Yn
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)		
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	YnF=1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	YnF=1,05

Plano: CUBIERTA

Autor:

JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

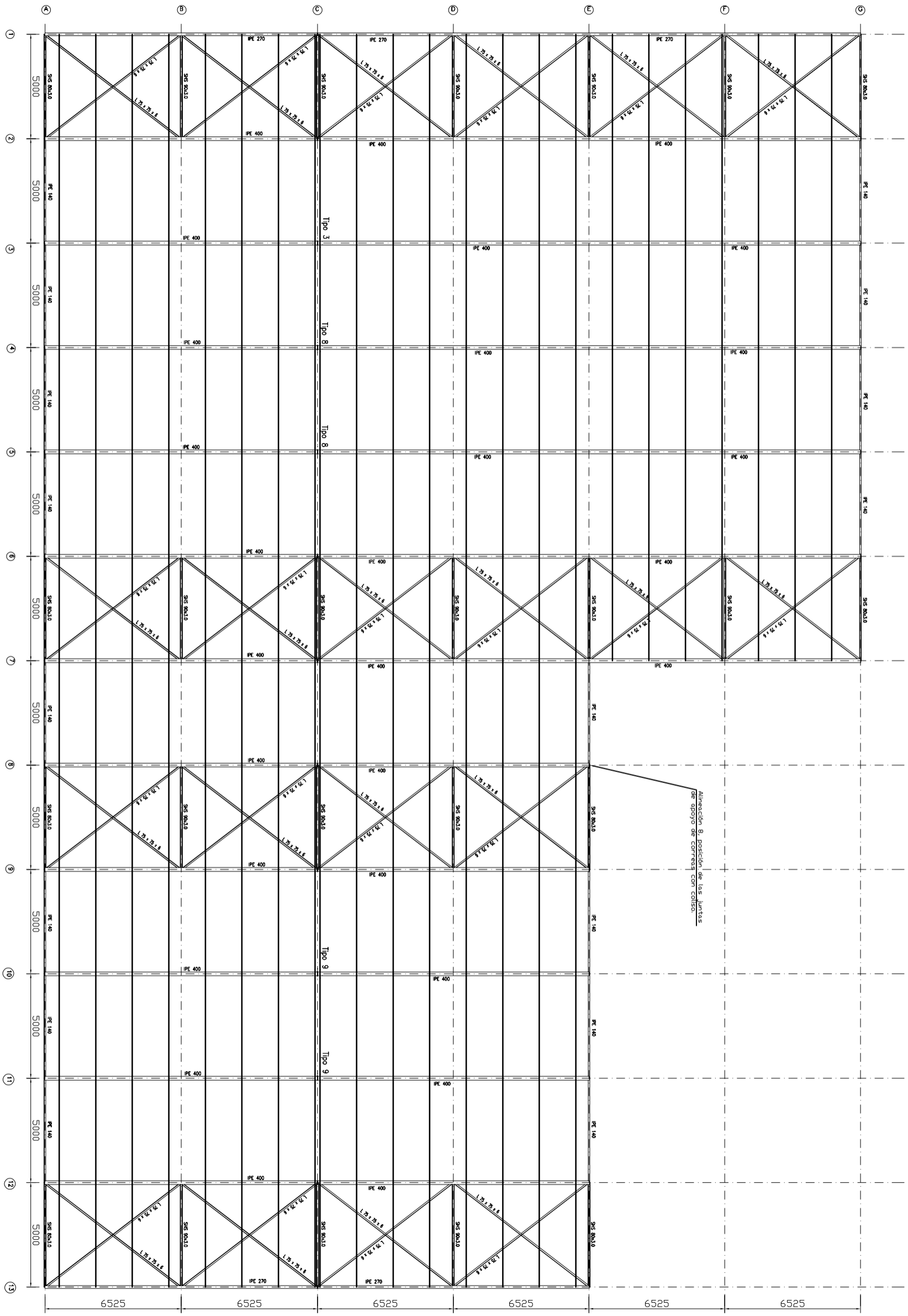
Fecha: JUNIO 2019

Escala:

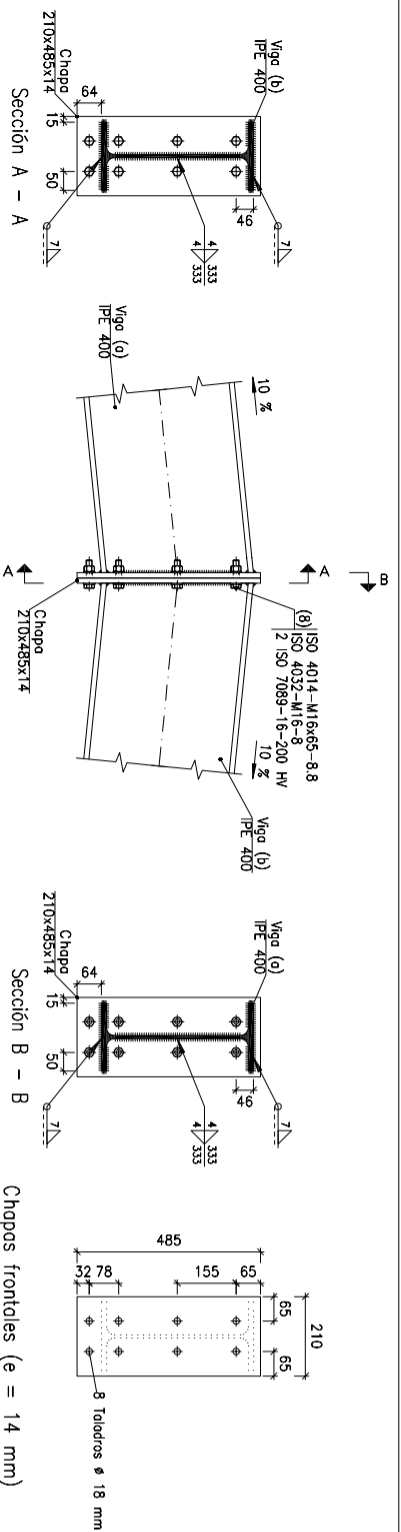
1:200

Nº Plano:

8a

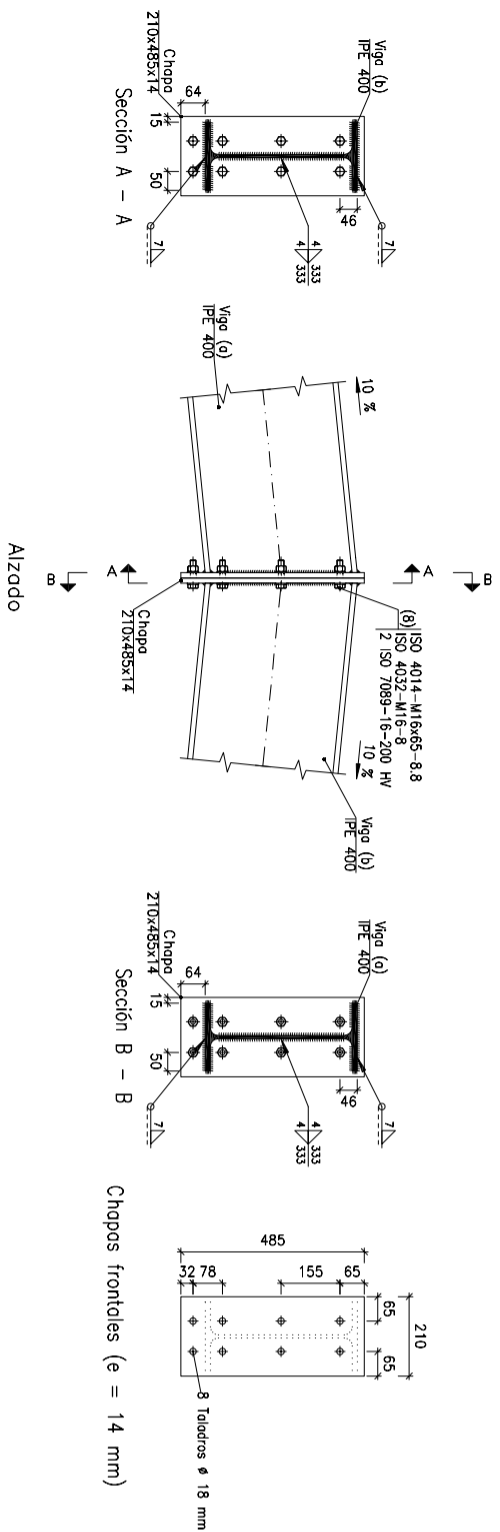


Tipo 9



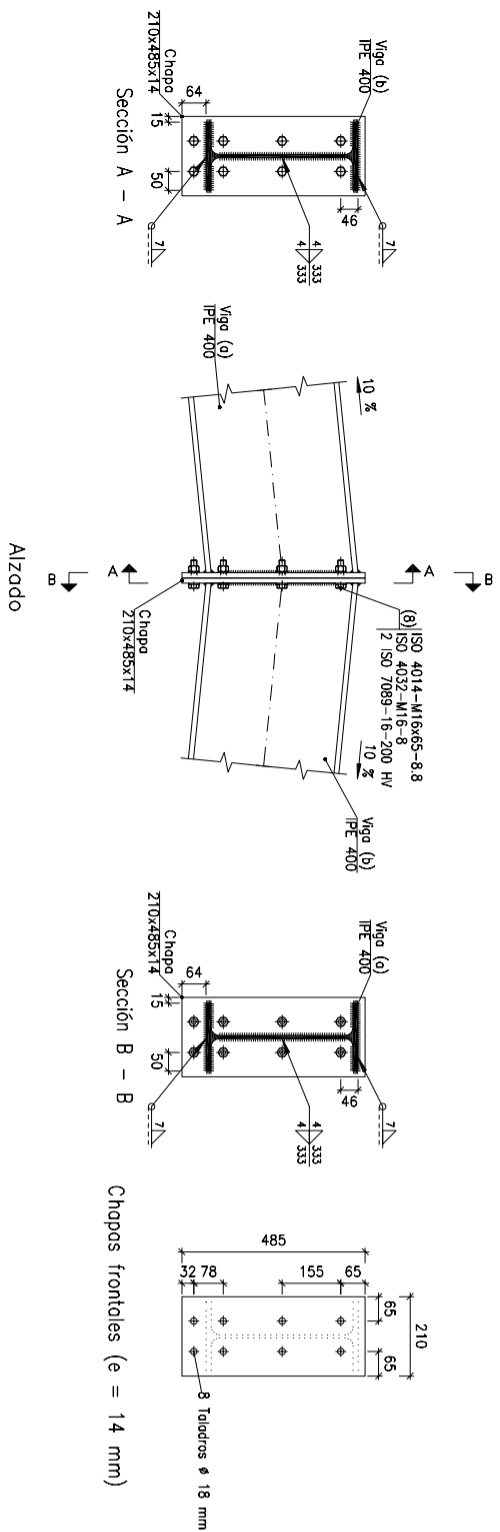
Escala 1:20

Tipo 8



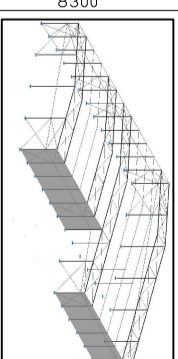
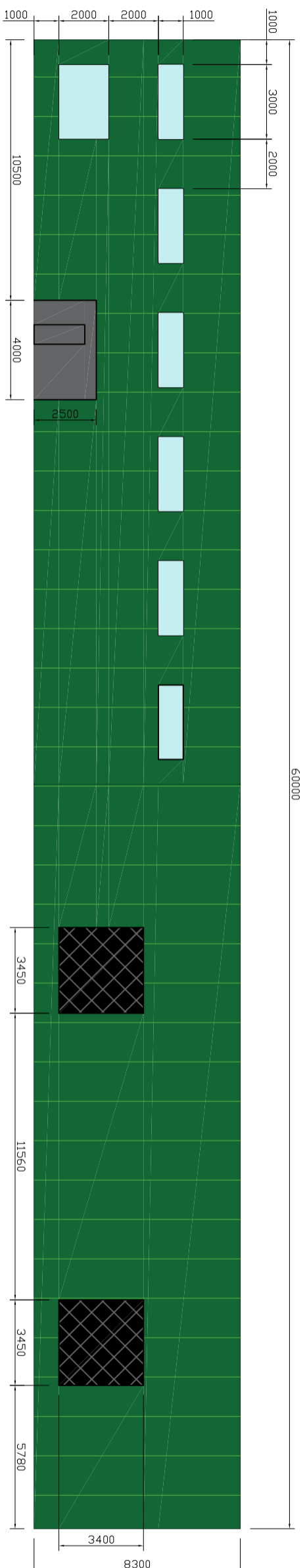
Escala 1:20

Tipo 3

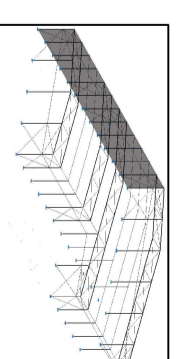
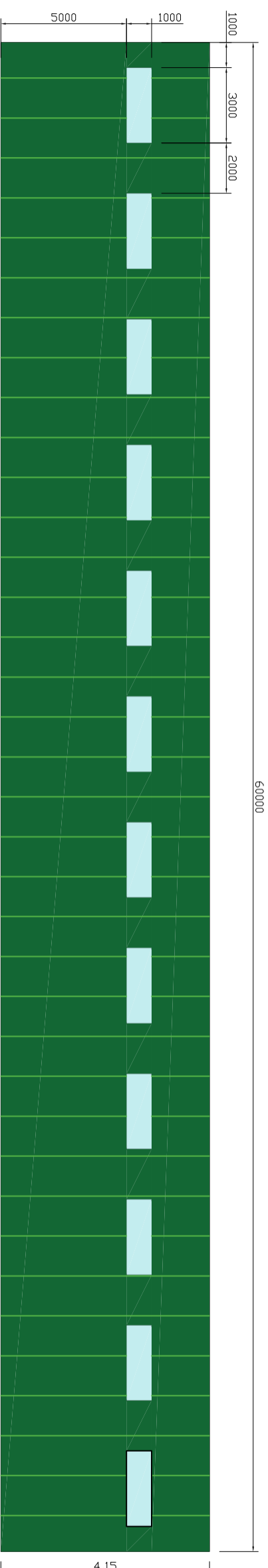


Escala 1:20

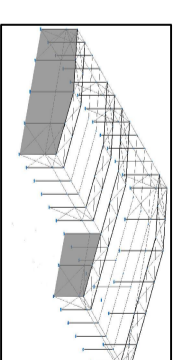
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Capitulo IV)	Y ₆₀		Y ₆₀
Perfiles laminados en caliente	S 275 – L.E. 275 N/mm ²	Y ₆₀ =1,05	Y ₆₇ =1,05
Perfiles conformados en frío	S 235 – L.E. 235 N/mm ²	Y ₆₀ =1,05	Y ₆₇ =1,05



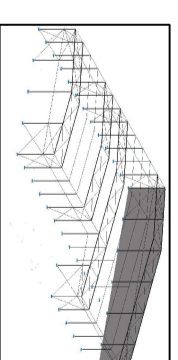
Alineaciones E y G



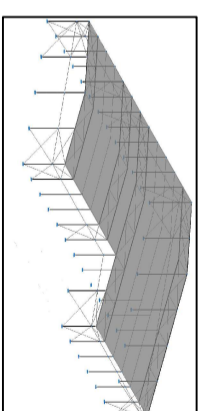
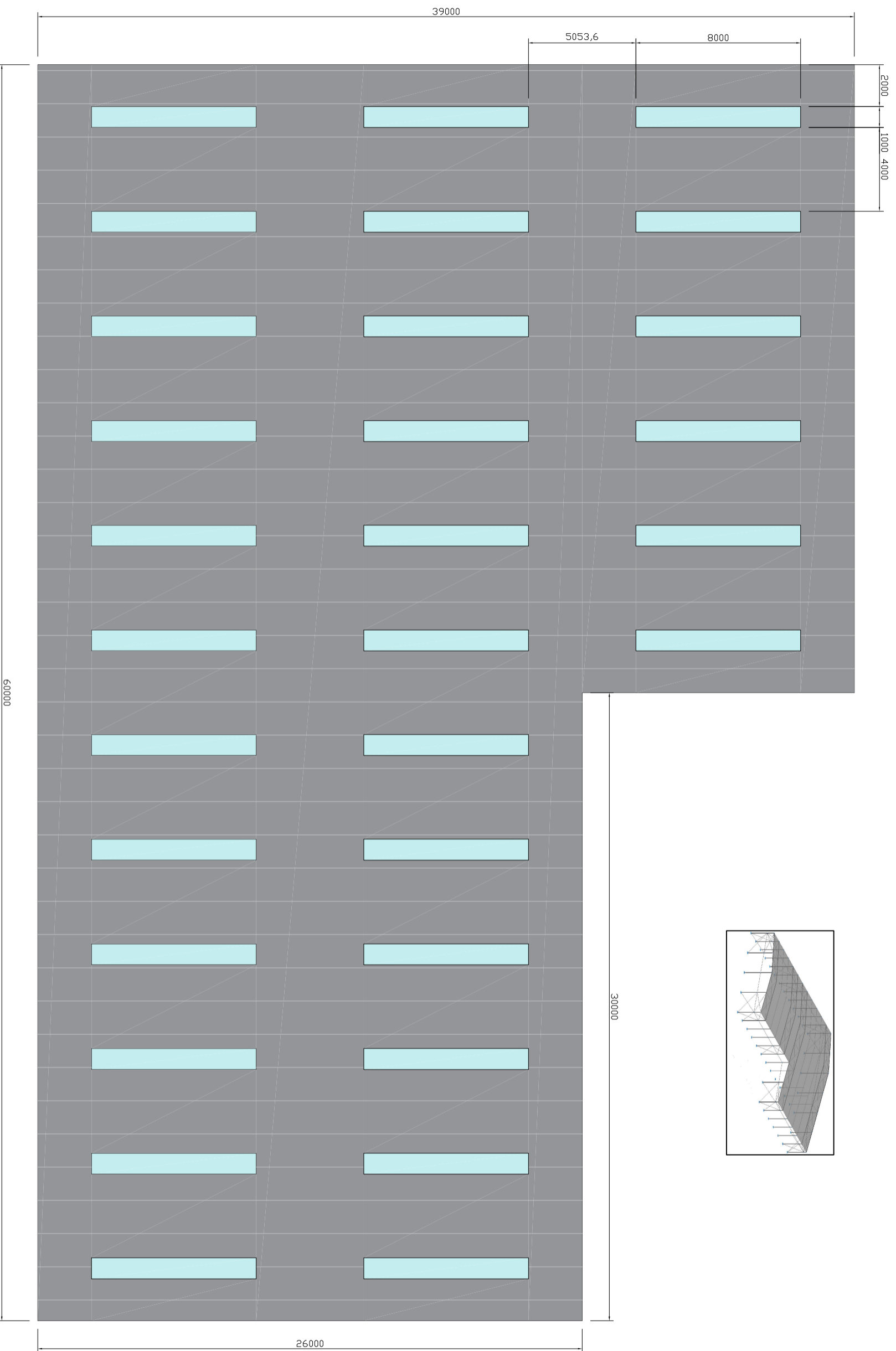
Alineación A



Alineaciones 7 y 13



Alineación 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS
INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE
1950 M2, DEDICADO A LA FABRICACION DE CAJAS
DE CARTÓN, SITO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
DOLORES (ALICANTE)

Plano: CERRAMIENTO DE CUBIERTA
Autor: JOSÉ MIGUEL FERRI GRAS

Fecha: JUNIO
2019
Escala: 1:200

Nº Plano:
9.2