



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE
INDUSTRIAL DE 1780 m² SITUADA EN EL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE SILLA
(VALENCIA) PARA EL USO DE
INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PÁDEL**

AUTOR: ALBERTO PILATO COLOMAR

TUTOR: JOSE MIGUEL MONTALVA SUBIRATS

Curso Académico: 2017-18

RESUMEN

Este Proyecto Final del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales consiste en el análisis estructural de un edificio industrial de 1780 m² situado en el polígono industrial de Silla destinado principalmente al uso de instalaciones deportivas de pádel.

La estructura está formada por dos naves industriales metálicas. La nave principal es de una tipología a base de pórticos rígidos a dos aguas, mientras que la nave adosada es a un agua. Asimismo, el trabajo incluye una memoria descriptiva de la solución estructural adoptada, anexo del cálculo de comprobaciones de los subsistemas estructurales teniendo en cuenta la normativa correspondiente recogida en el Código Técnico de Edificación (CTE), cálculo del presupuesto del proyecto y, por último, la realización de planos necesarios para la representación gráfica de la planta industrial.

CYPE Ingenieros es un software para Arquitectura, Ingeniería y construcción que ha sido necesario para analizar y dimensionar toda la estructura. En concreto, CYPE 3D, generación de pórticos, CYPECAD y Arquímedes son programas de CYPE fundamentales para el análisis estructural de este proyecto.

Palabras clave: Edificio industrial, Silla, pórticos rígidos a dos aguas, subsistemas estructurales, CYPE.

RESUM

Este Projecte Final del Grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials consistix en l'anàlisi estructural d'un edifici industrial de 1780 m2 situat en el polígon industrial de Silla destinat principalment a l'ús d'instal·lacions esportives de pàdel.

L'estructura està formada per dos naus industrials metàl·liques. La nau principal és d'una tipologia a base de pòrtics rígids a dos aigües, mentres que la nau adossada és a una aigua. Així mateix, el treball inclou una memòria descriptiva de la solució estructural adoptada, annex del càlcul de comprovacions dels subsistemes estructurals tenint en compte la normativa corresponent arreplega en el Codi Tècnic d'Edificació (CTE) , càlcul del pressupost del projecte i, finalment, la realització de plans necessaris per a la representació gràfica de la planta industrial.

CYPE Enginyers és un software per a Arquitectura, Enginyeria i construcció que ha sigut necessari per a analitzar i dimensionar tota l'estructura. En concret, CYPE 3D, generació de pòrtics, CYPECAD i Arquimedes són programes de CYPE fonamentals per a l'anàlisi estructural d'este projecte.

Paraules clau: Edifici industrial, Silla, pòrtics rígids a dos aigües, subsistemes estructurals, CYPE.

ABSTRACT

This Final Project of the Degree of Engineering in Industrial Technologies consists of the structural analysis of an industrial building of 1780 m² located in the industrial estate of Silla destined mainly to the use of paddle tennis facilities.

The structure is made up of two metal industrial buildings. The main nave is of a typology based on rigid gabled porticoes, while the adjoining nave is a single-water structure. The work also includes a descriptive report on the structural solution adopted, an annex to the calculation of checks on the structural subsystems, taking into account the corresponding regulations contained in the Technical Building Code (CTE), calculation of the project budget and, finally, the drawing up of the necessary plans for the graphic representation of the industrial plant.

CYPE Ingenieros is a software for Architecture, Engineering and Construction that has been necessary to analyze and dimension the entire structure. Specifically, CYPE 3D, gantry generation, CYPECAD and Archimedes are fundamental CYPE programs for the structural analysis of this project.

Keywords: Industrial building, Chair, rigid gable gable frames, structural subsystems, CYPE.

ÍNDICE

DOCUMENTO I : MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO II : ANEXOS

DOCUMENTO III : MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV : PLANOS

DOCUMENTO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE MEMORÍA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	7
2. INTRODUCCION.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Motivación.....	7
3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	7
3.1 Selección del polígono.....	7
3.2 Identificación de la parcela.....	8
3.3 Análisis de la ordenanza municipal.....	8
4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	10
5. MODELO ESTRUCTURAL.....	11
5.1 Normativa considerada.....	11
5.2 Geometría.....	12
5.3 Acciones.....	12
5.4 Materiales empleados.....	14
5.5 Descripción de la solución adoptada.....	15
5.5.1 Elementos estructurales.....	16
5.5.1.1 Actuaciones previas sobre el terreno.....	17
5.5.1.2 Cimentación.....	17
5.5.1.3 Placas de anclaje.....	19
5.5.1.4 Pórtico interior.....	20
5.5.1.5 Sistema contraviento.....	22
1) Pórtico de fachada.....	22
2) Viga contraviento.....	23
3) Arriostramiento de fachada lateral.....	24
4) Viga perimetral.....	25
5.5.1.6 Altillo.....	25
5.5.2 Elementos constructivos.....	26
5.5.2.1 Solera.....	26
5.5.2.2 Cerramientos y correas.....	26
5.5.3 Presupuesto.....	28
6. BIBLIOGRAFIA.....	29

1. OBJETO DEL PROYECTO

Este trabajo académico tiene como finalidad el cálculo estructural de una nave industrial de 1780 m² situada en el Polígono de Silla (Valencia) dedicada principalmente al uso de instalaciones deportivas de pádel. El programa CYPE es una parte fundamental del proyecto en el cálculo estructural, así como el cumplimiento de las normas que se recogen del CTE (Código Técnico de la Edificación). Asimismo, el trabajo requiere de la realización de una memoria descriptiva, los planos de la nave y el cálculo del presupuesto.

2. INTRODUCCION

2.1 Antecedentes

Este proyecto surge de la petición por parte de un cliente ficticio, del cálculo estructural de un edificio industrial con el fin de convertirlo en un centro deportivo de pádel. Los requisitos que se imponen según los deseos del cliente son tres pistas de pádel, siendo una de ellas, la pista principal donde se realicen competiciones profesionales. La nave se encontrará en el polígono de Silla, a las afueras de Valencia, debido a las ventajas que presenta que se comentarán posteriormente.

2.2 Motivación

Este trabajo es un proyecto final de grado de la titulación en Ingeniería en Tecnologías Industriales promovido por la Universidad Politécnica de Valencia.

El objetivo del proyecto es la confirmación de que el autor ha adquirido los conocimientos específicos del grado. La motivación del trabajo de fin de grado es poder finalizar los estudios del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales y acceder al Máster Universitario de Ingeniería Industrial.

El interés por las asignaturas Tecnología de la Construcción, proyectos y Expresión Gráfica condicionó la elección de este proyecto, además de haber tenido experiencia laboral donde se utilizan los programas de cálculo de estructuras CYPE y AutoCad que son tan importantes en el sector de la construcción.

3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

3.1 Selección del polígono

La elección de construir la nave en el Polígono de Silla vino dada por las múltiples ventajas que presentaba.

Silla posee nada menos que 12 diferentes zonas industriales organizadas por sectores de las cuales cabe destacar Espioca que ocupa un 25 % de la superficie industrial de Silla, L'Alteró y Pla dels Olivares con 370.000 y 250.000 m².

El número total de empresas se eleva a 660. Esta concentración da idea a la importancia industrial que tiene sobre el municipio de Silla.

Cabe destacar algunas de las ventajas para la instalación de empresas como es su cercanía a la capital, tan solo 10 km, así como sus buenas comunicaciones por carretera con la V-30 y AP-7. Por último, destaca la proximidad al núcleo urbano que facilita el acceso a los trabajadores.

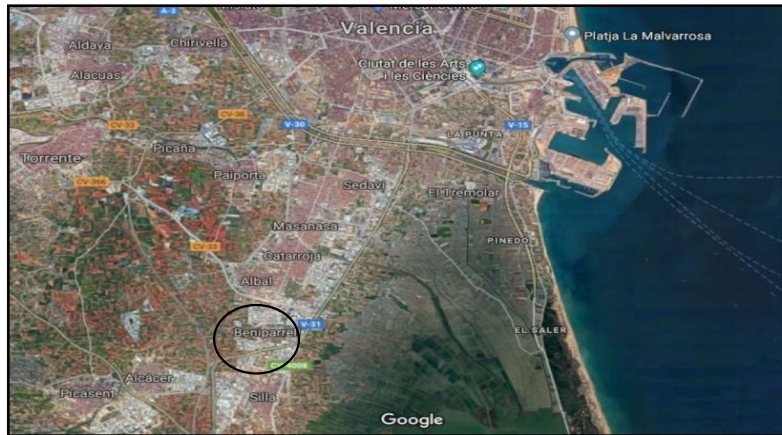


Ilustración 1: Localización del Polígono industrial de Silla, Valencia. Google Maps

3.2 Identificación de la parcela

La nave se encuentra situada en la zona Molí Magalló industrial. La parcela es cuasi rectangular de 5700 m² y tiene acceso a las vías de la carretera por un lado. Aunque es una zona donde predominan las naves de uso industrial, también es posible la construcción de naves para usos terciarios según la normativa urbanística del municipio.

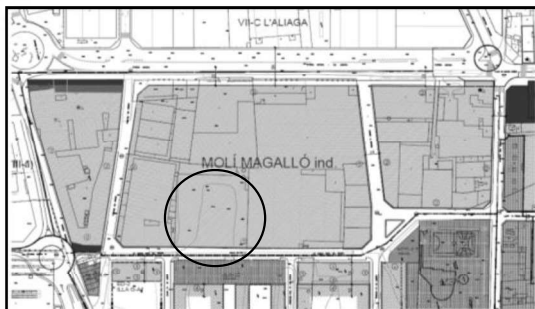


Ilustración 2: Parcela de la zona industrial donde se encuentra la nave. Fuente: Google.Ayuntamiento de Silla.

3.3 Análisis de la ordenanza municipal

UNIDAD DE EJECUCIÓN

DENOMINACIÓN	MOLÍ DE MAGALLÓ INDUSTRIAL	
SUPERFICIE TOTAL	78.110,03 m ²	
ÁREA DE REPARTIMIENTO	AR3 INDUSTRIAL	
SUELO LUCRATIVO	79,71 %	62.264,99 m ²
VIALES	20,29 %	15.845,04 m ²
ESPACIOS LIBRES/ZONAS VERDES	0,00 %	0,00 m ²

Tabla 1: Normativa urbanística en referencia a la zona de la parcela

APROVECHAMIENTO

	MAX/MIN	ESTABLECIDOS
Retranqueo mínimo frontal/lateral	3 m	5 m
Altura máxima de cornisa	10 m	8,5 m
Ocupación máxima de parcela	80 %	31 %
Edificabilidad máxima de parcela	1,16 m ² t/m ² s	0,36 m ² t/m ² s
Lindes mínimos frontales/laterales	16 m	65 m
Superficie mínima de parcela edificable	500 m ² s	1780 m ² s

Tabla 2: Normativa Urbanística de las características de la parcela

Además, debe contemplarse lo establecido en el Artículo 5.99 del Reglamento del Plan General de Silla, respecto a la dotación de aparcamientos en el interior de la parcela de uso industrial. Como mínimo una plaza por cada 100 m²s de la nave.

Con todas las restricciones impuestas, el edificio tendrá las siguientes dimensiones:

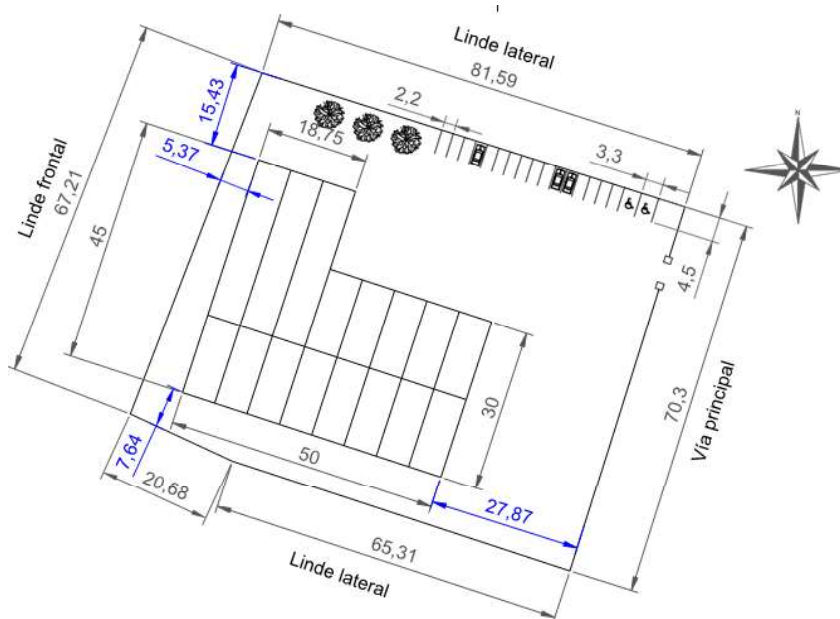


Ilustración 3: Disposición y dimensiones de la parcela

La parcela es prácticamente cuadrada de 5.700 m², mientras que la nave es de 1780 m², por lo que se podría hacer cualquier ampliación en el futuro. La orientación de la nave es tal y como está dispuesta en la imagen anterior. La parcela tendrá solo un acceso para coches y peatones con 18 plazas para aparcamiento de vehículos ligeros, de las cuales, dos son para personas discapacitadas. La parcela solo da a la calle por un lado, el resto son vecinos colindantes.

4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución o disposición de las instalaciones ha sido un factor muy importante en cuanto a la eficiencia y a la seguridad de las personas.

En primer lugar, se han dispuesto dos pistas de pádel en paralelo con una separación de seguridad de 5 m para poder salir de pistas continuando el punto de juego¹. La pista principal, donde se organizarán competiciones profesionales tendrá un mayor margen de seguridad y dispondrá de unas gradas para los espectadores.

Los aseos y vestuarios estarán a una distancia muy cercana a las pistas y se encontrarán en la planta baja de la nave adyacente. La entrada a recepción da a la vía principal, para la fácil comunicación del cliente-empleado. La cafetería está distribuida de tal forma que todos los clientes puedan disfrutar de las competiciones que se den en la pista principal. El acceso a la planta piso donde se encuentra la cafetería será mediante unas escaleras o un ascensor.

Otro factor importante a destacar, es la facilidad de ajuste de cambios de condiciones, por ejemplo, la ampliación de la nave debido a su disposición dentro de la parcela.

Cabe destacar la gran flexibilidad de la distribución, es decir, su facilidad de adaptarse a los cambios, al no disponer de columnas interiores en la nave principal y el tipo de uso que se le da. Además de que las pistas de pádel son desmontables.

A continuación, se muestra la distribución en planta de las dos naves:

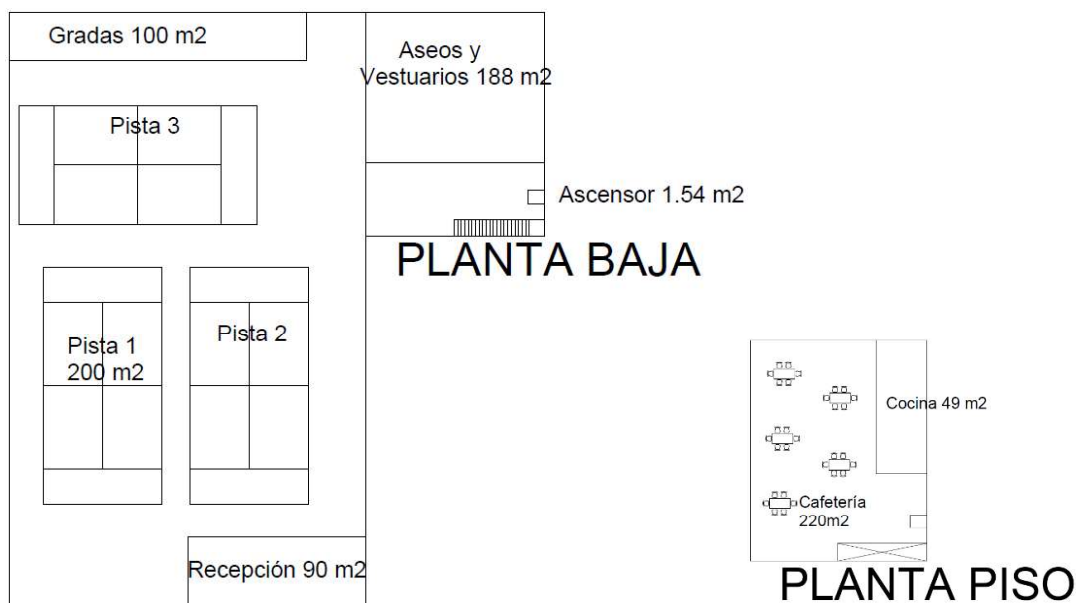


Ilustración 4: Distribución en planta del edificio

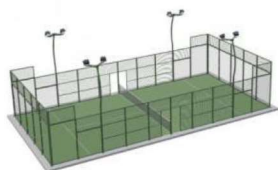


Ilustración 5: vista 3D pista de pádel. Google

La imagen corresponde con el diseño de una pista de pádel actual. Las dimensiones se recogen en la normativa de instalaciones deportivas y de esparcimiento (N.I.D.E). La pista de juego es un rectángulo de 20x10 m. Los cristales laterales donde se encuentra la

¹ El reglamento del juego de pádel se puede consultar en www.padelfederación.es

puerta de acceso miden 3 m, mientras que los frontales son de 4 m.

5. MODELO ESTRUCTURAL

En este capítulo, se trata de definir los pasos previos que se han seguido para determinar la solución estructural adoptada del proyecto. Es decir, definir todos los datos de la obra que se han necesitado para posteriormente, proceder al cálculo estructural mediante CYPE 3D.

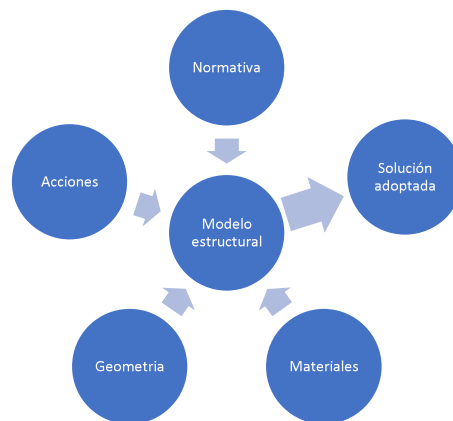


Ilustración 6: Diagrama del modelo de cálculo empleado.

5.1 Normativa considerada

Para el cálculo estructural de la planta industrial se han utilizado determinadas normas y reglamentos que son de vital importancia para la realización del proyecto. Los requisitos de Exigencias Básicas se recogen en el Código Técnico de Edificación (CTE). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28-marzo-2006). Por tanto, ha sido necesario recurrir a los siguientes documentos:

En cuanto a las Exigencias Básicas de Seguridad Estructural:

- 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.
- CTE DB SE-AE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.

En relación al hormigón estructural y no estructural utilizado para el diseño de las cimentaciones, se ha seguido de:

- EHE-08: Instrucción de hormigón estructural.

Real decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

5.2 Geometría

La generación de pórticos del programa CYPE permite la facilidad de crear pórticos y correas, así como las acciones que se desarrollan sobre la edificación. Por tanto, en este punto se define la geometría y cotas del edificio.

En la siguiente imagen, se observa que la geometría que se ha adoptado son pórticos rígidos a dos aguas de luz 30 m con una altura máxima de cumbrera de 10 m y una nave a un agua adyacente a la anterior de 15 m de luz y 8,5 m de altura de cumbrera.

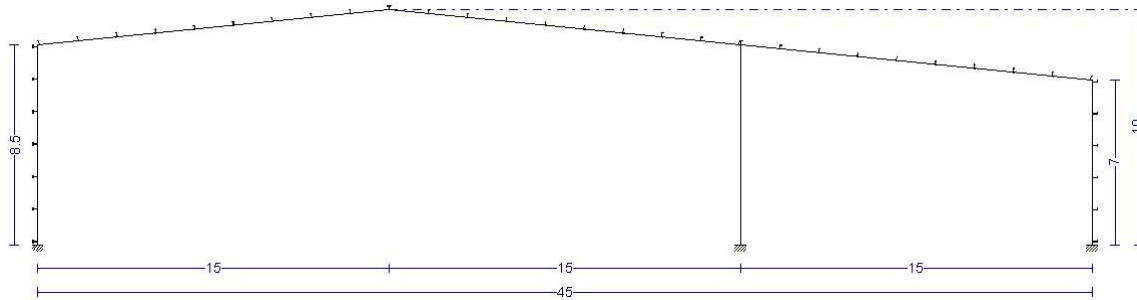


Ilustración 7: Geometría del pórtico. Alineaciones 7 y 8. Planos

Para generar toda la estructura es necesario exportar el documento a CYPE 3D. La profundidad de la nave de pórticos a dos aguas (principal) es de 50 m y la estructura de pórticos a un agua es de 18,75 m. Estos pórticos son simétricos y se encuentran separados a una distancia de 6,25 m (crujía).

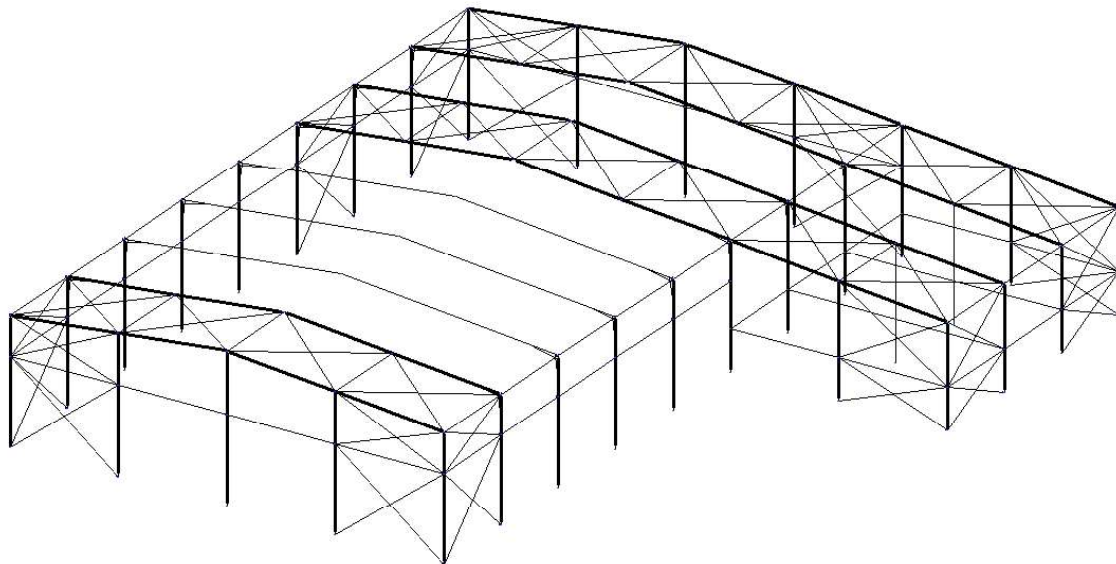


Ilustración 8: Geometría idealizada de la estructura.

5.3 Acciones

El primer punto de partida es analizar las diferentes acciones que debe soportar la estructura en todo momento de funcionamiento. La clasificación de las acciones por su variación en el tiempo es:

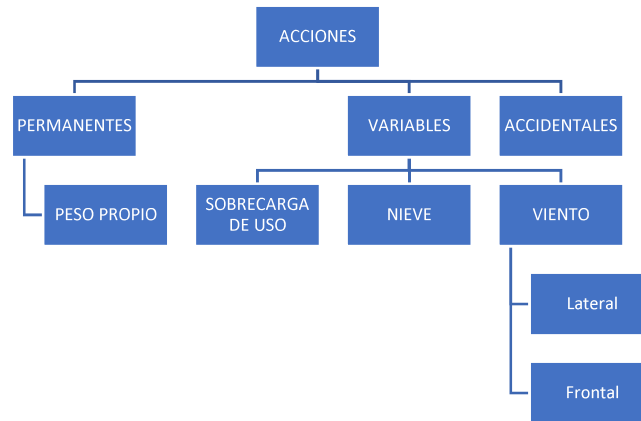


Ilustración 9: Esquema de las acciones que actúan sobre la estructura.

Acciones permanentes (G): Son aquellas que actúan de forma constante sobre la nave con posición fija. En esta acción se debe considerar el peso propio de los elementos que componen el edificio:

- Elementos estructurales: Son los elementos que configuran la estructura. Estos son los pilares, vigas, cimentación, cruces de San Andrés...
- Elementos constructivos: Cerramientos, solera, forjados...

En este caso solo se calcula el peso de la estructura y cerramientos. El valor del peso propio de la estructura es de $0,3 \text{ kN/m}^2$. Los cerramientos de cubierta y lateral han sido definidos con un valor de $0,15 \text{ kN/m}^2$. Se toma como hipótesis que el peso del forjado de chapa colaborante es de 4 kN/m^2 .

En cambio, no se ha definido el peso de la escalera situada en la nave adyacente a un agua, ya que no forma parte de los conocimientos adquiridos en la asignatura.

Acciones Variables(Q): Estas pueden actuar o no sobre el edificio y no son constantes en todo momento. Por ejemplo, las acciones debidas al uso o climáticas.

La *sobrecarga de uso* es el peso de todo lo que pueda tener la nave como la maquinaria pesada, acumulación de materiales, etc. Se ha determinado una sobrecarga de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente para conservación) de $0,4 \text{ kN/m}^2$ según se indica en el CTE DB SE-AE 3.1. La sobrecarga del forjado es de 4 kN/m^2 .

Por otra parte, se ha tenido en cuenta la *acción del viento* que puede incidir en cualquier dirección. Esta acción es una fuerza perpendicular a la superficie que se calcula mediante la expresión:

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

Donde: q_b =Presión dinámica del viento (varía en función del emplazamiento geográfico), c_e =Coeficiente de exposición (varía con la altura (z) del punto considerado) y c_p =Coeficiente eólico, depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

El efecto de la *nieve* también ha sido considerado.

Acciones accidentales(A): Son aquellas cuya probabilidad de aparecer es muy pequeña, pero de grave magnitud como sismo, incendio o explosión. Estas acciones no se detallan posteriormente porque no corresponde al alcance del proyecto.

La información adicional sobre las acciones se encuentra en el anexo de cálculo.

5.4 Materiales empleados

El hormigón juega un papel muy importante. En la siguiente tabla se resume el material que se ha utilizado para las cimentaciones.

CIMENTACIONES

	TIPO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	MIN. DOSIFICACIÓN	TIPO DE CONSISTENCIA	TAMAÑO MÁX. ÁRIDO	CLASE DE EXPOSICIÓN
Hormigón estructural	Hormigón armado(HA)	25 N/mm ²		BLANDA	30 mm	Ila+Qa
Hormigón no estructural	Hormigón de limpieza(HL)		150 kg/m ³	BLANDA	30 mm	

Tabla 3: Propiedades del hormigón utilizado.

Para las cimentaciones se empleará el hormigón estructural armado que sea suficientemente resistente a las acciones mecánicas y químicas a las que se verá sometido.

Según el informe geotécnico territorial, se ha utilizado HA – 25/B/30/Ila+Qa. Esto es, Hormigón Armado cuya resistencia característica específica es 25 N/mm² (a compresión). Al ser hormigón de edificación, la consistencia será blanda con un tamaño máximo del árido de 30 mm. Por último, se ha definido Ila (humedad alta) como clase general del hormigón, ya que es propia de las cimentaciones y Qa (ataque químico débil) como clase específica debido a las características del terreno.

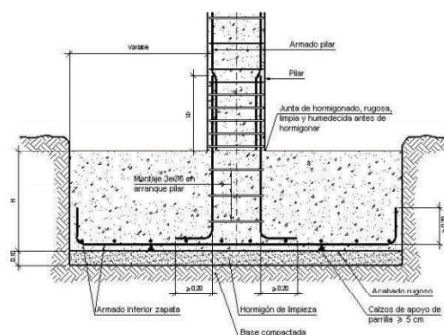


Ilustración 10: Sección de la zapata de cimentación. Fuente: cype

En cualquier cimentación se añadirá una capa de hormigón de limpieza (solera de asiento) que separa el vertido de hormigón armado de la base de compactación con el objetivo de evitar la desecación del hormigón estructural y la posible contaminación de este. (Anexo 18. EHE).

La dosificación mínima de cemento será de 150 kg/m³, consistencia blanda y tamaño máximo de árido de 30 mm. Quedando, HL-150/B/30.

Por otro lado, el acero se utiliza habitualmente en construcción, por su gran resistencia al sismo y al viento, y también por su reducido coste económico. Para su utilización en la construcción, el acero se distribuye en perfiles metálicos que poseen diferentes características según su forma y dimensión, utilizándose específicamente en vigas o en pilares. También se utiliza para estructuras de hormigón.

- En primer lugar, el acero estructural S275 JR se usa para dimensionar los perfiles laminados en caliente (IPE, IPN, HEA, ...). Así como también los perfiles utilizados para los montantes (cuadrados y huecos). El límite elástico es $f_{yk}= 275 \text{ N/mm}^2$, y, aplicando el coeficiente de seguridad $\gamma_M=1.05$ según el CTE:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = 261,9 \text{ N/mm}^2$$

- Para el dimensionamiento de las correas, se ha utilizado el acero para construcción metálica S235 JR, cuyo límite elástico es $f_{yk}=235 \text{ N/mm}^2$, que aplicando de nuevo el coeficiente de seguridad, queda:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = 223,81 \text{ N/mm}^2$$

JR es el grado que se le asigna al acero donde J es la energía que se absorbe en el ensayo Charpy medida en Julios, R es la temperatura a la que se realiza el ensayo (en este caso a temperatura ambiente). En ambos casos se utiliza un módulo de elasticidad del acero de $E=210.000 \text{ N/mm}^2$.

- Por último, como acero en barras para el hormigón armado se utilizará el acero B500S. Concretamente, se utilizará para los pernos y armado de las cimentaciones. El límite elástico es $f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$ y un coeficiente de seguridad $\gamma_S=1,15$ según EHE.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

El módulo de elasticidad de este acero es $E=200.00 \text{ N/mm}^2$.

5.5 Descripción de la solución adoptada

Para un excelente rendimiento del uso que se le ha dado a la nave, se ha optado por emplear un sistema estructural basado en 9 pórticos rígidos a dos aguas de 10 m de altura de cumbrera con una separación entre pórticos (crujía) de 6,25 m. La nave adosada a un agua es una extensión de la nave principal con la misma separación de pórticos.

La inclinación de las cubiertas de las dos naves se fija en el 20 % (11,31°), para facilitar la evacuación de aguas pluviales.

La nave principal es la estructura donde se albergan las pistas de pádel y la recepción cuyas dimensiones son 30 m de luz, y 50 m de profundidad con una altura de cumbrera de 10 m. La nave adosada a un agua es de 15 m de luz y 18,75 m de profundidad con una altura máxima de

8,5 m correspondiente a la altura de cornisa de la nave principal. Esta nave dispone de un altillo que separa en dos plantas los vestuarios de la cafetería.

Para el sistema de contraviento de la estructura, se han dispuesto tres pilares intermedios con arriostramiento central y Cruces de San Andrés (CSA) en el pórtico de fachada. Así como vigas de contraviento de cubierta tipo Pratt en tres vanos con el doble de diagonales sumado de arriostramientos de fachada lateral.

A continuación, se muestra una ilustración en 3D del sistema estructural global que incluye las cimentaciones.

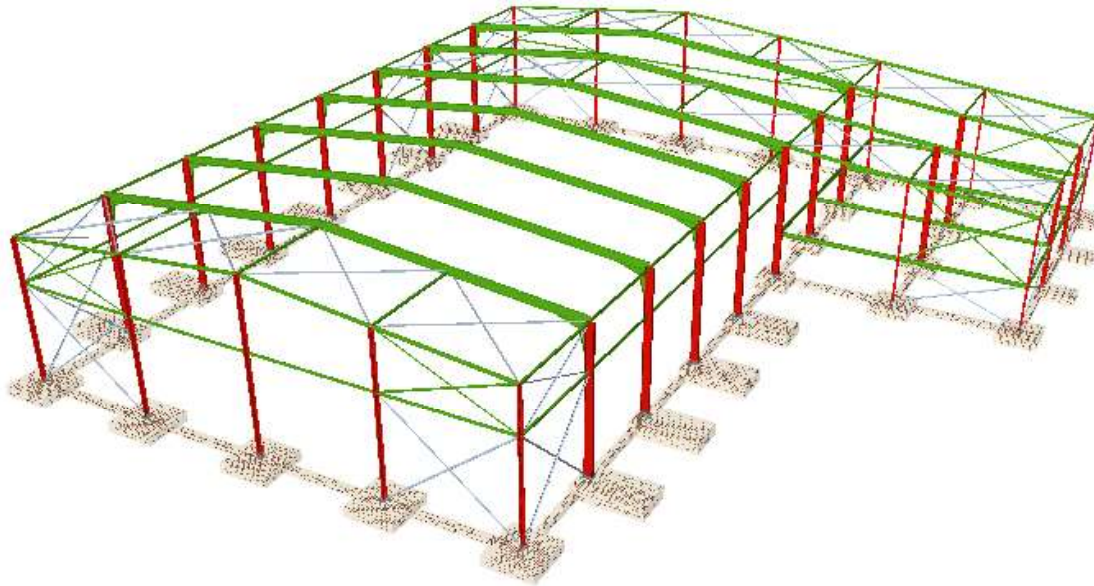


Ilustración 11: Esquema estructural en 3D

5.5.1 Elementos estructurales

Como se ha comentado anteriormente, se ha dispuesto de una nave principal a dos aguas de 30 m de luz y 50 m de profundidad y una estructura a un agua adyacente a esta de 15 m de luz y 18,75 m de profundidad.

En la siguiente ilustración se describen los elementos y arriostramientos que componen la nave industrial.

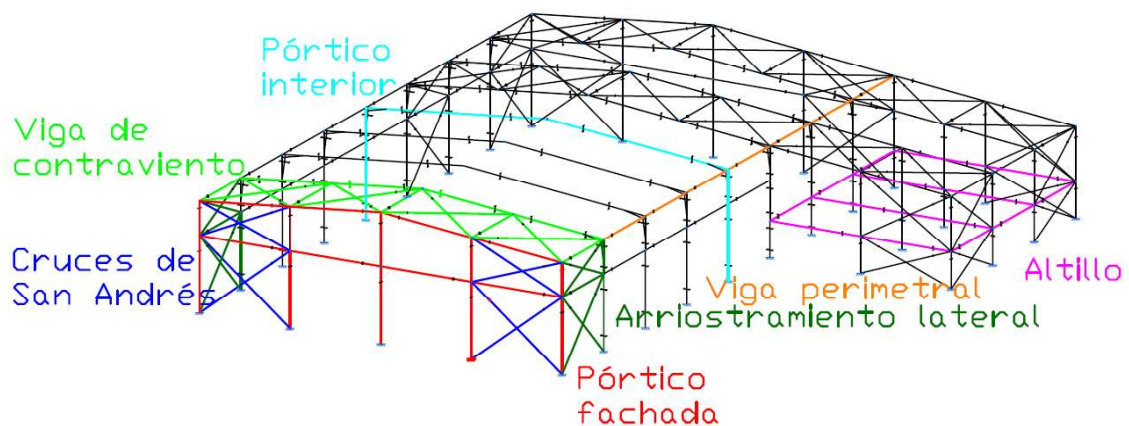


Ilustración 12: Elementos estructurales del edificio industrial.

5.5.1.1 Actuaciones previas sobre el terreno

Las actuaciones previas de la parcela donde se encontrará la nave son fundamentales para el proceso de construcción y consisten principalmente en el acondicionamiento del terreno.

En primer lugar, se realizará un desbroce y limpieza del terreno de la parcela hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Seguidamente se procederá a la excavación de zanjas para cimentación, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Por último, se tomarán medidas medioambientales como el transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km. Todas estas actividades se incluyen en el cálculo del presupuesto.

5.5.1.2 Cimentación

La cimentación de cualquier edificio es un sistema fundamental para la transmisión de esfuerzos de la estructura al terreno. Se calcula en función de la composición y resistencia del terreno, las cargas del edificio y las cargas variables como el viento y la nieve.

Para las cimentaciones se empleará el hormigón estructural armado que sea suficientemente resistente a las acciones mecánicas y químicas a las que se verá sometido. En el proyecto, se ha utilizado HA – 25/B/30/IIa+Qa.

En el proceso de cálculo se realizan las siguientes comprobaciones de los Estados Límites Últimos para garantizar la seguridad estructural de la cimentación, según CTE DB SE-C.

- 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.

La siguiente imagen representa la geometría y disposición de las zapatas que completan la cimentación. La información en referencia a la cimentación se encuentra de forma más detallada en el documento IV: Planos.

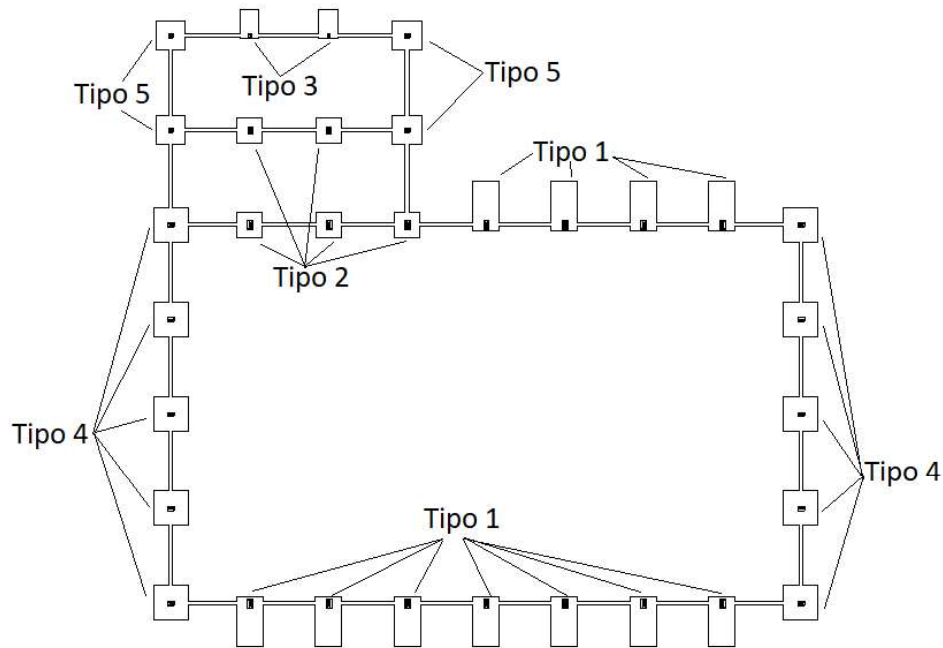


Ilustración 13: Esquema de la cimentación de la estructura.

En la figura, podemos observar que se ha utilizado zapatas aisladas cuadradas centradas y rectangulares excéntricas.

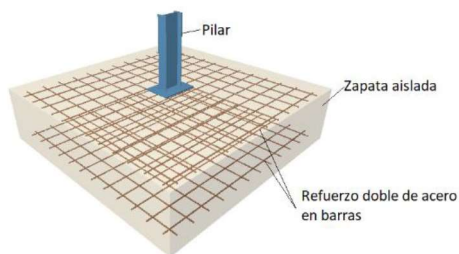


Ilustración 14: Zapata cuadrada centrada.

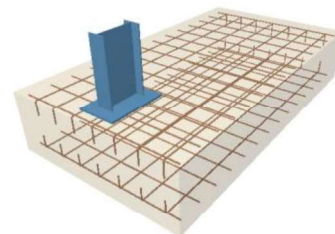


Ilustración 15: Zapata rectangular excéntrica.

Las zapatas excéntricas se emplean en la base de los pilares del pórtico interior tipo. La distancia de la placa de anclaje a un extremo de la zapata se ha tomado $u=0,5$ m. Esto propicia la disminución de las acciones que favorecen el vuelco de la estructura de cimentación.

Para el resto de los pilares, se utilizan zapatas aisladas cuadradas centradas. Se configuran de tal forma, ya que los momentos flectores provocados por el viento pueden ser negativos debido al sentido de incisión de este.

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones mínimas de las zapatas que cumplen todas las comprobaciones de seguridad de todas las zapatas de la estructura.

TIPO		GEOMETRÍA (cm)			ARMADO ACERO BARRAS	
		Longitud	Anchura	Espesor	DIÁMETRO (mm)	
					Parrilla superior	Parrilla inferior
1	Excéntrica rectangular	220	400	75	16 mm cada 29 cm	16 mm cada 29 cm
2	Cuadrada centrada	210	210	75	16 mm cada 29 cm	16 mm cada 29 cm
3	Excéntrica rectangular	160	240	50	12 mm cada 25 cm	12 mm cada 25 cm
4	Cuadrada centrada	280	280	60	12 mm cada 20 cm	12 mm cada 20 cm
5	Cuadrada centrada	240	240	60	12mm cada 19 cm	12mm cada 19 cm

Tabla 4: Geometría de las zapatas aisladas

Es necesario indicar que esta cimentación está incompleta, falta por dimensionar el sistema de atado de las zapatas. Este elemento se denomina viga de atado. Funciona como elemento de arriostramiento de las zapatas aisladas consiguiendo que la cimentación sea más estable.

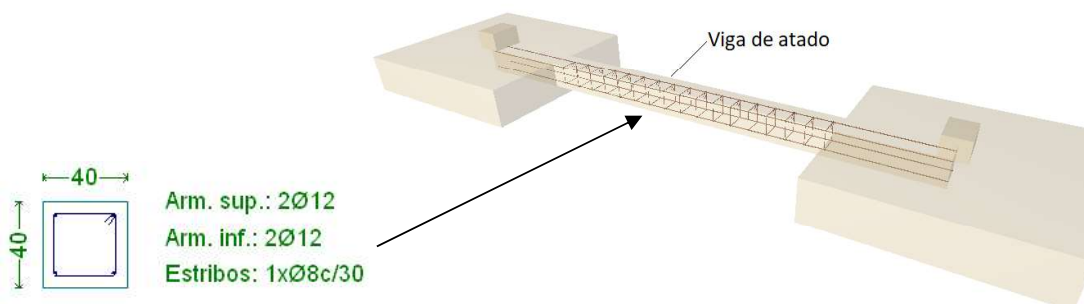


Ilustración 15: Viga de atado de cimentación.

5.5.1.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son elementos de acero que unen la base de los pilares de la estructura con los elementos de la cimentación. Son los elementos encargados de transmitir los esfuerzos que se han generado en la estructura de la superficie a la cimentación.

Las placas de anclaje están constituidas por: La placa base, las cartelas de rigidez y los pernos de anclaje.

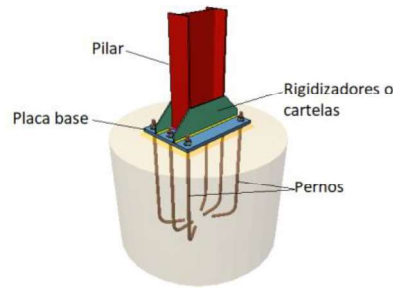


Ilustración 16: Placa de anclaje.

En la figura anterior, se puede apreciar la disposición de pernos roscados, así como, el ángulo de 90° de las patillas de los pernos. El pilar está soldado a la placa base.

Para realizar el cálculo correcto de las placas de anclaje, se han verificado las siguientes comprobaciones de los Estados Límites.

- E.L.U. de Agotamiento del apoyo.
- E.L.U. de Agotamiento de la placa a flexión.
- E.L.U. de Agotamiento de los pernos.
- E.L.U. de Anclaje de los pernos en el hormigón.

En función del dimensionamiento de los pilares de toda la estructura, se tienen diferentes tipos y dimensiones de las placas de anclaje.

TIPO	PLACA BASE (mm)			RIGIDIZADORES (mm)		PERNOS DE ANCLAJE		
	Longitud	Anchura	Espesor	Altura	Espesor	Número	Diámetro (mm)	Longitud (cm)
1	700	450	25	200	9	6	25	65
2	550	350	20	100	5	4	20	40
3	400	250	15	X	X	4	14	30
4	500	350	18	150	7	6	20	50
5	400	300	15	100	5	6	16	45

Tabla 5: Geometría de las placas de anclaje.

El tipo de placa 1 corresponde a los pilares del pórtico interior tipo de la nave principal, el 2 pertenece a los pilares interiores que conforman el forjado, el 3 corresponde a los dos pilares de los pórticos interiores de fachada latera de la nave adosada, el 4 a los pilares de fachada de la nave adosada, y el 5 a los pilares del pórtico de fachada de la nave principal.

5.5.1.4 Pórtico interior

La planta estructural se compone de 8 vanos, es decir, 9 pórticos, de los cuales, 7 son pórticos interiores. La crujía es de 6,25 m, para la nave principal y para la nave adosada.

El objetivo que se persigue, posteriormente a la definición de la geometría de la estructura, es el dimensionamiento de las barras.

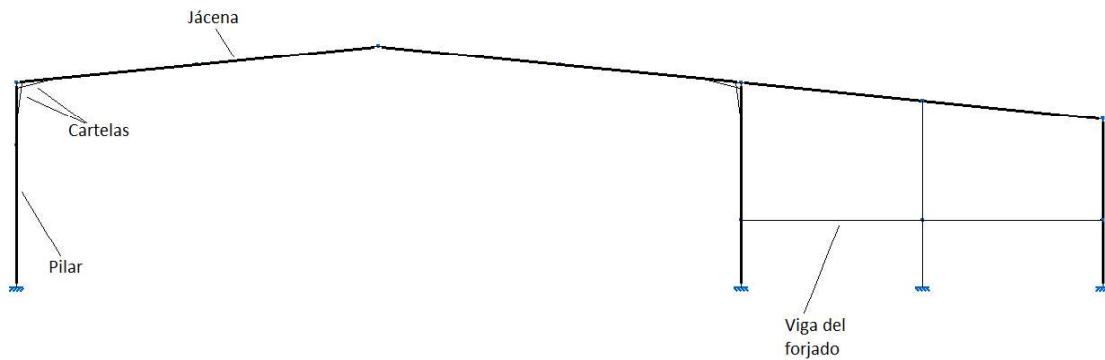


Ilustración 17: Pórtico interior tipo.

Para ello, los pilares y las jácenas de los pórticos interiores deben cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural según las acciones estudiadas en el caso.

Para la verificación de dichas exigencias básicas de seguridad estructural se utilizará el método de los Estados Límites de Servicio y Último.

- Estado Límite de Servicio de Deformación (ELS).
- Estado Límite Último de Resistencia de las Secciones (ELU).
- Estado Límite Último de Resistencia de las Barras. Pandeo (ELU).

El resultado óptimo del análisis de las barras del pórtico interior tipo ha sido analizado con CYPE 3D. El dimensionamiento de los pilares será IPE 450, así como de las jácenas de dicho pórtico, lo cual, facilitará su unión.

Ha sido necesario disponer de cartelas en la cabeza del pilar y en la base de la jácena de 1,7 m para reforzar la resistencia y unión de estas barras.

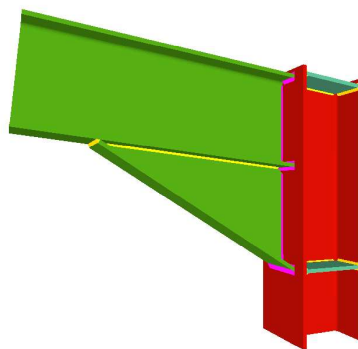


Ilustración 18: Ejemplo de cartela en base de la jácena.

Para la nave adosada a un agua, se ha utilizado un perfil más económico. El pilar que comparte la nave será el calculado anteriormente (IPE 450). La jácena se ha dimensionado con un perfil IPE 270. Al disponer esta planta de un altillo, se han introducido dos pilares interiores IPE 400 y

unas vigas que los atraviesan a una altura de 2,8 m, correspondientes al forjado con un perfil IPE 200.

El perfil del pilar que da a la fachada lateral será un IPE 270, mucho menor que el pilar adyacente a la nave principal. Esto es debido a que es una estructura a un agua y la altura del pilar de fachada lateral es menor que la anterior y, por tanto, requiere de mucha menos resistencia.

En el Documento IV: Planos se visualizan de forma más detallada las cotas y dimensiones de todos los elementos estructurales del edificio.

5.5.1.5 Sistema contraviento

El sistema contraviento está compuesto por la viga contraviento de cubierta que recibe los esfuerzos que actúan sobre la estructura de los pilares del hastial frontal (pórtico de fachada), en los cuales, se apoya la jácena. Estos pilares se consideran empotrados en la base y articulados en la cabeza y transmiten los esfuerzos a la cimentación. La disposición de estos pilares está girada 90° respecto la de los pilares del pórtico interior, debido a la acción del viento frontal en el pórtico de fachada.

Además, el arriostramiento de fachada lateral absorbe parte de las acciones que se han transmitido a la viga contraviento.

Se divide el sistema contraviento en los siguientes subsistemas simples que apoyan uno en otro:

- 1) Pórtico de fachada: pilares y jácena.
- 2) Viga contraviento: Pratt o Warren.
- 3) Arriostramiento Lateral: Cruz de San Andrés.
- 4) Viga perimetral.

1) Pórtico de fachada

Se debe realizar el dimensionado de los pilares del pórtico de fachada, así como de la jácena que se apoya sobre sus cabezas. En este caso se determinará un único perfil para todos los pilares para evitar la confusión de los distintos elementos que conforman la estructura, al ser asimétrica.

Las comprobaciones de las exigencias Básicas de Seguridad Estructural a realizar son idénticas a las del pórtico interior, con algunas particularidades.

En la siguiente figura, se muestra el hastial frontal con las dos naves adyacentes.

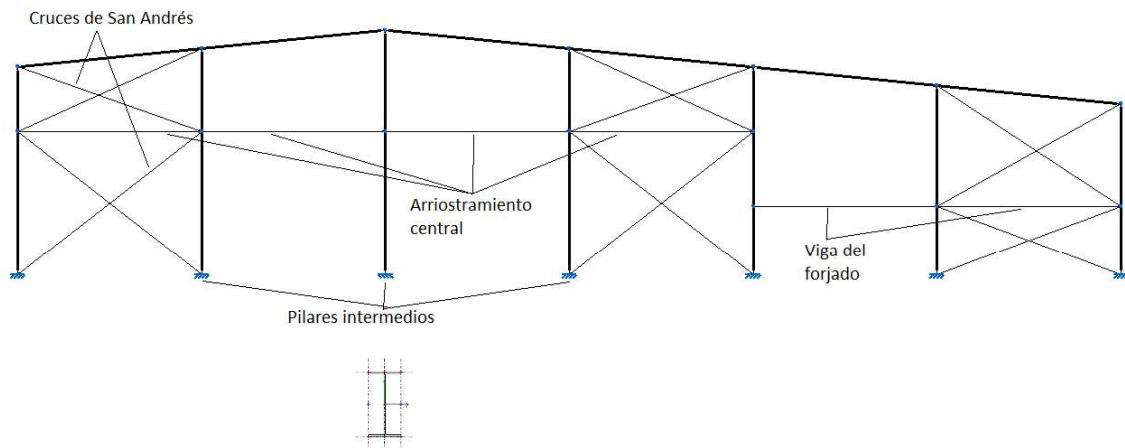


Ilustración 19: Elementos estructurales del pórtico de fachada.

Se ha utilizado el perfil IPE 270 del pilar central de la nave principal para definir los demás pilares intermedios al ser el más desfavorable. El arriostamiento central de perfil cuadrado y hueco #120.4 reduce el coeficiente de pandeo (β), así como también la longitud de pandeo de la barra. La jácena cumple todas las comprobaciones con un perfil IPE 180 y las CSA (Cruces de San Andrés) con un perfil L90.8. Se han fijado 5 pilares y la separación entre cada uno de ellos es de 7,5 m.

En cambio, para la nave adosada a un agua, se ha utilizado un IPE 220 para la jácena, y, un IPE 220 para el pilar que da a la fachada lateral, así como para el pilar intermedio. Para la viga horizontal que forma parte del altillo se ha dimensionado a partir de un perfil IPE 270. Por último, un L90.8 para las CSA.

2) Viga contraviento

En la siguiente ilustración, se visualiza la viga contraviento tipo pratt de las dos naves.

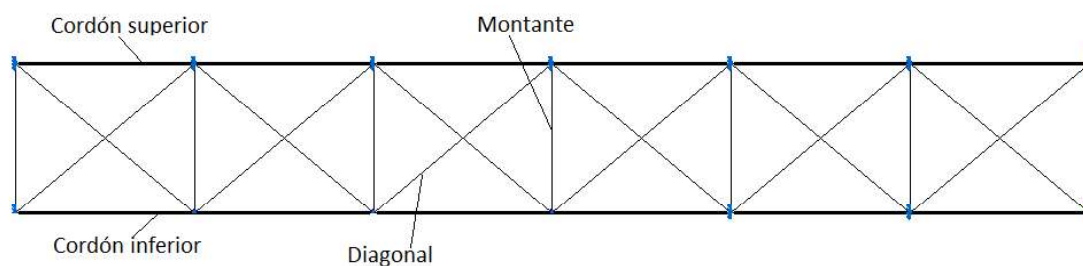


Ilustración 20: Viga de Contraviento tipo Pratt de cubierta

Las barras verticales o montantes trabajan únicamente a compresión con un perfil #100.4, mientras que las diagonales son tirantes, es decir, trabajan a tracción, de perfil L100.8. Se duplica el número de diagonales puesto que el viento puede incidir en todas las direcciones (Viento frontal e interior de succión). Así como también, para restringir la longitud de pandeo.

Este sistema contraviento de cubierta está dispuesto en el primer y último vano, y en el vano 6. Lo podemos observar en la siguiente figura:

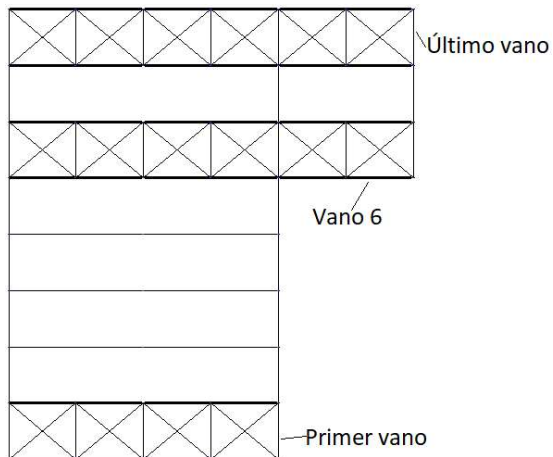


Ilustración 21: Planta del edificio estructural

3) Arriostramiento de fachada lateral

Una vez definidos todos los elementos de la viga contraviento, resta por dimensionar los perfiles que conforman el arriostramiento de fachada lateral.

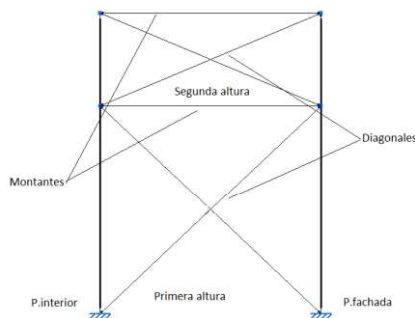


Ilustración 22: Ejemplo de arriostramiento de fachada lateral.

Se ha optado por esta configuración, con CSA, por ser una de las más simples y carecer de cualquier puerta de acceso. Se dispone de un arriostramiento a dos alturas, ya que la longitud de pandeo sería muy elevada en caso contrario. La solución adoptada es L90.8 para las diagonales de la primera altura y L70.6 para las del segundo nivel. Para los montantes es #100.4 en los dos niveles. Se duplica el número de diagonales por el mismo motivo que en el caso de la viga de contraviento.

La solución ha sido disponer de arriostramientos laterales en tres de los vanos para que todas las barras cumplieren las Exigencias Básicas de Seguridad Estructural.

En el caso de la nave adosada, el dimensionamiento de las barras es diferente.

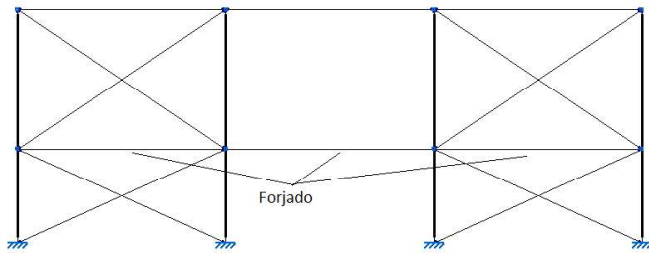


Ilustración 23: Arriostramiento de fachada lateral de la nave secundaria

Al ser las barras más cortas, las diagonales de la primera altura se han dimensionado con un perfil L70.6 y las de la segunda altura con L80.8

4) Viga perimetral

Por último, falta dimensionar la viga perimetral. Esta barra longitudinal canaliza cualquier empuje movilizado por pandeo de los pórticos interiores en el plano perpendicular al pórtico y los transmite a las CSA de fachada lateral, es decir, es la encargada de estabilizar los pilares del pórtico interior. Se trata de una barra de arriostramiento que une todos los pilares y trabaja a tracción.

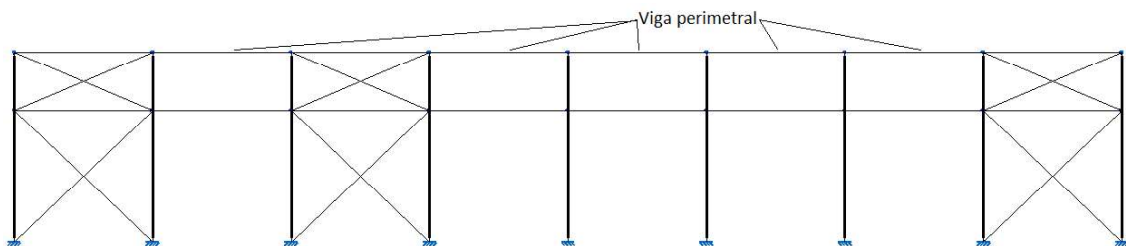


Ilustración 24: Viga perimetral de la nave principal

Al ser un elemento que trabaja a tracción, los perfiles óptimos son los tubulares, pero por temas económicos y cruja de más de 6 m, se ha empleado un perfil IPE 160. Para la nave adosada a un agua es exactamente igual.

5.5.1.6 Altillo

El altillo es una estructura horizontal (forjado) formada por vigas y pilares que da lugar a otra superficie con cualquier fin colocado a un nivel superior al del terreno. En la siguiente imagen, se visualizan las cargas distribuidas sobre los paños del altillo

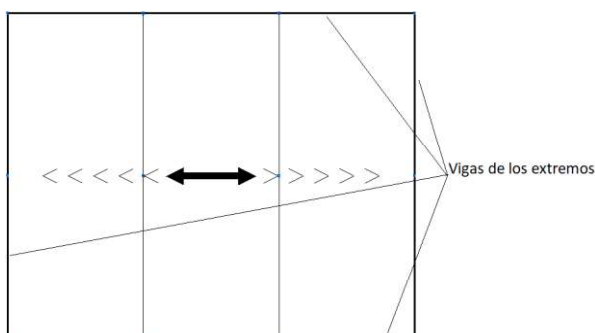


Ilustración 25: Vista de la planta del altillo de la nave secundaria.

El perfil mínimo que cumplen las vigas de los extremos que verifican todas las comprobaciones del CTE es IPE 160, mientras que las dos vigas interiores cumplen con IPE 200.

5.5.2 Elementos constructivos

5.5.2.1 Solera

La solera es el revestimiento del suelo que pertenece al interior del edificio, constituido por una capa resistente de hormigón armado.

Se dispone de un sistema de pavimentación formado por varias capas:

- Base de pavimento mediante 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.
- Solera 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 10080 sobre separadores homologados.

Una vez dimensionados estos elementos estructurales, se aplicará un correcto acabado superficial.

5.5.2.2 Cerramientos y correas

Al definir la nave en la generación de pórticos, existe una opción que permite introducir los valores de los cerramientos laterales y de cubierta de la nave.

En este caso, el **cerramiento de cubierta** se compone de paneles sándwich de cubierta prefabricados, con una inclinación de cubierta de 11° para evitar las filtraciones de agua.

El peso propio de dicho cerramiento será de 0,11 KN/m², además de 0,4 KN/m² de sobrecarga de uso.

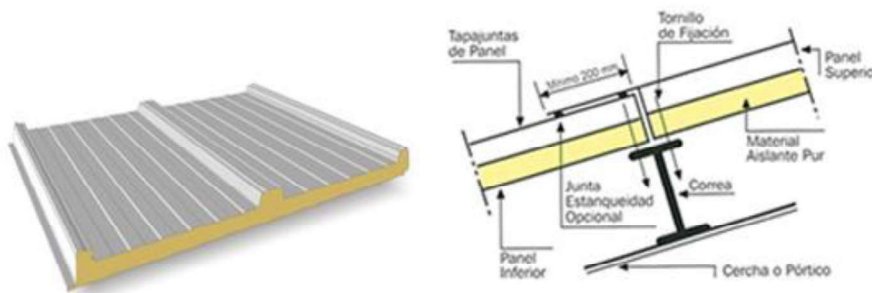


Ilustración 26: Panel tipo sandwich de cubierta.

Estos paneles vendrán dados con una dimensión fija recogida en el generador de precios de CYPE. Serán paneles sándwich aislantes de acero de 30 mm de espesor, 1150 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado fijados mecánicamente a cualquier tipo de correa. Estos elementos estarán colocados perpendicularmente a la disposición de correas de cubierta y suman en total 1561 m².

Además, se pueden visualizar en el Documento IV: Planos 22 lucernarios a un agua revestidos con placas alveolares de policarbonato celular incoloro de 6 mm de espesor.

Por otro lado, el **cerramiento lateral** de la nave se compone de dos tipos de material:

- Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal. También se dispondrán de accesos de puertas de 700 mm de ancho y 1945 mm de altura y una puerta de garaje de 3000 mm de anchura y 2500 mm de altura.
- Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto. Además, se instalarán ventanales de distintas dimensiones.

Todo el cerramiento está apoyado sobre unas **correas metálicas**. Estos elementos son barras longitudinales y horizontales que atraviesan la sección de todos pórticos con el fin de transmitir las acciones que se producen en la estructura a las jácenas y pilares.

Se ha utilizado el programa de generación de pórticos de CYPE para el dimensionamiento y disposición de las correas. El perfil de las correas de cubierta es CF-180x3.0 de acero S235 separadas a 1.75 m entre sí. En total suman 20 correas de 50 m de longitud y 10 correas de 18,75 m.

En cambio, para las correas laterales se ha empleado el perfil IPE 220 de acero S275 con una separación de 1,5 m entre ellas. Esto es debido a que el perfil de las correas estará tumbado, y que en su eje débil, tendrán que resistir el peso propio de los cerramientos. Estas barras se encuentran donde existe únicamente el panel de sándwich. En total suman 4 barras en todo el perímetro de la nave.

5.5.3 Presupuesto

El cálculo del presupuesto del edificio industrial se ha realizado exportando la estructura a Arquímedes. En este cálculo se considera el coste del material, maquinaria y mano de obra de la estructura, cerramientos y acondicionamiento del terreno. A continuación, se resume el presupuesto base por licitación por capítulos y subcapítulos del proyecto.

Nombre	Total
1.CIMENTACIÓN	
1.1. Regularización	2.089,56 €
1.2. Superficiales	21.988,92 €
1.3. Arriostramientos	2.885,39 €
Total cimentación	26.963,87 €
2. ESTRUCTURAS	
2.1Acero	226.632,67 €
Total de estructuras	226.632,67 €
3. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	
3.1. Desbroce y limpieza del terreno	4.503,00 €
3.2. en zanjas para cimentaciones	4.441,96 €
3.3. Base de pavimento con zahorra natural caliza	6.343,92 €
3.4. Solera de hormigón armado	37.789,40 €
Total de acondicionamiento del terreno	53.078,28 €
4. FACHADAS Y PARTICIONES	
4.1. Cerramiento de fachada con paneles sandwich aislantes	50.416,94 €
4.2. Puerta basculante estándar de 300x250 cm	1.212,39 €
4.3. Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado	12.129,45 €
4.4. Ventanal fijo de PVC 3000x1000 mm	1.557,00 €
4.5. Ventanal fijo de PVC 3000x2000 mm	1.187,34 €
4.6 Puerta de paso de acero galvanizado de una hoja 700x1945 mm	347,24 €
Total de fachadas y particiones	66.850,36 €
5.CUBIERTAS	
5.1. Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero	66.337,51 €
5.2. Lucernario a un agua	40.649,40 €
Total de cubiertas	106.986,91 €
6.GESTIÓN DE RESIDUOS	
6.1. Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción	837,87 €
Total de gestión de residuos	837,87 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	481.349,96 €
Gastos generales (GG): 12 %	57.762,00 €
Beneficio industrial (BI): 6%	28.881,00 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC=PEM+GG+BI)	567.992,95 €
IVA: 21 %	119.278,52 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (PBL=PEC+IVA)	773.914,47 €



6. BIBLIOGRAFIA

- <https://economia3.com/2016/07/18/79027-silla-un-municipio-con-12-poligonos-industriales-2/>
- <http://www.silla.es/urbanisme/>
- José Miguel Montalva Subirats, Antonio Hospitaler Pérez, Héctor Saura Arnau, David Hernández Figueirido, *Proyecto estructural de edificio industrial* : Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Apuntes de la asignatura de *Proyectos de Ingeniería*
- <https://www.construmatica.com/construpedia/>
- <http://www.indafer.com/lacasaporeltejado/2014/07/la-pendiente-para-el-panelsandwich-y-chapa-perfilada/>
- <https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/aplicaciones-del-acero-en-la-construccion>
- Richard Muther, *distribución en planta*: Editorial Hispano Europea, S.A.
- Apuntes de la asignatura de *Tecnología de la Construcción*.
- *Normativa de instalaciones deportivas y de esparcimiento (N.I.D.E)*
<http://www.csd.gob.es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/actuaciones-en-el-ambito-tecnico/1normasNIDE>

- *Código Técnico de Edificación*
(CTE)<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-legislacion/menu-real-decreto-314-2006.html>

DOCUMENTO II

ANEXO DE CÁLCULO

ÍNDICE DE ANEXO DE CÁLCULO

1. ACCIONES	3
1.1 Acciones permanentes.....	3
1.2 Acciones variables.....	3
2. SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES	6
2.1 Cimentación	7
2.2 Placas de anclaje	11
2.3 Pórtico interior	15
2.4 Pórtico de fachada	16
2.5 Viga contraviento	19
2.6 Arriostramiento de fachada lateral.....	21
2.7 Viga perimetral.....	23
2.8 Altillo	24
2.9 Correas	25

1. ACCIONES

1.1 Acciones permanentes

En el caso de naves industriales formadas por pórticos a dos aguas, con luces entre 20 a 30 m y alturas de cornisa de hasta 8 m, se considera un peso propio de la estructura de valor:

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

Por otro lado, hay que añadirle el peso propio del cerramiento de cubierta de valor 0,15 kN/m² y del cerramiento lateral de 0,15 kN/m².

1.2 Acciones variables

En primer lugar, se añade la sobrecarga de uso según el CTE DB SE-AE 3.1.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 1: Valores característicos de la sobrecarga de uso. Fuente: CTE DB SE- AE

En la tabla 1, se utiliza la categoría de uso G: cubiertas accesibles únicamente para conservación, 1: Cubiertas ligeras para correas de valor 0,4 kN/m².

En segundo lugar, se considera la acción del viento sobre la estructura. Esta acción es una fuerza perpendicular a la superficie que se calcula mediante la expresión:

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

Donde:

- q_b =Presión dinámica del viento (varía en función del emplazamiento geográfico)

- c_e = Coeficiente de exposición en función del grado de aspereza y la altura sobre el terreno del punto considerado
- c_p = Coeficiente eólico, depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

La **presión dinámica del viento** está relacionada con su velocidad en función del emplazamiento geográfico.



Ilustración 1: Valor básico de la velocidad del viento. Fuente: DB SE-AE

En este caso, la nave industrial se encuentra en la Zona eólica: A

Coefficiente de exposición: $C_e(g, z)$

Este parámetro depende del grado de aspereza (g). Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal. El coeficiente de exposición $c_e(g, z)$ para alturas sobre el terreno, $z < 200$ m, se determina con la expresión:

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

Donde $F(g, z)$ es el coeficiente de rugosidad:

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

- $k(g)$ Es un factor de terreno
- $L(g)$ Longitud de la rugosidad (z_0), que se interpreta como el tamaño del torbellino que se forma por fricción del aire con la superficie del terreno.

- $Z(g)$ Es la altura mínima a considerar.

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

Tabla 2: Coeficientes para tipo de entorno. Fuente: CTE DB SE-AE

Po último, queda por determinar el **coeficiente eólico C_p** . Este coeficiente depende de la dirección relativa del viento, la posición del elemento y la geometría del edificio. A su vez, se divide en varias situaciones diferentes.

- Coeficiente eólico exterior C_{pe} que depende de la dirección relativa del viento (h/d), la forma del edificio (f, α), la posición del elemento considerado y el área de influencia A del elemento que se calcula.

La siguiente tabla permite calcular el C_{pe} en todos los parámetros verticales (cerramientos de fachada) de la nave de tipología dos aguas

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
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

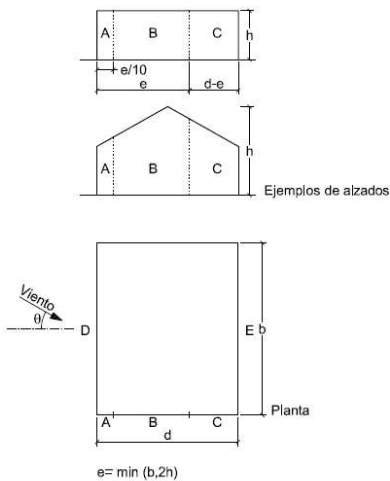


Tabla 3: Parámetros verticales. Fuente: DB SE-AE

También ha sido necesario recurrir a las tablas para estructuras a un agua.

Para calcular el C_{pe} exterior de las cubiertas se utilizan otras tablas. Al ser la nave de tipología a dos aguas, se debe calcular el viento lateral y frontal.

Por último, CYPE considera la carga que genera la nieve sobre la estructura. Esta acción depende principalmente del clima de la región, de las precipitaciones, del relieve del entorno, de la forma del edificio y efectos del viento.

El valor de la carga de la nieve se calcula a partir de:

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

Ecuación 4

Donde μ = Coeficiente de forma de la cubierta y s_k = Valor característico de la carga de nieve.

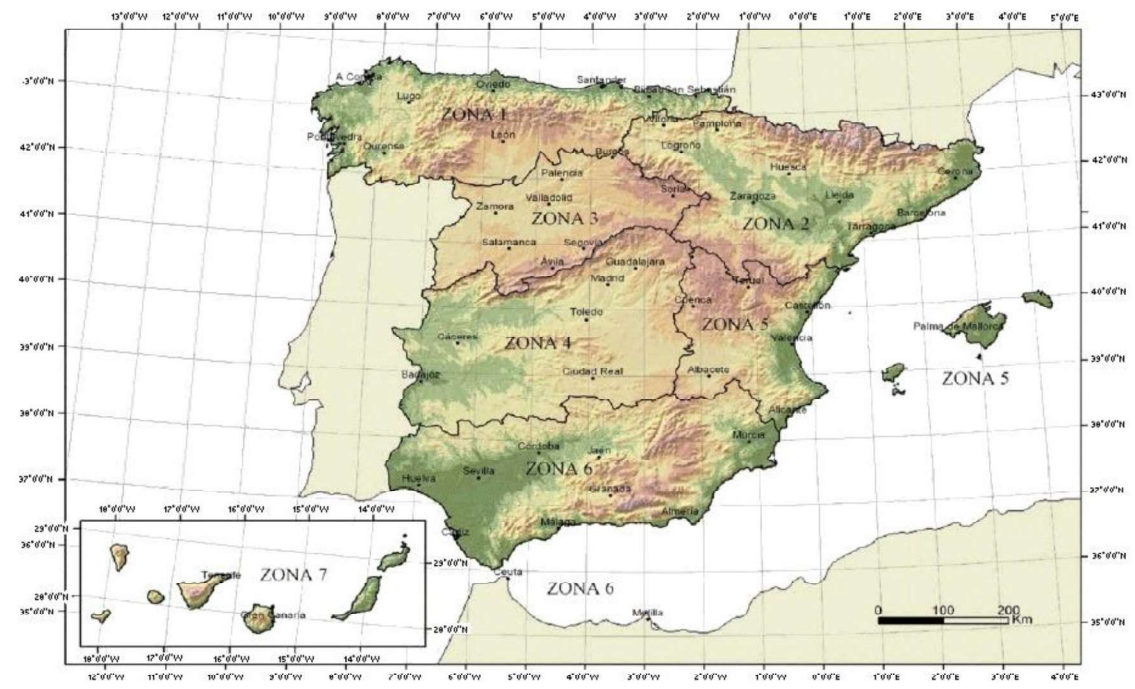


Ilustración 2: Zona climática invernal. Fuente: DB SE-AE

La carga de la nieve sobre un terreno horizontal (s_k) depende de la altitud topográfica. En este caso $H=8$ m y de la zona climática $ZC=5$.

La inclinación de la nave determina el coeficiente de forma μ . En este caso $\mu=1$ ya que la inclinación de la cubierta es 11° .

2. SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES

En los siguientes anejos de cálculo se incluyen las comprobaciones correspondientes a cada sistema estructural del edificio considerando la normativa del CTE. El cálculo y dimensionamiento de todas las barras que conforman el edificio se llevan a cabo en el programa de CYPE 3D, el cual facilita una serie de listados de comprobaciones de la cimentación, placas de anclaje, pilares, vigas, montantes y diagonales. En estos listados aparecen las comprobaciones de resistencia y flecha que verifican los estados límites de servicio y últimos.

2.1 Cimentación

A continuación, se muestran las comprobaciones que cumplen los Estados Límites Últimos de las zapatas aisladas.

- 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 cinco tipos diferentes en cuanto a la geometría, pero únicamente se mostrará la zapata aislada del pórtico de fachada de la nave principal como ejemplo de cálculo.

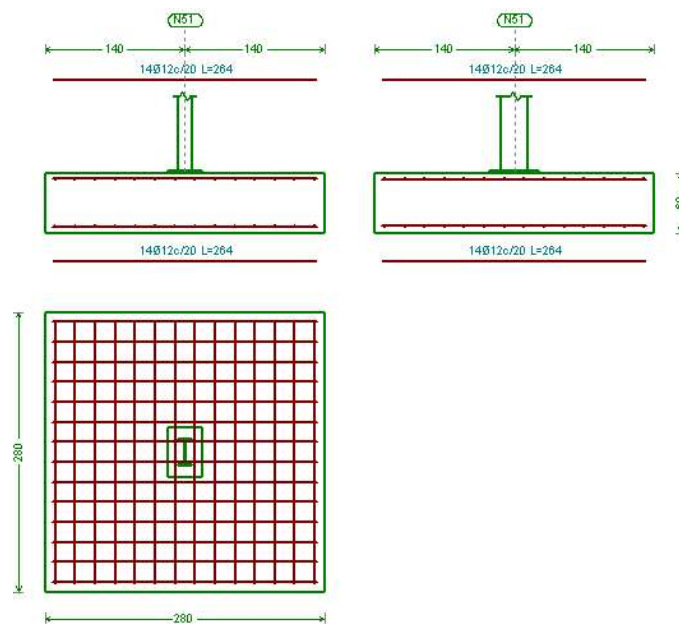


Ilustración 3: Dimensiones de zapata aislada

En la siguiente tabla, se verifican todos los estados que garantizan la seguridad del elemento, según lo establecido en el CTE DB SE-C.

Tabla 4: Listado de comprobaciones de zapata aislada centrada cuadrada

Referencia: N51		
Dimensiones: 280 x 280 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0271737 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0310977 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0368856 MPa	Cumple

Referencia: N51		
Dimensiones: 280 x 280 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 549.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 32.77 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 37.58 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 29.92 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 35.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 121.9 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 60 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N51:	Mínimo: 50 cm	Cumple
	Calculado: 53 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	

Referencia: N51		
Dimensiones: 280 x 280 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 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: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 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: 71 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 64 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 64 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 64 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 64 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Resumen de mediciones de la cimentación completa:

Tabla 5: Listado 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: N6, N60, N84 y N27	4x105.03		420.12	4x3.46	4x0.58
Referencias: N3, N59, N58, N57, N1, N49, N74, N76, N77 y N51	10x144.36		1443.60	10x4.70	10x0.78
Referencias: N13 y N20	2x54.98		109.96	2x1.92	2x0.38
Referencias: N108, N109, N10, N17 y N24		5x101.60	508.00	5x3.31	5x0.44
Referencias: N31, N36, N41 y N46		4x200.53	802.12	4x6.60	4x0.88
Referencias: N44, N39, N34, N29, N22, N15 y N8		7x200.53	1403.71	7x6.60	7x0.88
Totales	1973.68	2713.83	4687.51	153.84	22.80

Una vez finalizada la comprobación de la geometría de las zapatas de toda la cimentación, se verifica el estado de la viga de atado. Este elemento tendrá la misma dimensión en cualquier unión de las zapatas de la cimentación en lo que se refiere a la sección transversal de éste. Ya que la longitud depende de la separación entre las zapatas.

C.1

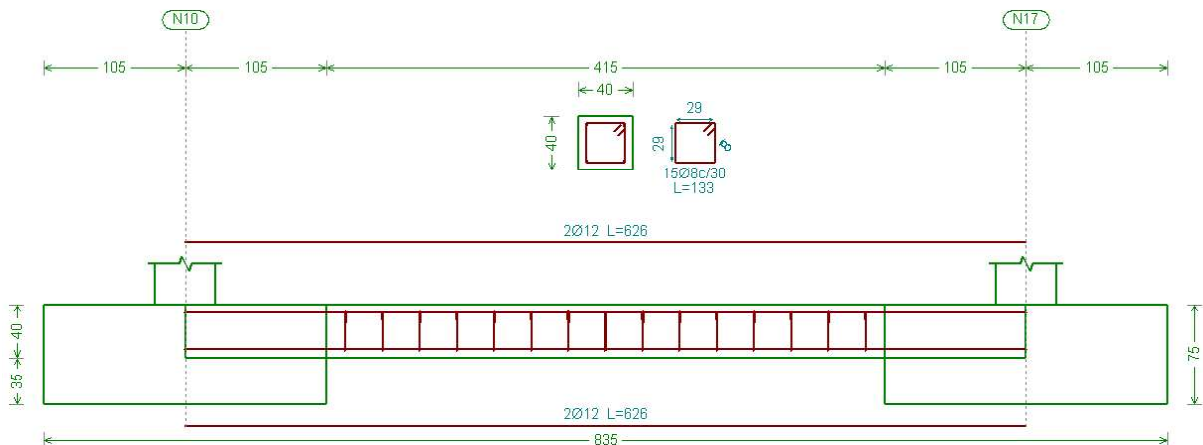


Ilustración 4: Alzado de la viga de atado

- El listado de comprobaciones de la viga de atado es el siguiente:

Tabla 6: Listado de comprobaciones de la viga de atado

Referencia: C.1 [N10-N17] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

2.2 Placas de anclaje

En cuanto al sistema de unión del pilar a la cimentación, también se han realizado diversas comprobaciones para asegurar la estructura. En los listados siguientes se muestra la placa de anclaje más desfavorable.

En el proceso de cálculo se consideran los siguientes Estados Límites que deben comprobarse:

- E.L.U. de agotamiento del apoyo.
- E.L.U. de agotamiento de la placa a flexión.
- E.L.U. de agotamiento de los pernos a tracción.
- E.L.U. de agotamiento de los pernos a cortante.

En el siguiente listado se muestra los resultados obtenidos de la placa de anclaje del pilar del pórtico interior, que es el de mayor dimensión. En concreto, el pilar de las alineaciones A/4 como se puede observar en el Documento IV: Planos.

Comprobaciones

1) Pilar IPE 450

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

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

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

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

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

Tabla 7: 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	7	1415	9.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Tabla 8: Listado de comprobaciones de la placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 6Ø25 mm L=65 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x75x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 81 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 150.75 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 126.4 kN Calculado: 14.83 kN	Cumple

Referencia: -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 6Ø25 mm L=65 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x75x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 171.93 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 150.75 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 312.483 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 14.83 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 72.4581 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 72.2552 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 141.454 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 163.203 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2058.51	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1945.35	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8569.83	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7429.66	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 226.753 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.224		
- Punto de tensión local máxima: (0.095, -0.1625)		

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -100): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 100): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.

Tabla 9: Listado de comprobación de resistencia de la placa de anclaje

- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

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

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

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

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

Tabla 10: Listado de comprobaciones geométricas de la placa de anclaje

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

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

2.3 Pórtico interior

El edificio está compuesto por 9 pórticos de crujía 6,25 m. De ellos 7 son pórticos interiores. A continuación, se analiza el pórtico interior tipo que pertenece a las dos naves.

Por un lado, se analizan las comprobaciones de los pórticos interiores de la nave principal y por otro las de la nave adyacente a esta. Con analizar un pórtico de cada nave es suficiente ya que los demás pórticos son idénticos.

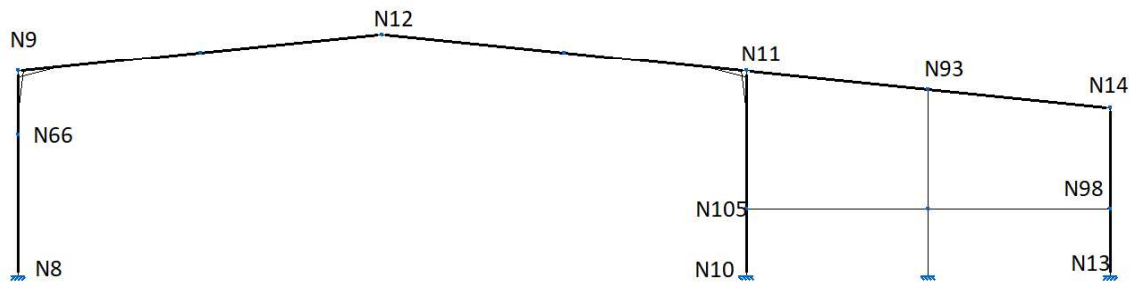


Ilustración 5: Pórtico interior compartido

A continuación, se muestran las características de todos los elementos que configuran el pórtico interior necesarias para el posterior cálculo de verificaciones, exceptuando las barras del altillo

Tabla 11: Referencia de las barras del pórtico interior

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N13/N14, N14/N11
4	N8/N9
5	N10/N11
6	N9/N12, N11/N12

Tabla 12: Características de las barras del pórtico interior

Características mecánicas									
Tipo	Material Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		4	IPE 450, Simple con cartelas, (IPE) Cartela final superior: 1.70 m.	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		5	IPE 450, Simple con cartelas, (IPE) Cartela final inferior: 1.70 m.	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		6	IPE 450, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.70 m.	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90

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

En la tabla 13, se han calculado las comprobaciones de cada barra de diferente tipo de perfil del pórtico interior que verifican los estados límites de servicio y últimos.

Tabla 13: Listado de comprobaciones del acero de barras del pórtico interior

Barra	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-M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N9/N12	x: 1,699 m $\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	x: 0,531 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 1,699 m $\eta = 1,9$	x: 1,699 m $\eta = 14,3$	x: 1,701 m $\eta = 63,0$	x: 1,701 m $\eta < 0,1$	x: 1,701 m $\eta = 10,1$	V _{Ed} = 0,00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0,1$	N.P. ⁽²⁾	x: 1,699 m $\eta = 76,5$	$\eta < 0,1$	x: 1,699 m $\eta = 0,1$	x: 1,701 m $\eta = 10,1$	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 76,5$
N8/N66	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5,88 m $\eta = 1,3$	x: 0 m $\eta = 9,7$	x: 0 m $\eta = 54,8$	x: 0 m $\eta = 2,1$	$\eta = 10,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 59,9$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,2$	$\eta = 10,2$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 59,9$
N66/N9	x: 2,62 m $\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	x: 2,089 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0,921 m $\eta = 1,5$	x: 0,921 m $\eta = 5,8$	x: 0,919 m $\eta = 64,9$	x: 0 m $\eta = 1,9$	x: 0 m $\eta = 10,2$	x: 0 m $\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0,919 m $\eta = 69,8$	$\eta < 0,1$	x: 0,921 m $\eta = 1,3$	x: 0 m $\eta = 10,2$	x: 0,921 m $\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 69,8$
N14/N93	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	x: 0,377 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7,537 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 15,1$	x: 7,537 m $\eta = 28,4$	x: 7,537 m $\eta = 0,4$	x: 7,537 m $\eta = 8,0$	$\eta < 0,1$	x: 0,377 m $\eta < 0,1$	x: 0,377 m $\eta < 0,1$	x: 7,537 m $\eta = 42,6$	x: 0,377 m $\eta < 0,1$	M _{Ed} = 0,00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 42,6$
N93/N11	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7,537 m $\eta = 5,3$	x: 0 m $\eta = 28,0$	x: 7,537 m $\eta = 40,2$	x: 7,537 m $\eta = 1,2$	x: 7,537 m $\eta = 7,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 7,537 m $\eta = 71,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,8$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 71,8$
N105/N11	x: 5,7 m $\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	x: 5,169 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4,001 m $\eta = 2,2$	x: 4,001 m $\eta = 9,6$	x: 3,999 m $\eta = 50,3$	x: 0 m $\eta = 3,0$	x: 0 m $\eta = 9,1$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3,999 m $\eta = 55,7$	$\eta < 0,1$	x: 4,001 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 9,1$	x: 0 m $\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 55,7$
N10/N105	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	Iw £ Iw,m\acute{a}x Cumple	x: 2,8 m h = 1,7	x: 0 m h = 6,7	x: 0 m h = 21,9	x: 0 m h = 14,2	h = 2,1	h = 0,7	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m h = 28,9	$\eta < 0,1$	h = 0,1	h = 1,6	h < 0,1	CUMPLE h = 28,9
N13/N98	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2,8 m $\eta = 0,3$	x: 0 m $\eta = 7,1$	x: 0 m $\eta = 16,2$	x: 0 m $\eta = 3,9$	x: 2,8 m $\eta = 3,4$	$\eta = 0,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 20,9$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 2,8 m $\eta = 2,5$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 20,9$
N98/N14	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4,2 m $\eta = 1,1$	x: 0 m $\eta = 5,0$	x: 2,363 m $\eta = 8,4$	x: 0 m $\eta = 0,4$	x: 0 m $\eta = 4,5$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta < 0,1$	x: 2,363 m $\eta = 9,8$	x: 0 m $\eta < 0,1$	M _{Ed} = 0,00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9,8$

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez, λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida, N_t: Resistencia a tracción, N_c: Resistencia a compresión, M_y: Resistencia a flexión eje Y, M_z: Resistencia a flexión eje Z, V_z: Resistencia a corte Z, V_y: Resistencia a corte Y, M_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-M_z: Resistencia a flexión y axil combinados, NM_yM_zV_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.

2.4 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada es el principal subsistema contraviento, por tanto, es de vital importancia cumplir todas las comprobaciones para asegurar la estructura. Como podemos observar en la siguiente ilustración, el pórtico de fachada es asimétrico.

Se ha tomado como criterio de dimensionado lo siguiente: El dimensionado de los perfiles que forman parte de la nave principal son independientes de los perfiles definidos en la nave adosada.

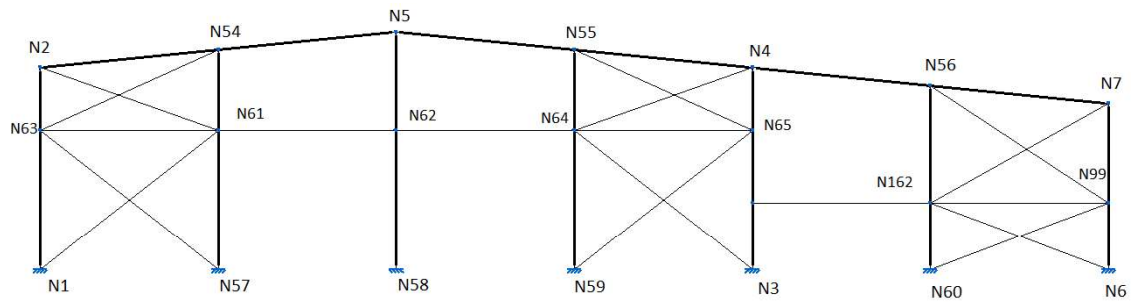


Ilustración 6: Pórtico de fachada compartido

Cabe destacar que los perfiles calculados de las barras de la nave principal son independientes de los de la estructura adosada.

Tabla 14: Referencia de barras del pórtico de fachada

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N57/N54, N58/N5, N59/N55
2	N2/N5, N4/N5
3	N6/N7, N7/N4, N60/N56
7	N61/N62, N63/N61, N62/N64, N64/N65
12	N3/N64, N59/N65, N57/N63, N1/N61, N2/N90, N90/N5, N54/N12, N9/N54
13	N60/N99, N6/N162
14	N1/N66, N63/N54, N61/N2, N64/N4, N65/N55, N99/N56

Tabla 15: Características de perfiles de las barras del pórtico de fachada

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	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		2	IPE 180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1317.00	101.00	4.79
		3	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		7	#120x4, (Huecos cuadrados)	18.00	7.73	7.73	396.40	396.40	638.85
		12	L 100 x 100 x 8, (L)	15.50	7.36	7.36	144.80	144.80	3.28
		13	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59
		14	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
<p>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.</p>									

Se comprueban en primer lugar las diagonales que son los elementos de arriostramiento que trabajan a tracción.

Tabla 16: Listado de comprobaciones de las barras de las diagonales del pórtico de fachada

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N1/N61	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 6.7$
N63/N54	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 8.222 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 4.111 m $\eta = 14.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0.514 m $\eta < 0.1$	N.P.(3)	x: 4.111 m $\eta = 38.3$	x: 0.514 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 38.3$
N60/N99	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 11.7$
N99/N56	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 8.986 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 4.493 m $\eta = 15.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0.562 m $\eta < 0.1$	N.P.(3)	x: 4.493 m $\eta = 42.8$	x: 0.562 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 42.8$

El siguiente listado corresponde a las demás barras del sistema de contraviento de fachada frontal.

Tabla 17: Listado de comprobaciones de las barras del pórtico de fachada

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N58/N62	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 5.88 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 17.2$	x: 0 m $\eta = 71.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 12.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 73.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 73.4$
N2/N54	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.377 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 7.537 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 7.537 m $\eta = 43.6$	x: 7.537 m $\eta = 14.2$	x: 7.537 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	x: 7.537 m $\eta = 60.9$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 60.9$
N62/N55	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 4.12 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 11.1$	x: 0.412 m $\eta = 36.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 4.12 m $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.206 m $\eta = 38.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 38.8$
N54/N55	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 7.537 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 43.6$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 64.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 64.3$
N61/N62	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	$\eta = 3.4$	$\eta = 10.8$	x: 3.75 m $\eta = 6.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P.(3)	x: 3.75 m $\eta = 14.6$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE $\eta = 14.6$
N60/N102	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 2.8 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 13.6$	x: 0 m $\eta = 73.7$	x: 2.8 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 14.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 84.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 84.9$
N102/N56	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 4.95 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 14.1$	x: 1.98 m $\eta = 40.6$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 4.95 m $\eta = 8.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.98 m $\eta = 44.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 44.6$
N7/N56	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.377 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	x: 7.537 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 7.537 m $\eta = 24.9$	x: 7.537 m $\eta = 7.3$	x: 7.537 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	x: 7.537 m $\eta = 34.0$	x: 0.377 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 34.0$

N56/N4	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	$x: 7.537$ m $\eta = 4.3$	$x: 0$ m $\eta = 7.2$	$x: 0$ m $\eta = 24.9$	$x: 0$ m $\eta = 7.3$	$x: 0$ m $\eta = 5.2$	$x: 0$ m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 35.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 35.5$
--------	---------------------------	--	---------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------	--------------	------------------------------	--------------	--	---------------------	---------------------	--------------------------------

2.5 Viga contraviento

En total la nave posee tres sistemas contraviento de cubierta. Concretamente, en el primer, sexto y último vano. Para mostrar los listados de comprobación de estos elementos solo se necesitará la información de uno de ellos, ya que es exactamente igual en toda la estructura.

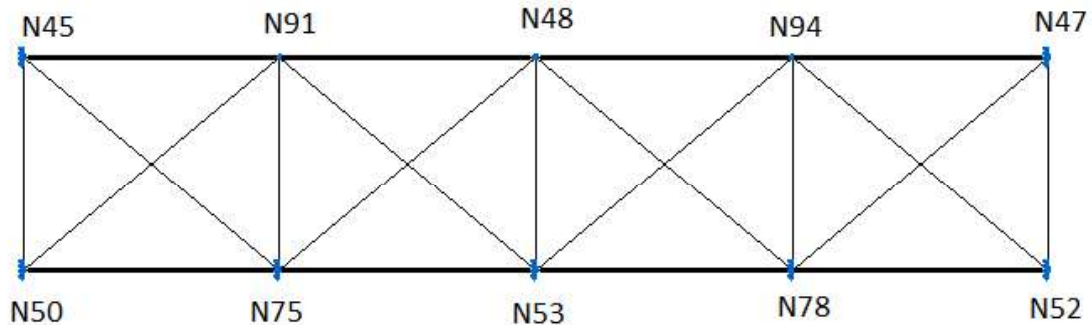


Ilustración 7: Viga de contraviento (VCV)

Los elementos a dimensionar son montantes que trabajan a compresión y diagonales que trabajan a tracción.

Tabla 18: Referencia de las barras de la VCV

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
8	N45/N50, N47/N52, N48/N53, N91/N75, N94/N78
12	N75/N48, N45/N75, N91/N53, N50/N91, N78/N48, N47/N78, N52/N94, N94/N53

Tabla 19: Características de las barras de la VCV

Características mecánicas									
Tipo	Material Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Acero	S275	8	#100x4, (Huecos cuadrados)	14.80	6.40	6.40	222.21	222.21	363.16
		12	L 100 x 100 x 8, (L)	15.50	7.36	7.36	144.80	144.80	3.28
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

- Comprobación de la diagonales.

Tabla 10: Comprobaciones de barras de diagonales de VCV

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	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	$N M_y M_z V$ γV_z	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N47/N78	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 15.5$

Como se puede observar en el listado anterior, solo es necesario comprobar la esbeltez mínima y la resistencia a tracción, ya que no generan ningún otro tipo de movimiento.

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

Donde:

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{A} : \underline{15.50} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

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

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N}_{t,Ed} : \underline{13.17} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N}_{t,Rd} : \underline{405.95} \text{ kN}$$

Donde:

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

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A} : \underline{15.50} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma}_{Mo} : \underline{1.05}$$

- Comprobación de los montantes.

Tabla 11: Listado de comprobaciones de los montantes de la VCV

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N94/ N78	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 36.2$	x: 3.125 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.125 m $\eta = 42.2$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 42.2$

2.6 Arriostramiento de fachada lateral

Este capítulo se divide en dos sistemas:

1. Sistema de arriostramiento de fachada lateral de la nave principal.

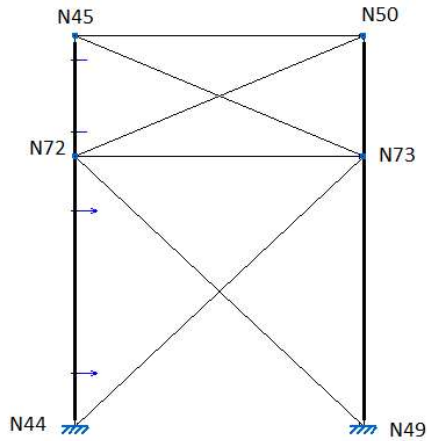


Ilustración 8: Arriostramiento de fachada lateral

Tabla 12: Referencias de barras de fachada lateral

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
8	N45/N50, N72/N73
14	N49/N72, N44/N73, N73/N45, N72/N50

Tabla 23: Características de perfiles de barras de fachada lateral

Características mecánicas										
Tipo	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)
	Designación									
Acero laminado	S275		8	#100x4, (Huecos cuadrados)	14.80	6.40	6.40	222.21	222.21	363.16
			14	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94

2. Sistema de arriostamiento de fachada lateral de la nave adyacente a la nave principal.

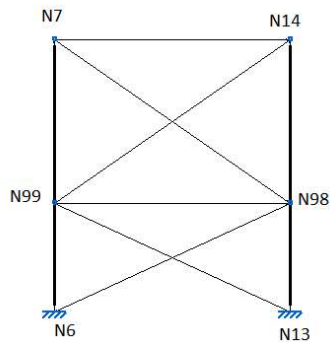


Ilustración 9: Arriostamiento de fachada lateral de nave secundaria

Tabla 24: Referencias de barras de fachada lateral

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
8	N7/N14
9	N99/N98
13	N99/N14, N98/N7
15	N13/N99, N6/N98

Tabla 25: Características de perfiles de barras de fachada lateral

Características mecánicas									
Material	Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Acero laminado	S275	8	#100x4, (Huecos cuadrados)	14.80	6.40	6.40	222.21	222.21	363.16
		9	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
		13	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59
		15	L 70 x 70 x 6, (L)	8.13	3.84	3.84	36.88	36.88	0.96

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

La lista de comprobaciones de las diagonales en ambos casos es:

Tabla 26: Listado de comprobaciones de las diagonales de fachada lateral

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	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
N49/N72	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 11.4$

N73/N45	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 11.5$
N98/N7	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 7.0$
N6/N98	$\lambda \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 17.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 17.3$

Por último, la lista de comprobaciones de los montantes de los arriostramientos de fachada lateral de las dos naves es:

Tabla 27: Lista de comprobaciones de los montantes de fachada lateral

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	λ	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		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N72/N73	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	$\eta = 2.3$	$\eta = 42.3$	x: 3.125 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.125 m $\eta = 48.9$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 48.9$
N45/N50	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 39.4$	x: 3.125 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3.125 m $\eta = 45.5$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 45.5$
N7/N14	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_w$ máx Cumple	$\eta = 1.7$	$\eta = 53.1$	x: 3.125 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.125 m $\eta = 57.2$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 57.2$

2.7 Viga perimetral

Este elemento de arriostramiento es simétrico y se ha utilizado el mismo perfil para toda la estructura completa. En la siguiente ilustración, se muestra una vista parcial de la viga perimetral.

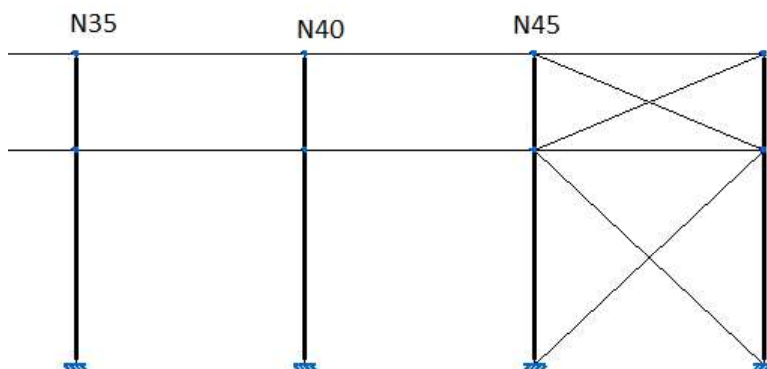


Ilustración 10: Viga perimetral

Tabla 28: Referencia de las barras de la viga perimetral

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
8	N35/N40, N40/N45

Tabla 29: Características de perfiles de 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	9	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
<p>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.</p>									

Tabla 30: Listado de comprobaciones de barras de la viga perimetral

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N40/ N45	$\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 4.9$	$\eta = 2.3$	x: 3.125 m $\eta = 3.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.125 m $\eta = 8.0$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 8.0$

2.8 Altillo

El altillo corresponde al forjado de la nave secundaria y es otro subsistema de la estructura.

En la figura de abajo, podemos observar la configuración de vigas del altillo.

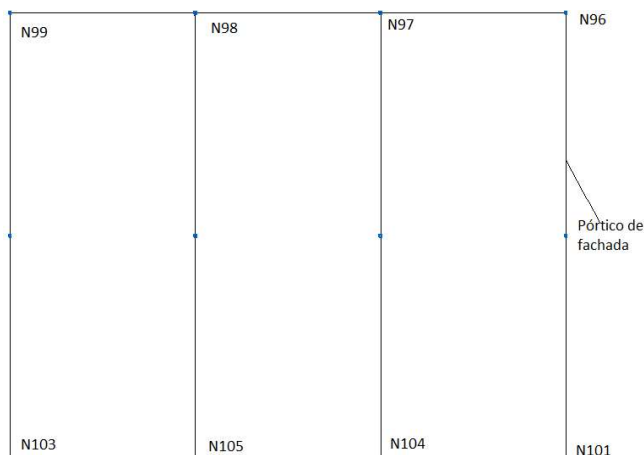


Ilustración 11: Altillo

En el punto medio de las barras N98/N10, N97/N104 ha sido necesario colocar dos pilares de IPE 400 para asegurar la estructura.

Tabla 31: Referencia de barras del forjado

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
9	N99/N98, N98/N97, N97/N96, N96/N101, N101/N104, N104/N105, N105/N103, N103/N99
10	N106/N97, N104/N106, N107/N98 y N105/N107
11	N108/N107, N109/N106, N107/N93 y N106/N95

Tabla 32: Características de perfiles de barras del atillo

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	7	#120x4, cuadrados) (Huecos	18.00	7.73	7.73	396.40	396.40	638.85
		9	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
		10	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.98
		11	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10

Tabla 33: Listado de comprobaciones de barras del atillo

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N101/N100	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.9$	$\eta = 11.9$	$x: 7.5$ $\eta = 61.8$	$x: 7.5$ $\eta = 3.4$	$x: 7.5$ $\eta = 10.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 7.5$ $\eta = 70.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$x: 7.5$ $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 70.7$
N104/N106	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.4$	$\eta = 8.6$	$x: 7.5$ $\eta = 65.6$	$x: 0$ $\eta = 0.8$	$x: 7.5$ $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 7.5$ $\eta = 70.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.4$
N107/N93	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 4.95$ $\eta = 1.4$	$x: 0$ $\eta = 10.4$	$x: 0$ $\eta = 7.6$	$x: 0$ $\eta = 0.8$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 15.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 15.0$

2.9 Correas

El programa facilita toda la información en referencia a las correas que unen los pórticos entre sí. En primer lugar, se dispone de 30 correas en la cubierta del edificio con un perfil CF-180x3.0 de acero S235 separadas 1750 mm entre sí. Estas correas de fijación rígida con un límite de flecha L/300 se sueldan cada tres vanos.

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones de resistencia con un aprovechamiento del 85.28 %

Tabla 34: Características del perfil de correa en cubierta


Perfil: CF-180x3.0 Material: S235									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.871, 50.000, 8.587	0.871, 43.750, 8.587	6.250	9.60	457.60	44.45	0.29	-12.47	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.000	6.250	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									

Tabla 35: Listado de comprobaciones de correa pésima 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 _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 6.25 m η = 85.3	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 6.25 m η = 14.0	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 85.3

A continuación, se muestra el cálculo y comprobaciones de resistencia de las correas de cada apartado de la tabla 35.

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

Se debe satisfacer:

$h / t : \underline{56.0}$ ✓

$b / t : \underline{16.0}$ ✓

$c / t : \underline{4.7}$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$c / b : \underline{0.292}$

Donde:

h : Altura del alma.	h : <u>168.00</u> mm
b : Ancho de las alas.	b : <u>48.00</u> mm
c : Altura de los rigidizadores.	c : <u>14.00</u> mm
t : Espesor.	t : <u>3.00</u> mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.853} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 43.750, 8.587, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$$\mathbf{M}_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{y,Ed}^+ : \underline{9.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M}_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{y,Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} : \underline{11.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.	W_{el} : <u>50.84</u> cm ³
f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_{yb} : <u>235.00</u> MPa
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : <u>1.05</u>

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:

$$\eta : \underline{0.140} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 43.750, 8.587, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{9.48} \quad \text{kN}$$

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

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

Donde:

h_w : Altura del alma.

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

t : Espesor.

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

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

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

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

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.67}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_{yb} : <u>235.00</u> MPa
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000.00</u> MPa
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : <u>1.05</u>

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.

En segundo lugar, el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones de flecha con un aprovechamiento del 96.30 %.

Coordenadas del nudo inicial: 44.129, 0.000, 7.087

Coordenadas del nudo final: 44.129, 6.250, 7.087

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(180°) H1 a una distancia 3.125 m del origen en el primer vano de la correa.

(I_y = 458 cm⁴) (I_z = 44 cm⁴)

Tabla 36: Datos de las correas laterales

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 220	Límite flecha: L / 250
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Cubierta no colaborante

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones de resistencia con un aprovechamiento del 57.56 %

Tabla 37: Características del perfil de correas laterales

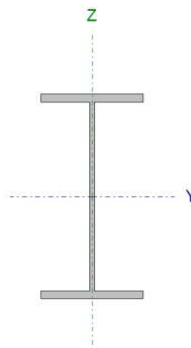
Perfil: IPE 220 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.000, 50.000, 0.750	0.000, 43.750, 0.750	6.250	33.40	2772.00	205.00	9.07
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	1.00	1.00	1.00	1.00			
L _K	6.250	6.250	6.250	6.250			
C _m	1.000	1.000	1.300	1.300			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabela 38: Listado de comprobaciones de correa pésima en laterales

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
pésima en lateral	N,P, ⁽¹⁾	x: 1,042 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0,00 N,P, ⁽²⁾	N _{Ed} = 0,00 N,P, ⁽³⁾	x: 3,125 m $\eta = 36,7$	x: 3,125 m $\eta = 20,9$	x: 0 m $\eta = 2,5$	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 1,042 m $\eta < 0,1$	x: 1,042 m $\eta < 0,1$	x: 3,125 m $\eta = 57,6$	x: 1,042 m $\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 29,4$	x: 0 m $\eta = 2,9$	x: 0 m $\eta = 0,7$	CUMPL E $\eta = 57,6$

A continuación, se muestran con más detalle los cálculos de las comprobaciones de las correas laterales que verifican la seguridad estructural del edificio.

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$34.17 \leq 248.36 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : $\frac{201.60}{}$ mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : $\frac{5.90}{}$ mm
A_w : Área del alma.	A_w : $\frac{11.89}{}$ cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: $\frac{10.12}{}$ cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : $\frac{0.30}{}$
E : Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : $\frac{275.00}{}$ MPa

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.122} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.367} \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.125 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{9.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{24.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.33}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{1.94}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{30.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{28.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{11.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{252.00} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{205.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{9.07} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{6.250} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{6.250} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.90} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.90} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.209} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.125 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35\cdot G1 + 1.35\cdot G2 + 1.50\cdot V(90^\circ)$ H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.025} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35\cdot G1 + 1.35\cdot G2 + 1.50\cdot V(90^\circ)$ H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{6.08} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{240.59} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{15.91} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.10}$$

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

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

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{2.03} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{325.19} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{21.51} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{201.60} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

$$3.96 \text{ kN} \leq 120.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

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

V_{Ed} : 3.96 kN

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

$V_{c,Rd}$: 240.59 kN

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

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

$$1.36 \text{ kN} \leq 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

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

V_{Ed} : 1.36 kN

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

$V_{c,Rd}$: 325.19 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.330} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.492} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.576} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 3.125 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	N_{c,Ed} : <u>0.00</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^{ésimos} , según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>9.07</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>3.18</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>874.76</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>74.64</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>15.22</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>33.40</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>285.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>58.10</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k}_{y,LT} : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\mathbf{C}_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,LT} : \underline{1.30}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.80}$$

$$\chi_z : \underline{0.11}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.33}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.79}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.91}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

$$1.36 \text{ kN} \leq 149.52 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,y} : \underline{1.36} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,y} : \underline{299.04} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.294} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.029 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 6.08$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.44$ kN·m

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

$$V_{pl,T,Rd} : 210.35 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 240.59$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 44.52$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 9.86$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.007 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 50.000, 0.750, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{2.03}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.44}$ kN·m

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

$V_{pl,T,Rd} : \underline{284.32}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{325.19}$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{44.52}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{9.86}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 90.58 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 50.000, 0.750

Coordenadas del nudo final: 0.000, 43.750, 0.750

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ) H1$ a una distancia 3.125 m del origen en el primer vano de la correa.
($I_y = 2772 \text{ cm}^4$) ($I_z = 205 \text{ cm}^4$)

Tabela 36: Número de correas que pertenecen al edificio

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	30	226.15	0.05
Correas laterales	8	340.85	0.07

En conclusión, todas las barras han sido verificadas en CYPE 3D considerando la normativa del CTE con la finalidad de asegurar el edificio actuando en contra de las diferentes acciones que intentan inestabilizarlo.

DOCUMENTO III

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ÍNDICE DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DIVIDIDO POR CAPÍTULOS	3
	Capítulo Nº 1 Cimentación	3
	Capítulo Nº 2 Estructuras	4
	Capítulo Nº 3 Acondicionamiento del terreno.....	5
	Capítulo Nº 4 Fachadas y particiones.....	6
	Capítulo Nº 5 Cubiertas.....	7
	Capítulo Nº 6 Gestión de residuos	7
2.	CUADRO DE PRECIOS DE MANO DE OBRA Y MAQUINARIA	8
3.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DIVIDIDO POR CAPÍTULOS

				Presupuesto	
Capítulo Nº 1 Cimentación					
Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)
1.1.- Regularización					
1.1.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.			
			Total m ² :	277,130 7,54	2.089,56
Total subcapítulo 1.1.- Regularización:					2.089,56
1.2.- Superficiales					
1.2.1	M³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 45,9 kg/m ³ .			
			Total m ³ :	153,844 142,93	21.988,92
Total subcapítulo 1.2.- Superficiales:					21.988,92
1.3.- Arriostramientos					
1.3.1	M³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 51,8 kg/m ³ .			
			Total m ³ :	19,670 146,69	2.885,39
Total subcapítulo 1.3.- Arriostramientos:					2.885,39
Parcial Nº 1 Cimentaciones :					26.963,87

Capítulo Nº 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)	
2.1.- Acero						
2.1.1	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, con uniones soldadas en obra.				
			Total kg :	2.517,480	2,25	5.664,33
2.1.2	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.				
			Total kg :	39.674,680	2,25	89.268,03
2.1.3	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.				
			Total kg :	7.699,400	2,25	17.323,65
2.1.4	Kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.				
			Total kg :	8.951,770	2,76	24.706,89
2.1.5	Kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.				
			Total kg :	39.853,230	2,25	89.669,77
Total subcapítulo 2.1.- Acero:					226.632,67	
Parcial Nº 2 Estructuras :					226.632,67	

Capítulo Nº 3 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)	
3.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.				
			Total m ² :	5.700,000	0,79	4.503,00
3.2	M ³	Excavación en zanjas para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.				
			Total m ³ :	173,514	25,60	4.441,96
3.3	M ³	Base de pavimento mediante relleno a cielo abierto con zahorra artificial caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.				
			Total m ³ :	267,000	23,76	6.343,92
3.4	M ²	Solera 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 10080 sobre separadores homologados.				
			Total m ² :	1.780,000	21,23	37.789,40
Parcial Nº 3 Acondicionamiento del terreno :					53.078,28	

Capítulo Nº 4 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)	
4.1	M ²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano	Total m ² :	1.085,870	46,43	50.416,94
4.2	Ud	Puerta basculante estándar con muelles para garaje formada por chapa plegada de acero galvanizado, panel liso acanalado, acabado galvanizado sendzimir, de 300x250 cm, apertura manual.	Total Ud :	1,000	1.212,39	1.212,39
4.3	M ²	Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal.	Total m ² :	517,910	23,42	12.129,45
4.4	Ud	Ventanal fijo de PVC dimensiones 3000x2000 mm, compuesto de marco y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco.	Total Ud :	6,000	197,89	1.187,34
4.5	Ud	Ventanal fijo de PVC dimensiones 3000x1000 mm, compuesto de marco y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco.	Total Ud :	9,000	173,00	1.557,00
4.6	Ud	Puerta de paso de acero galvanizado de una hoja, 700x1945 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado.	Total Ud :	4,000	86,81	347,24
Parcial Nº 4 Fachadas y particiones :						66.850,36

Capítulo Nº 5 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)	
5.1	M ²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.				
			Total m ² :	1.561,250	42,49	66.337,51
5.2	M ²	Lucernario a un agua con una luz máxima menor de 3 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incolora y 6 mm de espesor.				
			Total m ² :	220,000	184,77	40.649,40
			Parcial Nº 5 Cubiertas :			106.986,9

Capítulo Nº 6 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe (€)	
6.1	M ³	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.				
			Total m ³ :	190,859	4,39	837,87
			Parcial Nº 6 Gestión de residuos :			837,87

2. CUADRO DE PRECIOS DE MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

En las siguientes tablas, se muestran los precios de mano de obra y maquinaria que se han utilizado para definir los diferentes precios descompuestos que se incluyen en el presupuesto.

Tabla 1: Cuadro de precios de mano de obra

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio €	Cantidad (horas)	Total €
1	mo011	Oficial 1ª montador.	17,82	705,760	12.576,64
2	mo018	Oficial 1ª cerrajero.	17,52	23,469	411,18
3	mo020	Oficial 1ª construcción.	17,24	209,755	3.616,18
4	mo043	Oficial 1ª ferrallista.	18,10	16,234	293,84
5	mo045	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	18,10	12,522	226,65
6	mo047	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	18,10	2.368,490	42.869,67
7	mo050	Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.	17,82	29,003	516,83
8	mo051	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	17,82	383,748	6.838,39
9	mo059	Ayudante cerrajero.	16,19	12,447	201,52
10	mo077	Ayudante construcción.	16,13	105,904	1.708,23
11	mo080	Ayudante montador.	16,13	705,760	11.383,91
12	mo090	Ayudante ferrallista.	16,94	22,542	381,86
13	mo092	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	16,94	87,192	1.477,03
14	mo094	Ayudante montador de estructura metálica.	16,94	2.368,490	40.122,22
15	mo097	Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.	16,13	29,003	467,82
16	mo098	Ayudante montador de cerramientos industriales.	16,13	383,748	6.189,86
17	mo113	Peón ordinario construcción.	15,92	313,949	4.998,07
Total mano de obra					134.279,90

Tabla 2: Cuadro de precios de maquinaria

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio €	Cantidad (horas)	Total €
1	mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	48,54	71,661	3.478,42
2	mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	40,23	91,200	3.668,98
3	mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	40,08	2,937	117,71
4	mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	6,39	43,521	278,10
5	mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	40,17	19,849	797,33
6	mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	9,27	29,103	269,78
7	mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	170,00	10,680	1.815,60
8	mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	4,67	156,640	731,51
9	mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	67,00	17,609	1.179,80
10	mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,10	1.435,917	4.451,34
			Total maquinaria		16.788,57

3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Presupuesto de ejecución del material (PEM): 481.349,96 €

12% Gastos generales: 57.762,00 €

6% Beneficio industrial: 28.881,00 €

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC=PEM+GG+BI): 1.286.710,63 €

21% IVA: 119.278,52 €

Presupuesto base de licitación (PBL=PEC+IVA): 773.914,47 €

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

DOCUMENTO IV

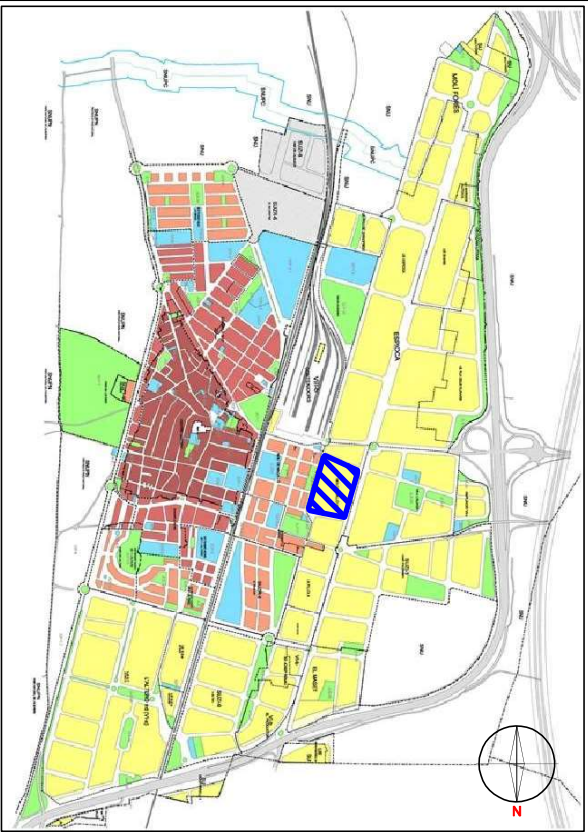
PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

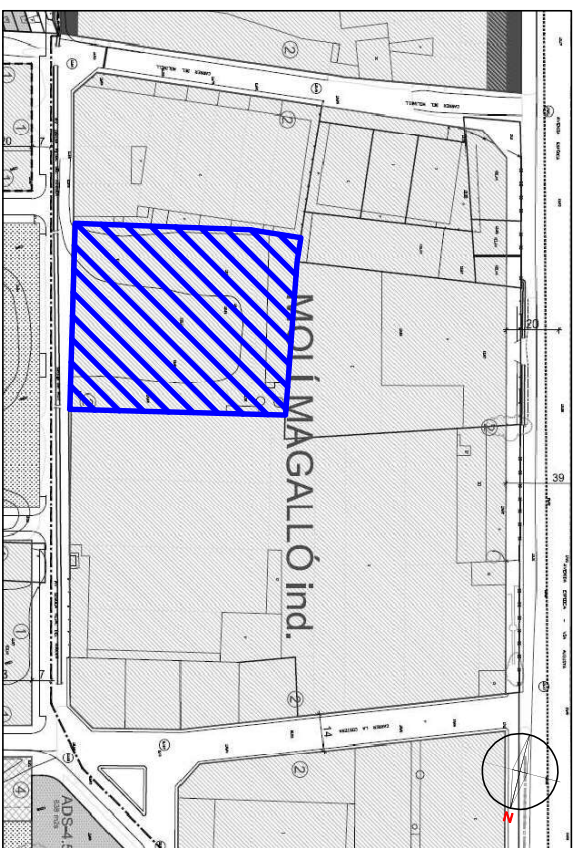
1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
2. REPLANTEO	4
3. VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA	5
4. CIMENTACIÓN	6
4.1 Cimentación	7
4.2 Detalle de la cimentación	8
5. PÓRTICOS	9
5.1 Pórtico interior. Alineaciones 2 a 4 y 7 a 8	10
5.2 Pórtico fachada. Alineaciones 1 y 9	11
5.3 Pórtico de fachada. Alineación 6	12
6. FACHADA LATERAL	13
6.1 Fachada lateral. Alineaciones A y G.....	14
6.2 Fachada lateral. Alineación E.....	15
7. CUBIERTAS	16
8. ALTILLO	17
9. CERRAMIENTOS	18
9.1 Cerramiento de pórtico de fachada. Alineaciones 1,6 y 9	19
9.2 Cerramiento de fachada lateral. Alineaciones A,E y G	20
9.3 Cerramiento de cubiertas	21



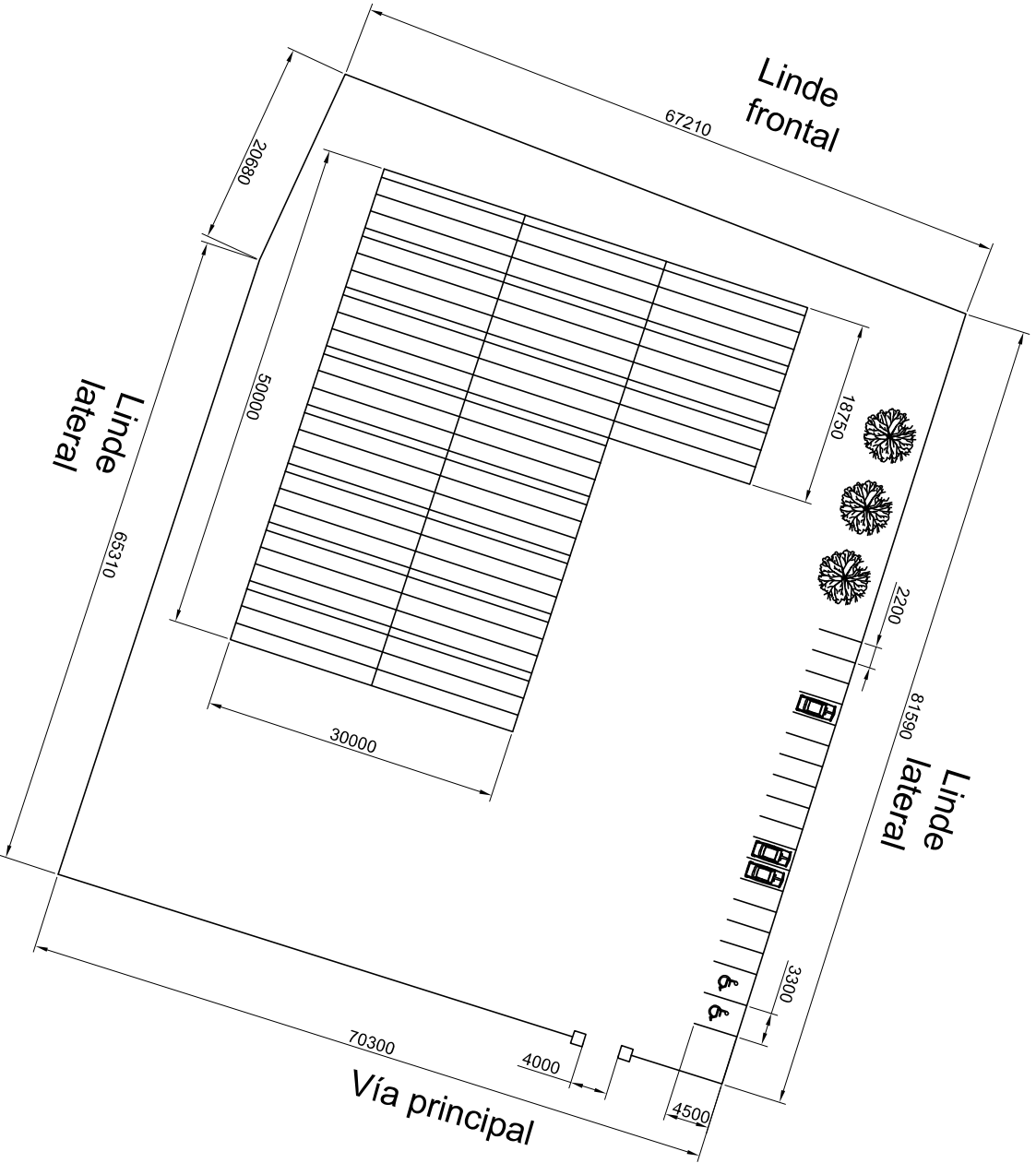
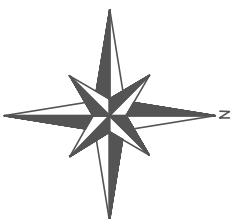
Situación



Manzana



Situación parcela



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS
INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE
1780 m² SITUADO EN SILLA PARA EL USO DE
INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PADEL

Plano:

Replanteo

Fecha:

Julio
2018

Nº Plano:

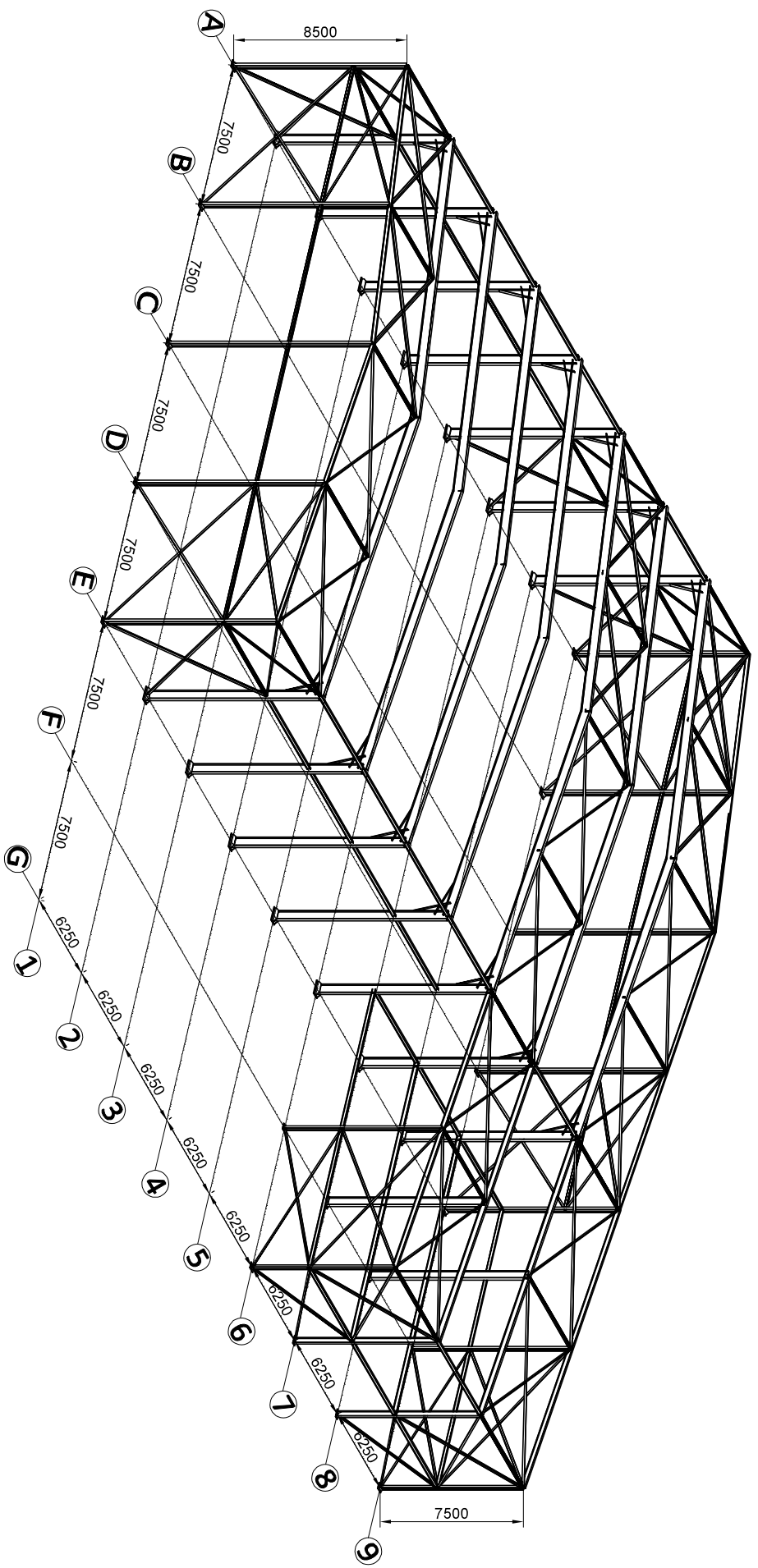
2

Autor:

Alberto Plato Colomar

Escala:

1:500



Proyecto de:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 1780 m² SITUADO EN SILLA PARA EL USO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DEPORTIVA DE PADEL

Plano: **Vista 3D de la estructura**

Autor: **Alberto Pilato Colomar**

CANTIDAD MATERIALES ESTRUCTURA METALICA		Unid.	Unid.
ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Contable IV)			
Perfiles laminados en caliente	3,275 · L.E. 275 N/mm ²	m ³ =1,05	m ³ =1,05
Perfiles conformados en frío	3,235 · L.E. 235 N/mm ²	m ³ =1,05	m ³ =1,05

Fecha: **Julio 2018**

Escala: **1:200**

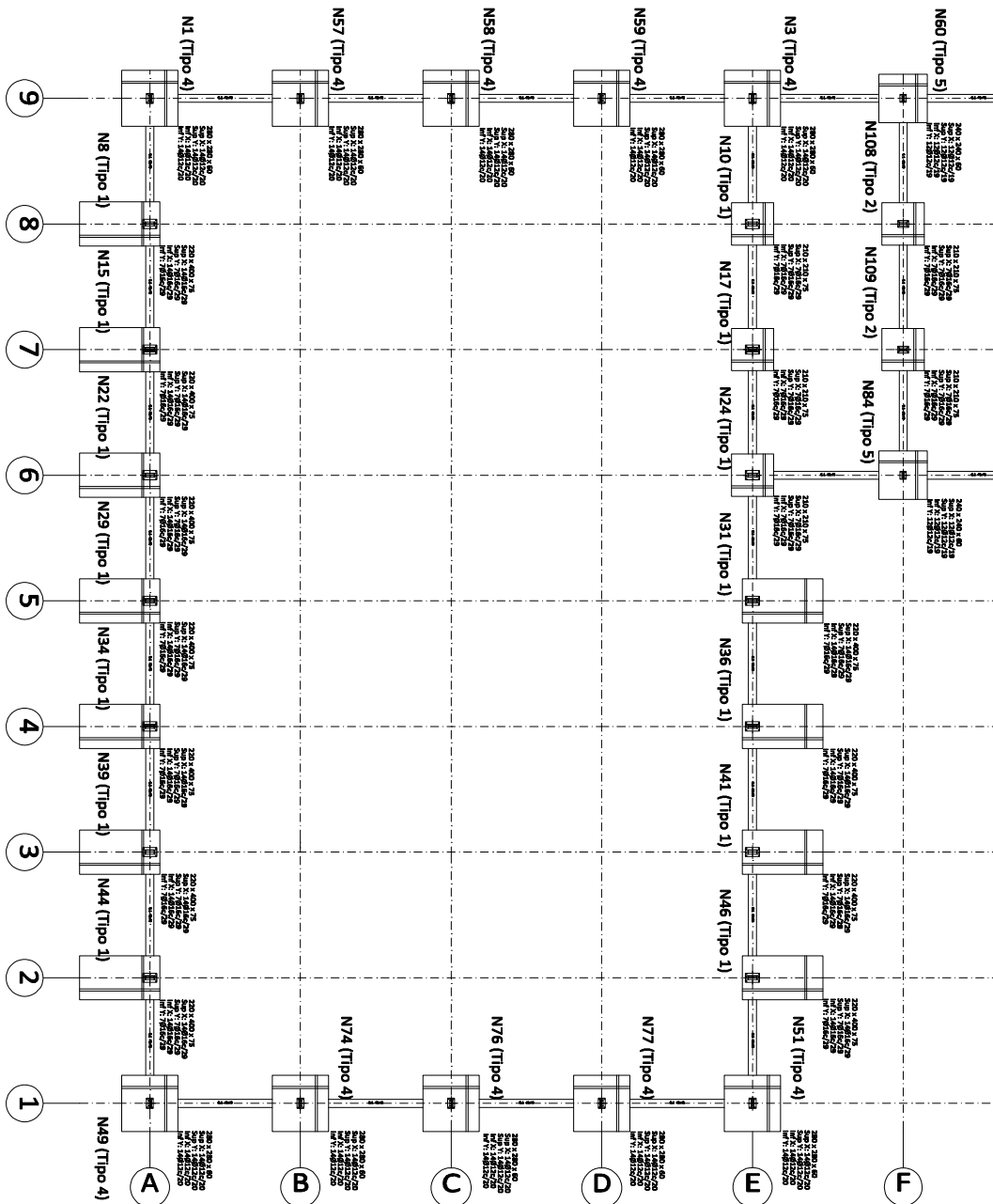
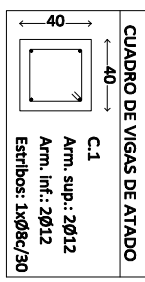
Nº Plano: **3**

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencia	Dimensiones (cm)	Cmo (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N49, N51, N57, N58, N59, N74, N75 y N77	280x280	60	14Ø12x/20	14Ø12x/20	14Ø12x/20	14Ø12x/20
N6, N13, N22, N23, N24, N29 y N44	200x400	75	14Ø15x/20	13Ø12x/19	13Ø12x/19	13Ø12x/19
N10, N17, N24, N109 y N109	210x210	75	7Ø16x/20	7Ø16x/20	7Ø16x/20	7Ø16x/20
N13 y N20	160x240	50	6Ø12x/25	6Ø12x/25	6Ø12x/25	6Ø12x/25
N11, N56, N41 y N46	200x400	75	14Ø15x/20	7Ø16x/20	14Ø15x/20	7Ø16x/20

Cuadro de armaduras

Referencia	Ferros de placas de anclaje	Dimension de placas de anclaje
N6, N10, N14 y N27	6 Pernos Ø 16	Placa base (500x400x15)
N3, N59, N58, N57, N1, N49, N74, N76, N77 y N51	6 Pernos Ø 20	Placa base (550x500x25)
N108 y N109	4 Pernos Ø 14	Placa base (350x400x15)
N10, N17, N24, N31, N36, N41, N46, N44, N39, N23, N22, N15 y N6	6 Pernos Ø 25	Placa base (650x700x25)



Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Materiales	Control		Homogéni		Características		Control		Características	
	Model	Conf. Pofide.	Tipo	Consistencia	Templado	Templado	Model	Conf. Pofide.	Tipo	Tipo
Ejemplo Zanja/Funda	Model	Conf. Pofide.	H-A-3/A/25/116-Ca	Medio Normal	20/20	Normal	7 x 4,15	Medio	7 x 4,15	ASOCAS
Zapatas	Model	Conf. Pofide.	H-A-3/B/25/116-Ca	Medio Normal	20/20	Normal	7 x 4,15	Medio	7 x 4,15	ASOCAS
Vigas de atado	Model	Conf. Pofide.	H-A-3/B/25/116-Ca	Medio Normal	20/20	Normal	7 x 4,15	Medio	7 x 4,15	ASOCAS

Adaptado a la Instrucción EHE-08

Ejecución (Acciones)	Model	7 x 4,15	7 x 4,15	7 x 4,15			
Ejecución/ambiente	Terrazo	1	III	III			
Ejecución/ambiente	Terrazo	1	III	III			
Requerimientos nominales (mm)	80	Var	Ejecución/ambiente	30	35	40	45

Notas

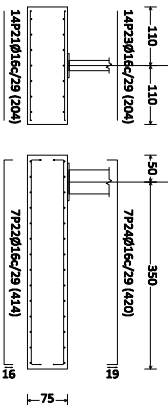
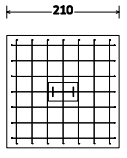
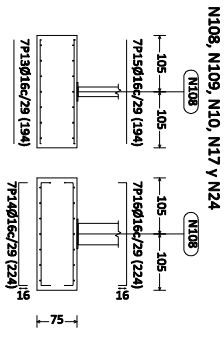
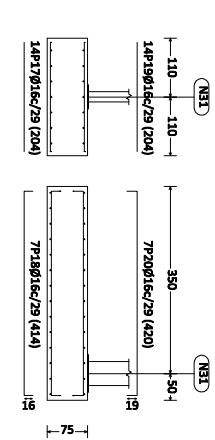
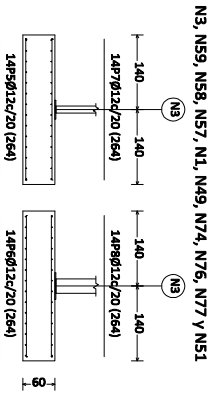
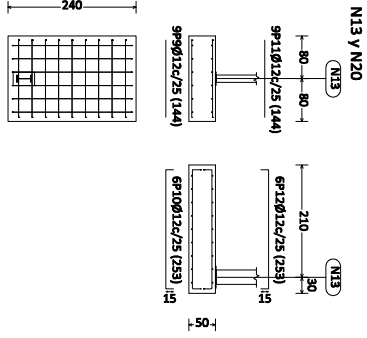
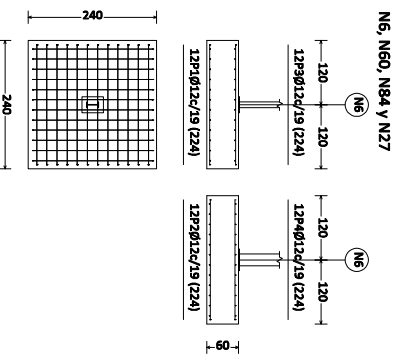
- Control Estadístico en EHE-08
 - Solapes según EHE-08
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un destino reconocido: Sello CERTIB, CCEHE, ...

Datos geotécnicos

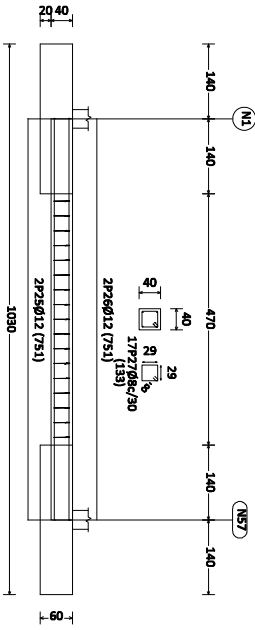
- Tensión admisible del terreno considerada = 0,20 MPa (2,00 kg/cm²)

Requerimientos nominales

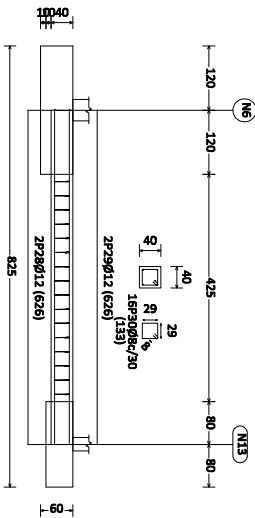
- Requerimiento con homogéni de limpieza 4 cm.
- Requerimiento lateral con estribo sermo > 8 cm.
- Requerimiento lateral con estribo sermo > 8 cm.
- Requerimiento lateral libre 4/5 cm.

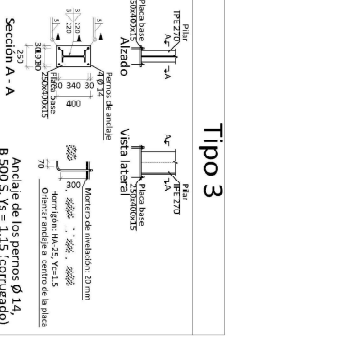
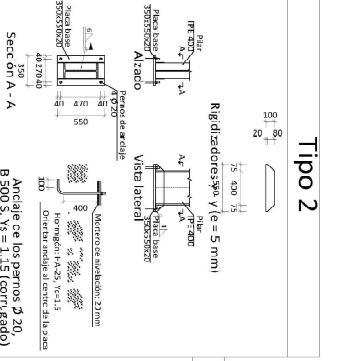
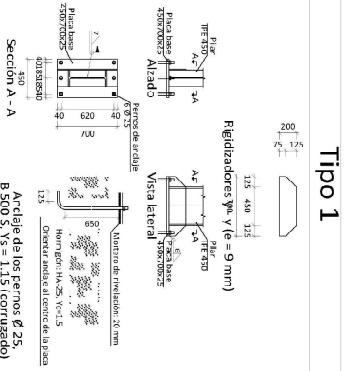
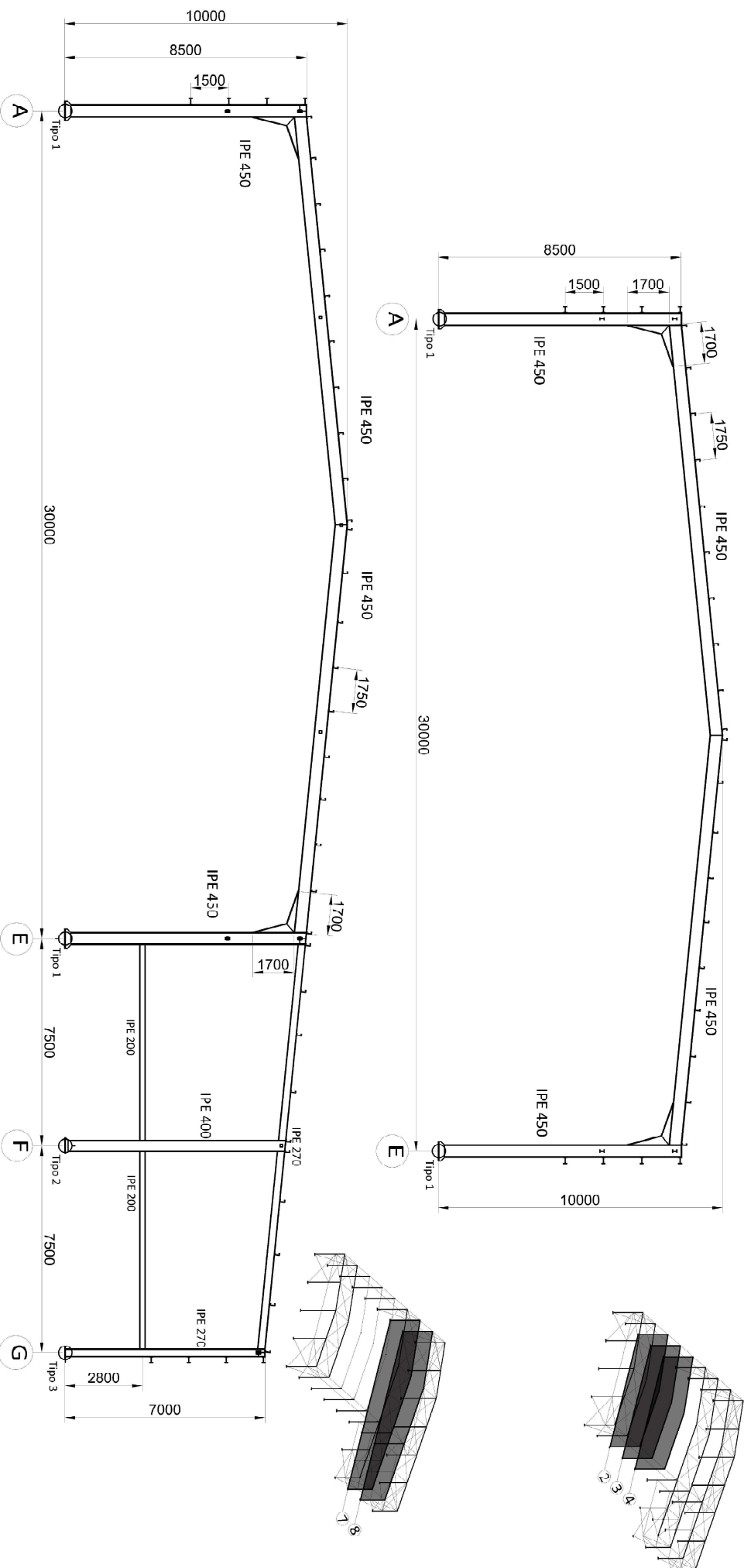


C [N1-N57], C [N57-N58], C [N58-N59], C [N59-N3], C [N3-N60], C [N60-N6], C [N7-N84], C [N84-N24], C [N51-N77], C [N77-N76], C [N76-N74] y C [N74-N49]



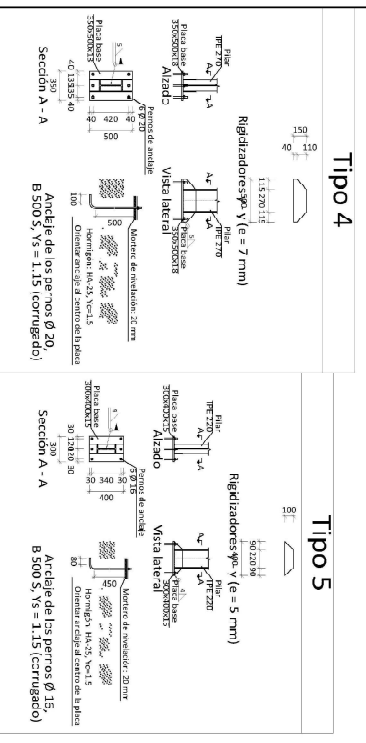
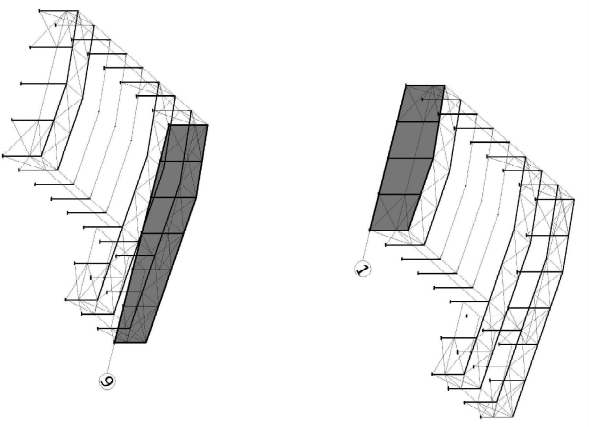
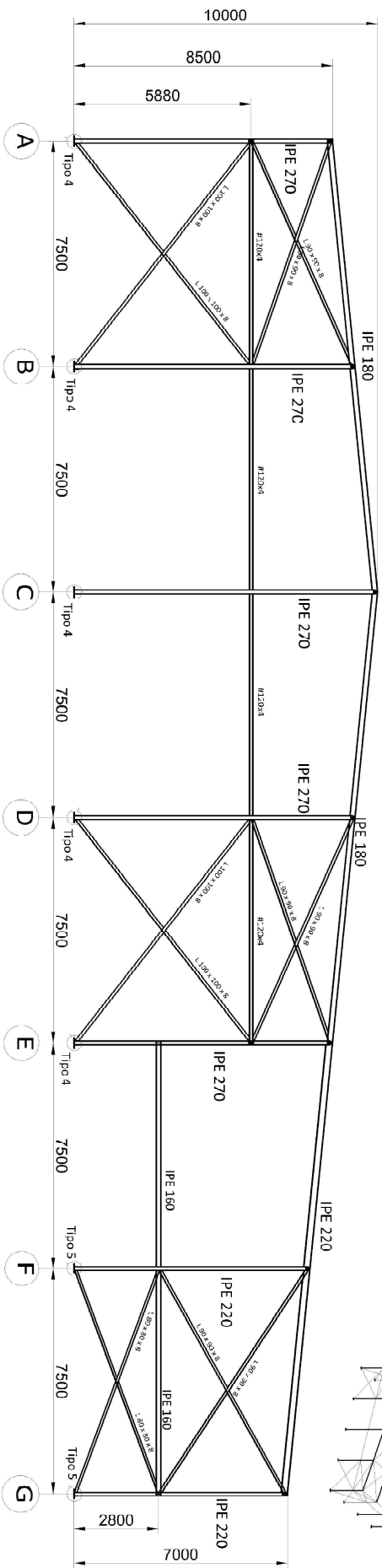
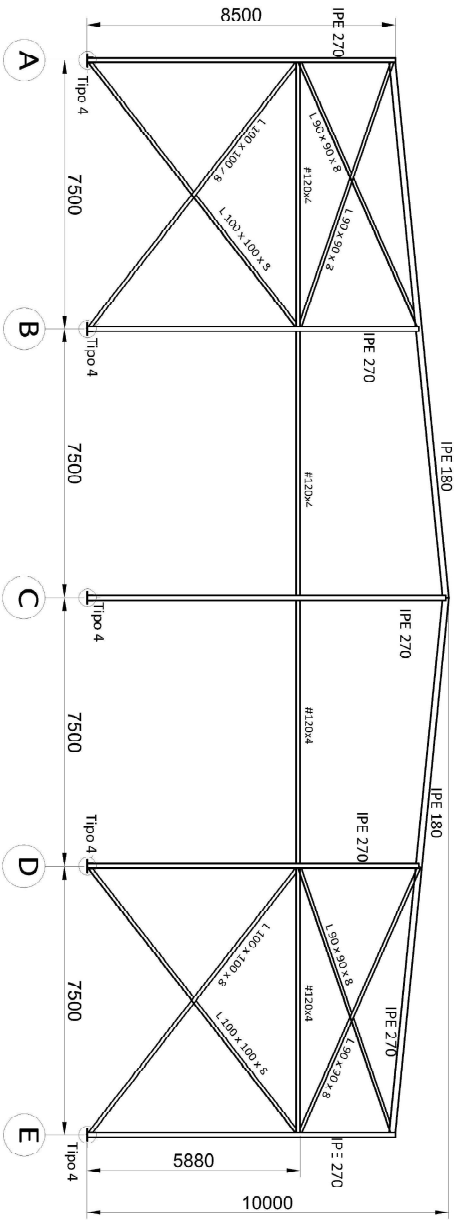
C [N6-N13], C [N13-N20], C [N20-N27], C [N24-N31], C [N31-N36], C [N36-N41], C [N41-N46], C [N46-N51], C [N45-N44], C [N44-N39], C [N39-N34], C [N34-N29], C [N29-N22], C [N22-N15], C [N15-N8], C [N8-N1], C [N60-N108], C [N108-N109], C [N84-N109], C [N3-N10], C [N10-N17] y C [N17-N24]





Separación entre pórticos (m): 6.25
 Correas en cubiertas
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-180x3.0
 Separación: 1.75 m.
 Número de correas: 30
 Reso lineal: 226.15 kg/m
 Correas en laterales
 Tipo de Acero: S275
 Tipo de perfil: IPE 220
 Separación: 1.50 m.
 Número de correas: 8
 Reso lineal: 340.85 kg/m

CANTONOS MATERIALES ESTRUCTURALES METÁLICOS		Vol	Tm
ACERO ESTRUCTURAL METÁLICO (EN OXIDADO)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 Min ³	m ³ =1.05	m ² =1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 Min ³	m ³ =1.05	m ² =1.05



CANTIDAD MATERIALES ESTRUCTURA METALICA		Unidad	Material
ACERO ESTRUCTURAL METALICA (EAE CHIMBOTE V)		m ³	Y4
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E 275 Min/m ³	m ³	L5
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E 235 Min/m ³	m ³	L5

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALÈNCIA

PROYECTO: Pórtico fachada. Alineaciones 1 y 9

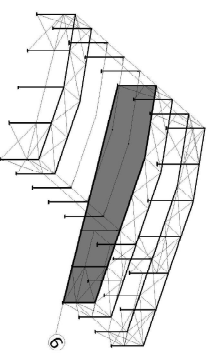
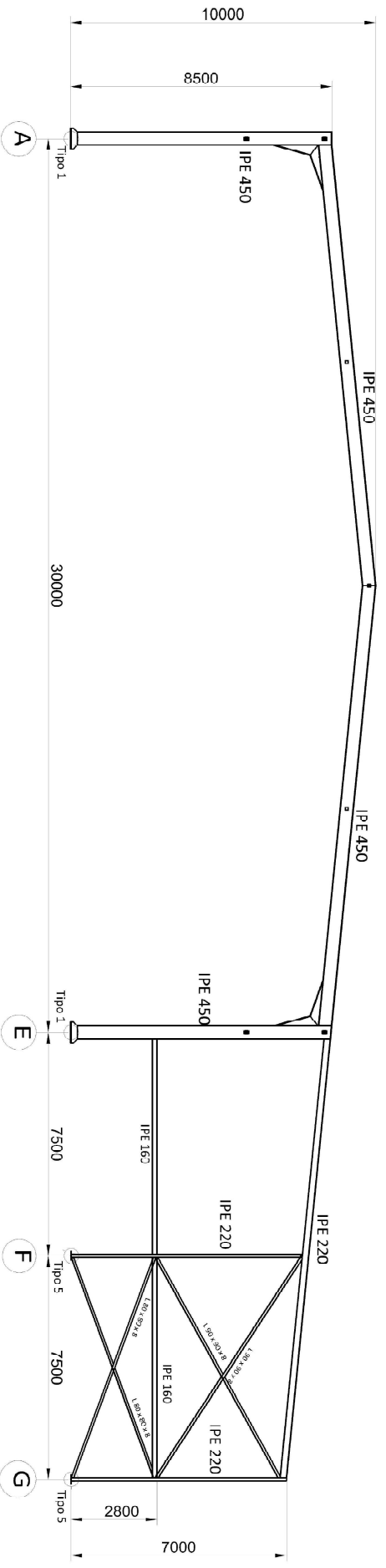
1780 m² SITUADO EN SILLA PARA EL USO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PADEL

Alc.º: Alberto Pilato Colomar

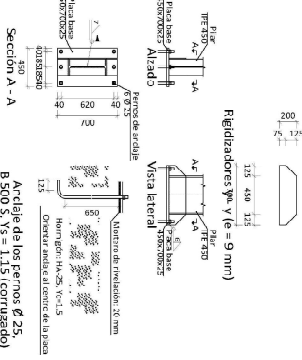
Fecha: Julio 2018

Escala: 1:150

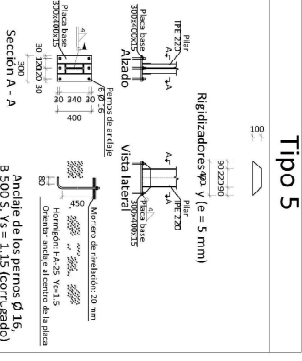
Nº Plano: 5.2



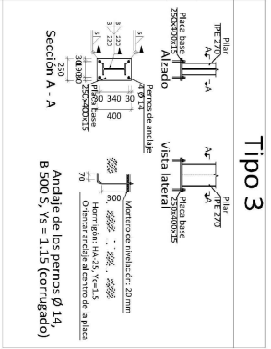
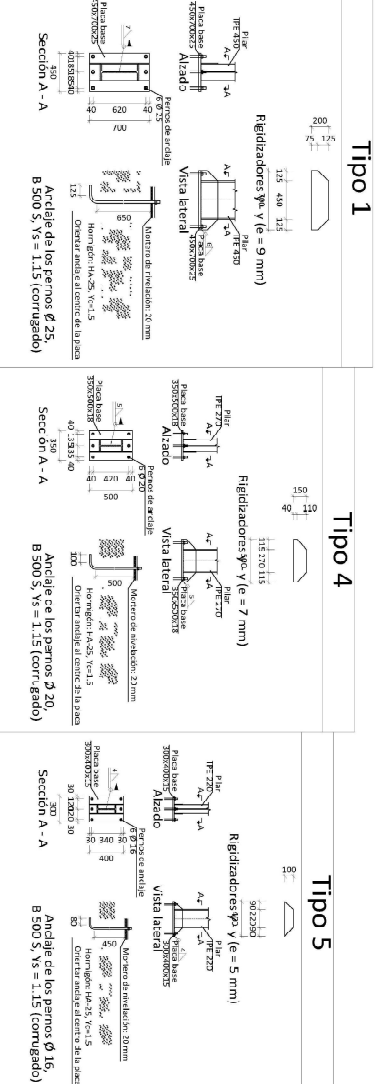
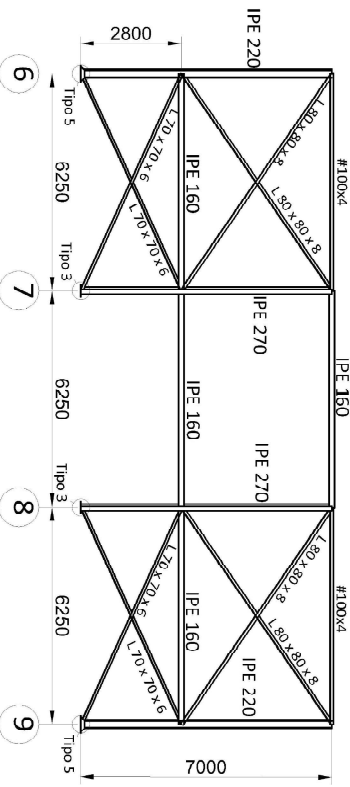
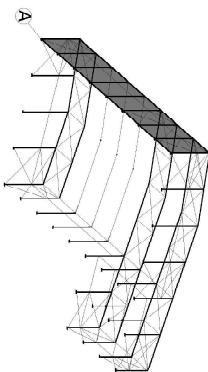
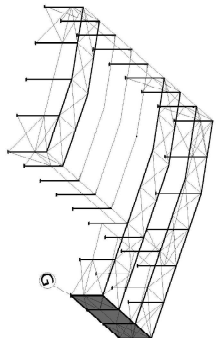
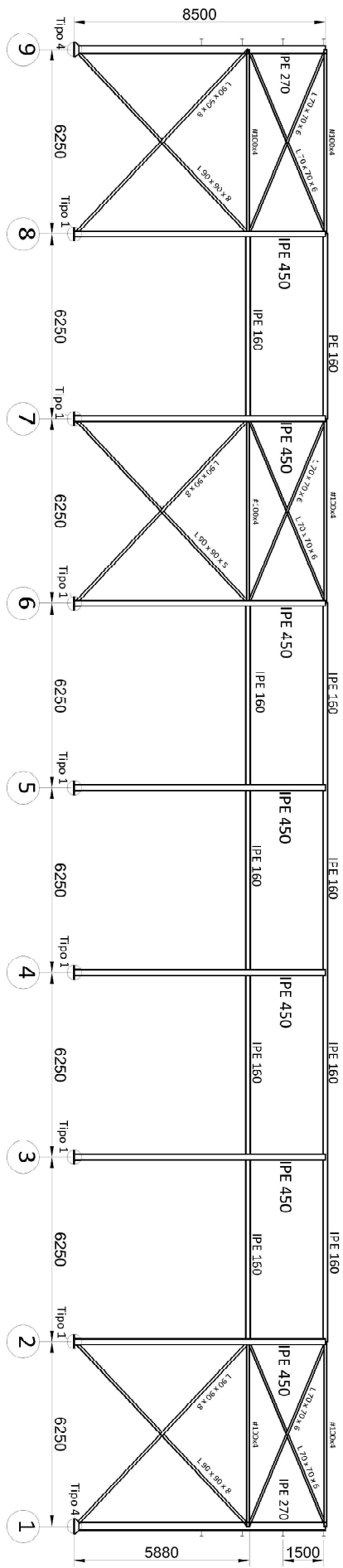
Tipo 1



Tipo 5

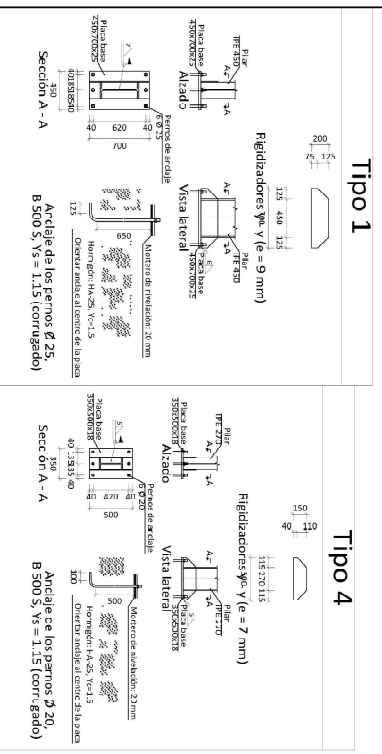
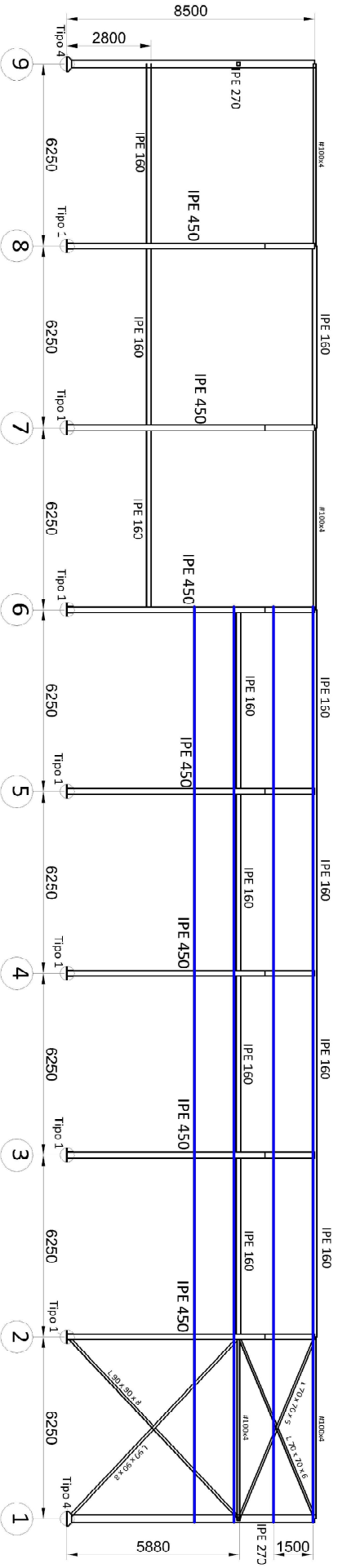
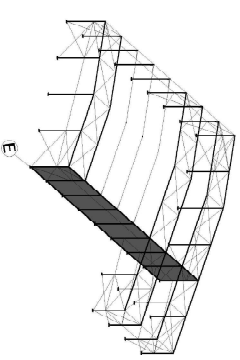


CANTIDAD MATERIALES ESTRUCTURA METALICA	
ACERO ESTRUCTURAL METALICA (EAE Openda IV)	M ³
Perfiles soldados en caliente S 275 - L.E 275 N/mm ²	M ² =1,05
Perfiles conformados en frio S 235 - L.E 235 N/mm ²	M ² =1,05



Correas en laterales
 Tipo de Acero: S275
 Tipo de perfil: IPE 220
 Separación: 1.50 m.
 Número de correas: 8
 Peso lineal: 340.85 kg/m

CANTIDAD MATERIALES ESTRUCTURALES METÁLICAS	
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (ENL DOPABLE V)	M ³
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E 275 Min/m ³	M ³ =1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E 235 Min/m ³	M ³ =1.05



Correas en laterales —
 Tipo de Acero: S275
 Tipo de perfil: IPE 220
 Separación: 1.50 m.
 Número de correas: 8
 Peso lineal: 340.85 kg/m

CUDRISO MATERIALES ESTRUCTURALES METALICAS		No	Un
ACERO ESTRUCTURAL METALICO (EAE Granda IV)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E 275 N/mm ²	Nº=1.05	Nº=1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E 235 N/mm ²	Nº=1.05	Nº=1.05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALÈNCIA

PROYECTO: Fachada lateral. Alineación E

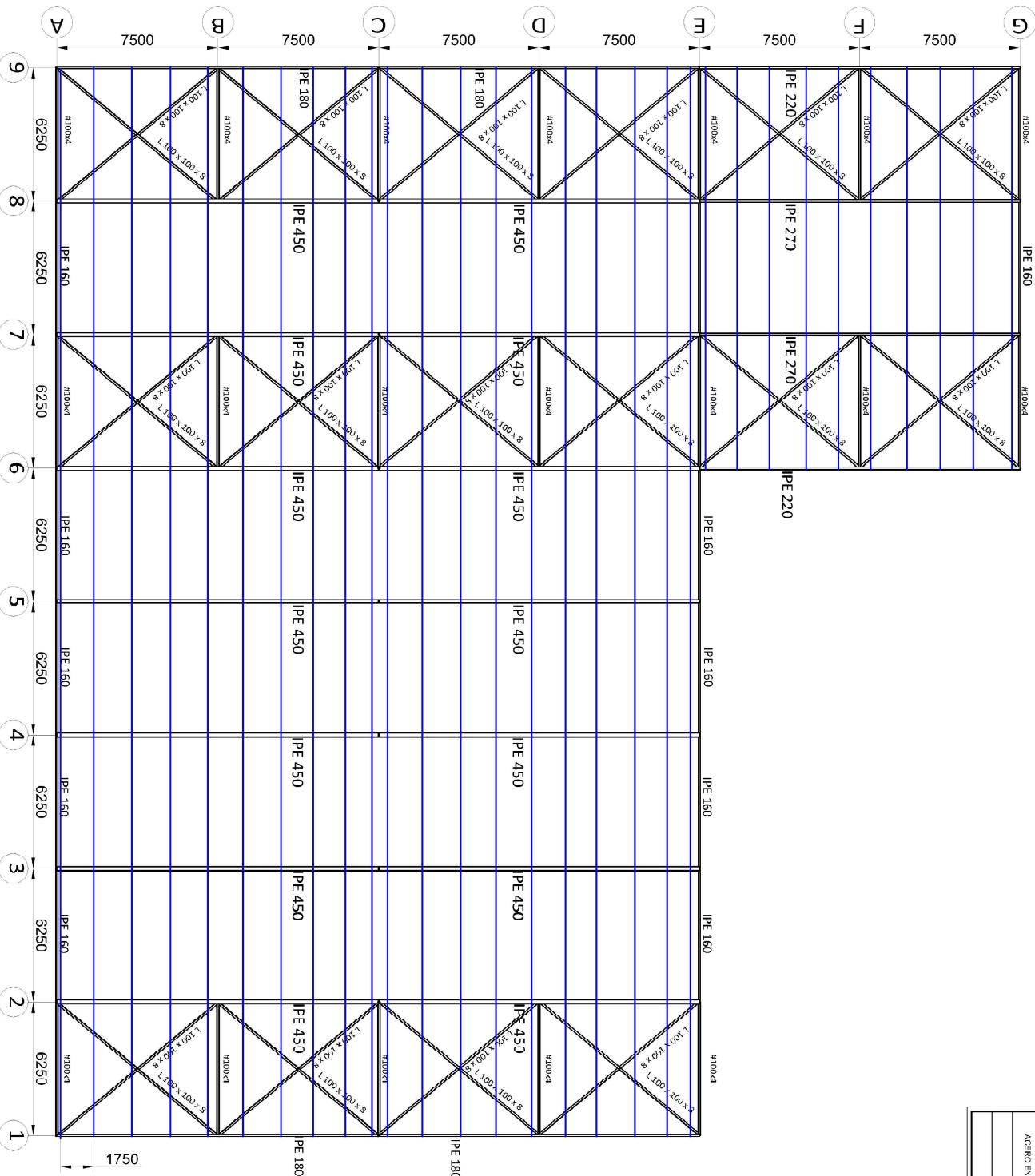
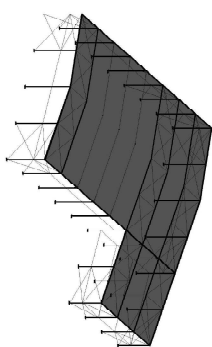
PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 1780 m² SITUADO EN SILLA PARA EL USO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PADEL

Alc: Alberto Pilato Colomar

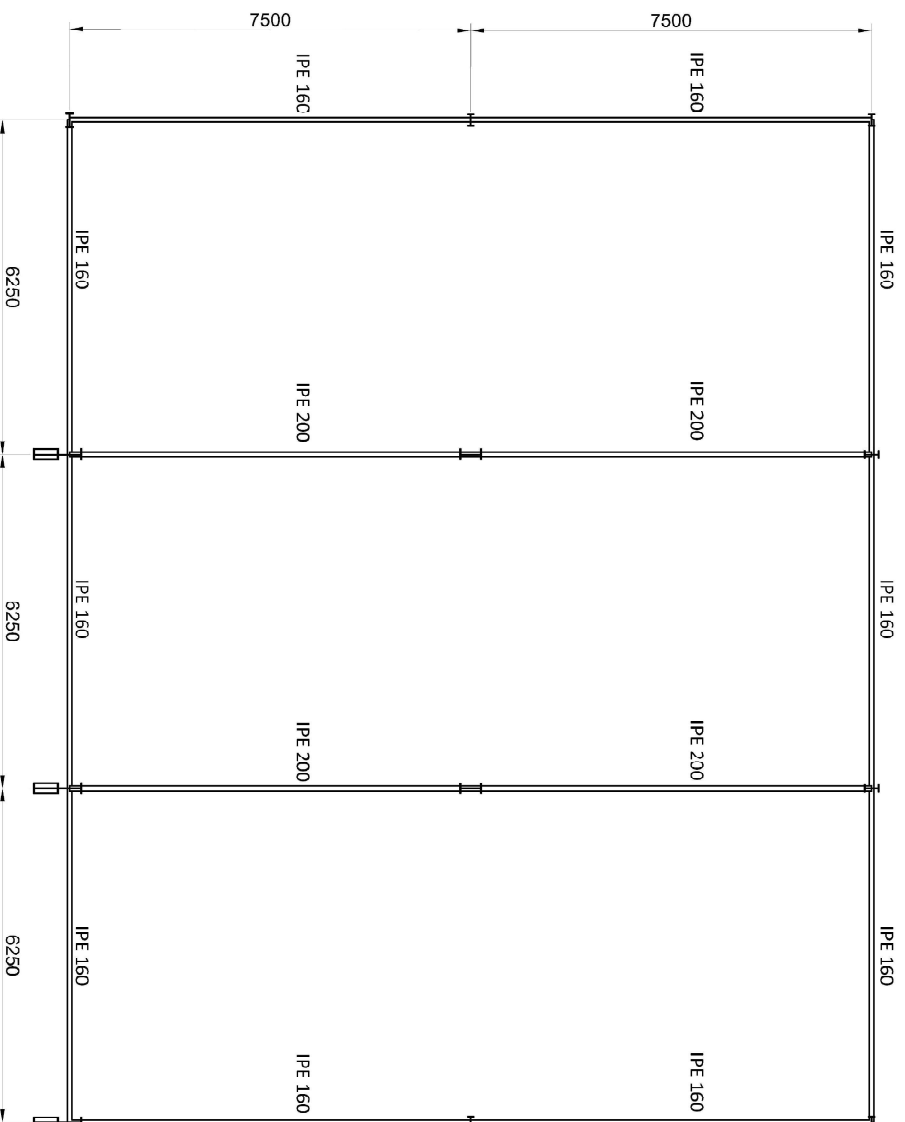
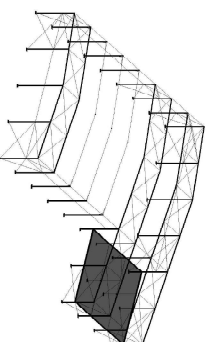
Fecha: Julio 2018
 Escala: 1:150
 Nº Plano: 6.2

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METALICA

ACERO EN ESTRUCTURA METALICA (EAE Grande IV)	M ³	Tn
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E 275 N/mm ²	346,165	346,165
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E 235 N/mm ²	366,165	366,165



Separación entre pórticos (m): 6.25
 Correas en cubiertas —
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-180x3.0
 Separación: 1.75 m.
 Número de correas: 30
 Peso lineal: 226.15 kg/m



CURSOS MATERIALES ESTRUCTURAS METALICAS			
ACERO ESTRUCTURAL METALICO (EAE Doble V)	300	700	700
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E 275 N/mm ²	300x165	300x105
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E 235 N/mm ²	300x165	300x105

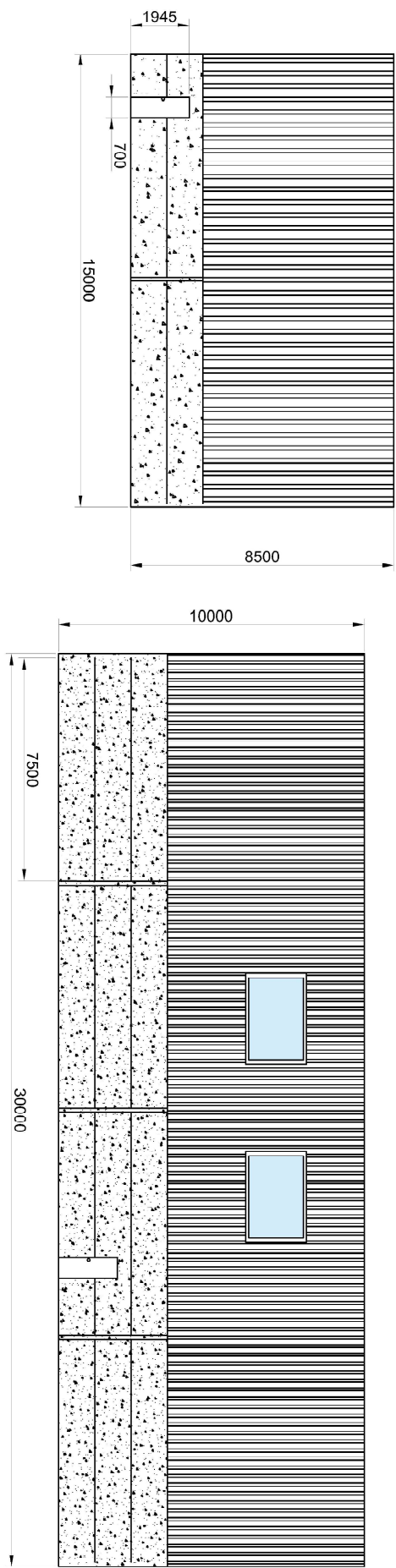
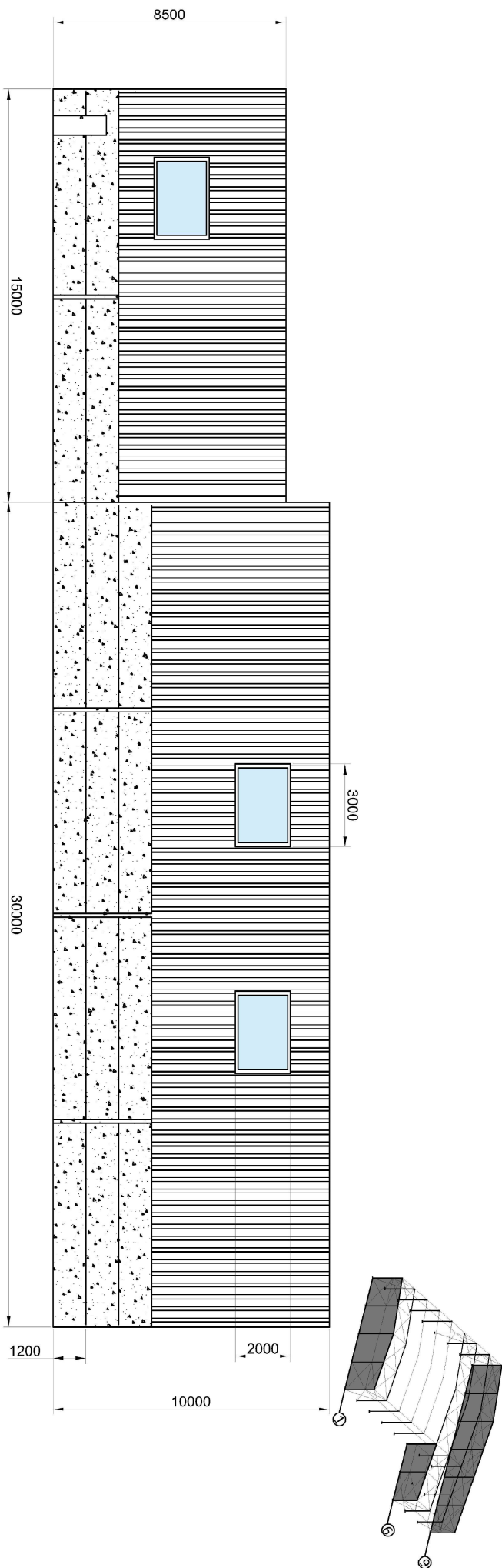
Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL DE 1780 m² SITUADO EN SILLA PARA EL USO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PADEL

Plante: **Atillio**
 Autor: Alberto Pilato Colomar

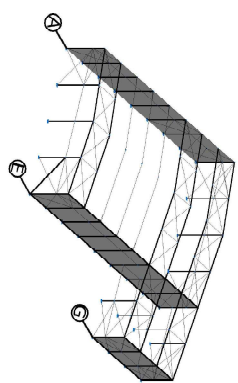
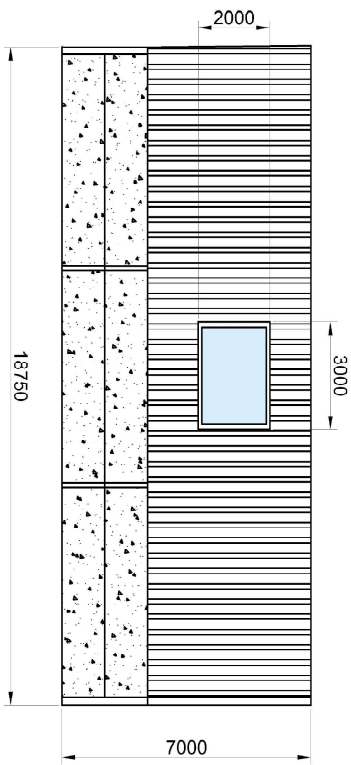
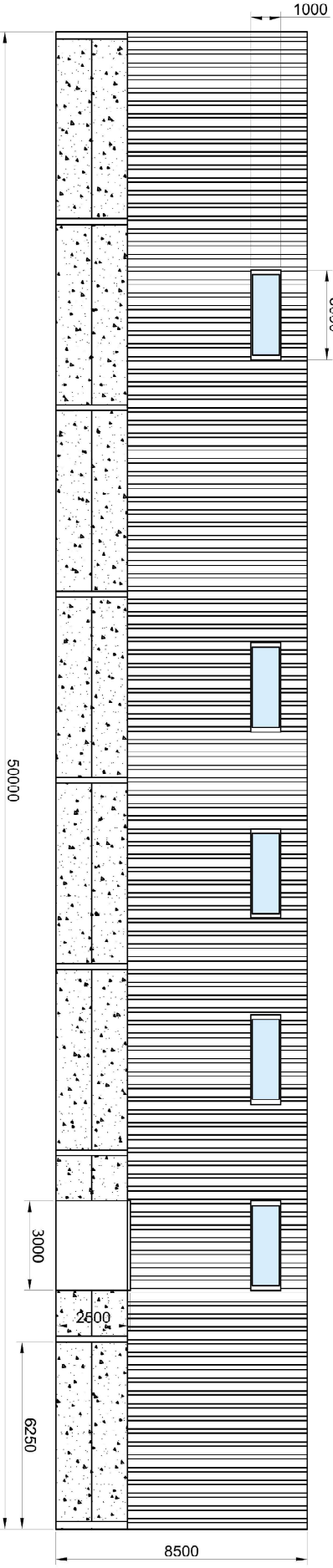
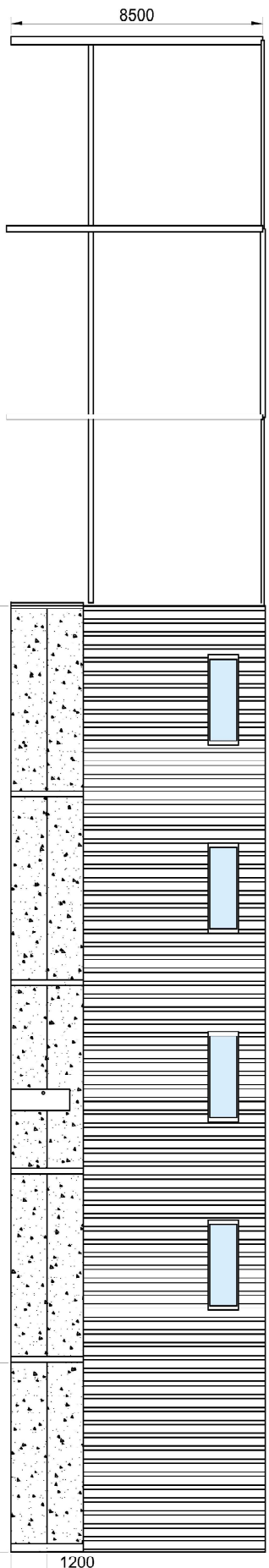
Fecha: **Julio 2018**

Escala: **1:100**

Nº Plano: **8**



Materiales cerramiento	
	Panel Sandwich aislante
	Placas alveolares de hormigón pretensado
	Ventanal fijo de PVC

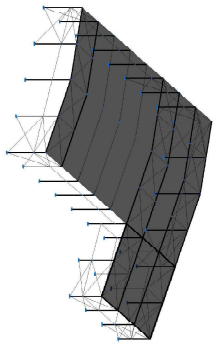
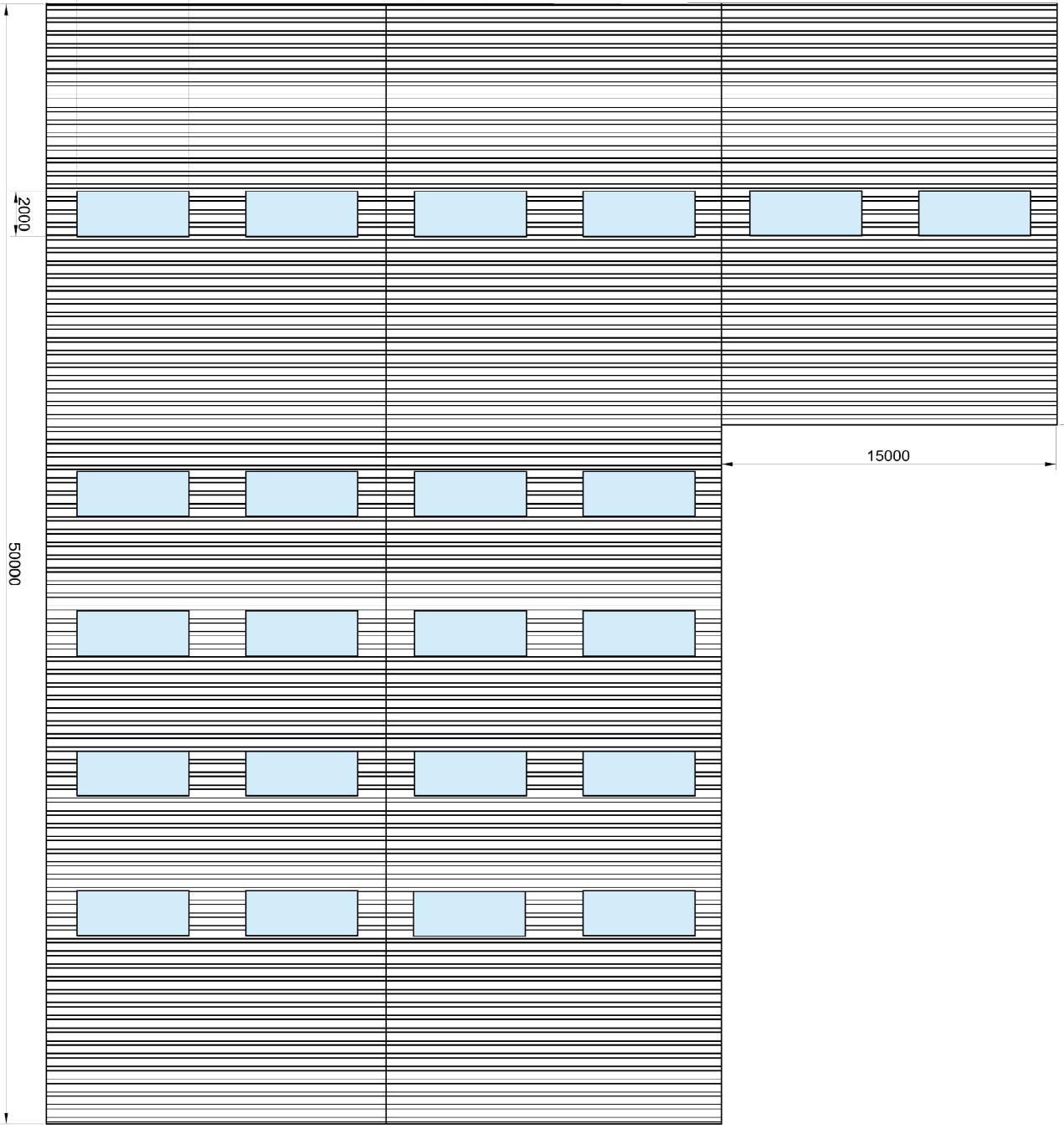





Materiales cerramiento	
	Panel Sándwich aislante
	Placas alveolares de hormigón pretensado
	Ventanal fijo de PVC

18750

45000

5000



Materiales cerramiento	
	Panel Sándwich aislante de acero para cubierta
	Placas alveolares de hormigón pretensado
	Ventanal fijo de PVC