



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1000 M2 SITUADO EN PICASSENT

AUTOR: REIG MONTESINOS, PABLO

TUTOR: MONTALVÁ SUBIRATS, JOSÉ MIGUEL

COTUTOR: HOSPITALER PÉREZ, ANTONIO

Curso Académico: 2014-15



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MEMORIA



1. OBJETIVOS DEL TRABAJO.	2
2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.	3
3. NORMATIVA.	4
4. AMBITO DE APLICACIÓN Y RANGO DE SOLUCIONES DEL TRABAJO.	5
4.1. Geometría de la planta industrial.	5
4.2. El sistema estructural.	6
4.3. Las acciones.	7
4.4. Las solicitaciones y deformaciones.	8
5. PRESUPUESTO.	9
6. MEMORIA DE CÁLCULOS.	10
6.1. Introducción.	10
6.2. Acciones.	11
6.2.1. <i>Acciones permanentes.</i>	11
6.2.2. <i>Sobrecargas.</i>	11
6.2.3. <i>Viento.</i>	12
6.2.4. <i>Nieve.</i>	14
6.3. Materiales.	15
6.3.1. <i>Aceros para perfiles laminados y conformados.</i>	15
6.3.2. <i>Aceros de construcción.</i>	16
6.3.3. <i>Hormigones.</i>	17
6.4. Descripción estructural.	18
6.5. Cerramientos.	19
6.6. Mediciones	21
6.6.1. <i>Barras</i>	21
6.6.2. <i>Correas</i>	21
6.6.3. <i>Placas de anclaje</i>	22
6.6.4. <i>Soldadura</i>	23
6.6.5. <i>Chapas</i>	23
6.6.6. <i>Cimentaciones</i>	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO.

El objetivo del trabajo es el de diseñar y calcular la estructura metálica para una nave industrial en el polígono de Picassent, la cual albergará un proceso de fabricación de lentes oftálmicas, que requiere una distribución en planta con espacio mínimo de 1000 m².

El proceso indicado requiere de una zona de oficinas (250 m²), zona de almacenaje (250 m²) y una zona para el proceso (500 m²).

OFICINAS 250 m ²	PROCESO 500 m ²	ALMACEN 250 m ²
--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Figura 1. Distribución en planta.

2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.

El proceso industrial necesita de las dimensiones anteriormente detalladas, por lo que necesitaremos una superficie total de 1000 m². Por lo tanto, se tendrá que decidir dimensiones de la nave, geometría, número de pórticos, separación entre pórticos, orientación, luz necesaria para albergar el proceso, los tipos de cerramiento, la distribución en planta, dimensiones de la puerta de acceso, etc.

Además de lo anteriormente citado, se procederá a seleccionar una parcela del polígono industrial indicado anteriormente con superficie suficiente para alojar el edificio industrial una vez aplicadas las normas urbanísticas del mismo (retranqueos mínimos, zonas verdes, plazas de aparcamiento, etc.).

Se realizará el cálculo estructural con la ayuda de un software informático, para obtener desplazamientos, esfuerzos, cargas, etc. de la estructura y así poder realizar el dimensionado del edificio industrial.

Después de haber hecho la selección de la parcela y con el edificio industrial totalmente definido, se elaborará un presupuesto incluyendo en el mismo la etapa de construcción, las mediciones, los materiales necesarios, etc.

3. NORMATIVA.

Todo proceso de diseño y cálculo de una estructura metálica lleva asociada una normativa de obligado cumplimiento que tenemos que aplicar. En ella se hace referencia a las acciones permanentes, las acciones variables y a las acciones accidentales.

La normativa que vamos a aplicar es la que rige el *Código Técnico de la Edificación* (CTE) RD/314/2006 que es el código de edificación en vigor en España. En el que se establecen los requisitos de seguridad y habitabilidad de las construcciones, definidos por la Ley de Ordenanzas de la Edificación (LOE).

A parte del CTE aplicaremos la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08) RD/1247/2008 vigente en España para el campo de las estructuras de hormigón, hormigón armado, hormigón pretensado, etc.

Dentro del CTE podemos encontrar cada una de las normativas, las cuales se denominan *Documento Básico* dedicados a la seguridad y a la habitabilidad. De todos ellos nos centraremos en los siguientes del *Documento Básico de Seguridad* (DB SE):

- **DB SE AE** (*Acciones en la Edificación*): Recoge las fuerzas externas que deben de soportar las estructuras, principalmente el peso.
- **DB SE C** (*Cimientos*): Recoge las normativa referente a las cimentaciones.
- **DB SE A** (*Acero*): Está basada en el Eurocódigo, y es la que incluye la normativa de los aceros estructurales.

Por último, además de esta normativa, tendremos que aplicar la normativa urbanística correspondiente al polígono industrial de Picassent, que hace referencia a las dimensiones y alturas máximas, retranqueos mínimos, aparcamiento en el interior de la parcela, etc.



4. AMBITO DE APLICACIÓN Y RANGO DE SOLUCIONES DEL TRABAJO.

Nos centraremos en el diseño y cálculo de la estructura metálica, ya que es una de las tipologías estructurales más económica y más fácil de ejecutar. Son numerosas, como ya veremos más adelante, las ventajas que ofrece una estructura metálica en comparación con otro tipo de tipologías estructurales. Para conocer el ámbito de aplicación y el rango de las posibles soluciones nos centraremos en los siguientes puntos.

4.1. Geometría de la planta industrial.

Definir las dimensiones en planta y altura del edificio suficientes para albergar el proceso industrial y que cumpla con los requerimientos urbanísticos del polígono situado, en este caso, el polígono industrial de Picassent.

Debido a los requerimientos espaciales del proceso, necesitaremos un edificio industrial con una planta mínima de 1000 m². Una posible solución es dotar a la nave de una luz de 25 m, suficiente para la limitación impuesta por el proceso industrial (tamaño de las máquinas). Por otro lado escogeremos una longitud del edificio de 40 m, que hacen un total de 1000 m².

Esta solución es favorable debido a que la separación (crujía) entre pórticos puede ser de 5 m y por lo tanto tendremos un total de 9 pórticos. Además obtendremos así 5 pilares de fachada con una separación entre ellos de 6,25 m.

Por otro lado, la imposición de altura del proceso industrial (puerta de acceso, altura de almacén, etc.) nos exige a una altura mínima de 8 m, que será la altura de coronación de nuestro edificio industrial.

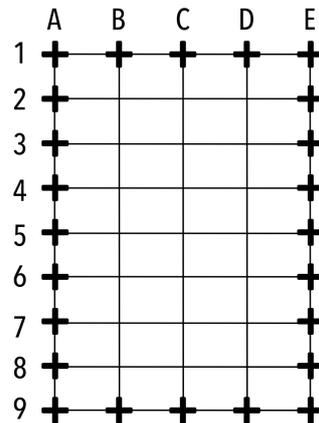


Figura 2. Esquema pórticos planta.

4.2. El sistema estructural.

De entre todas las tipologías disponibles (nave a base de pórticos, naves a base de cerchas, naves en dientes de sierra) y una vez conocidos los requerimientos del proceso y la geometría de la planta, se debe decidir el sistema estructural a emplear.

En nuestro caso, debido a la luz y altura necesarias para el proceso, será suficiente con un edificio industrial de pórticos a dos aguas. Debido a que será el más económico entre las posibles soluciones, que es el que menos materias primas consumirá y el más fácil de ejecutar.

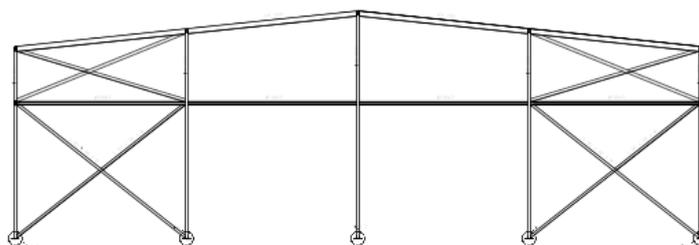


Figura 3. Pórtico de fachada a dos aguas.

Además para garantizar el arriostamiento de los pórticos interiores del edificio industrial contará con arriostamientos de fachada constituido por dos barras diagonales en los vanos extremos en forma de cruz de San Andrés y con la viga perimetral que enlaza las cabezas de los pilares.

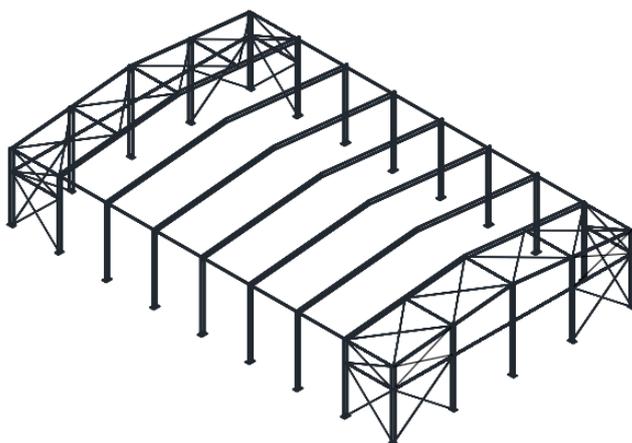


Figura 4. Esquema pòrtico a dos aguas.

El pòrtico de fachada, debido a su comportamiento más complejo, además de los arriostamientos en forma de cruz de San Andrés, contará con una viga contraviene (viga en celosía) en el plano horizontal de cubierta.

4.3. Las acciones.

Con el edificio totalmente definido, en lo que a geometría y sistema estructural se refiere, se deben determinar todas las acciones que sobre él puedan actuar durante toda su vida útil.

Todas las posibles combinaciones de acciones que hay que comprobar están recogidas en el CTE y son las que más adelante comprobaremos, para garantizar la seguridad de la estructura.



4.4. Las solicitaciones y deformaciones.

Para realizar el dimensionado de cada uno de los elementos de la estructura será necesario obtener los esfuerzos y deformaciones que sufre cada uno de ellos. Eso puede realizarse mediante la ayuda de programas de cálculo o mediante el empleo de expresiones de prontuario.

En nuestro caso, utilizaremos el software CYPE 2015, que es un programa de diseño y análisis estructural con el que podemos calcular los esfuerzos y deformaciones para cada uno de los elementos de la estructura. Gracias a este software podemos obtener todas las variables de forma más sencilla y rápida, que sería imposible hacer a mano para cada elemento de la estructura debido al gran número de combinaciones de acciones posibles.

5. PRESUPUESTO.

Para realizar el presupuesto, utilizaremos el software Arquímedes, incluido en el programa CYPE 2015, ya que contiene catálogos de los materiales utilizados y una herramienta para facilitar la elaboración del mismo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, las estructuras metálicas y la tipología estructural escogida hacen que sea una de las soluciones más económicas.

En el presupuesto adjunto, se distinguen los siguientes capítulos: acondicionamiento del terreno, cimentaciones, estructuras, fachadas, cubiertas, particiones y revestimientos. Dentro de cada uno de estos capítulos se puede encontrar una breve descripción de cada una de las particiones que lo forman.

El coste total del proyecto es de DOS CIENTOS CUARENTA Y UN MIL NOVECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS. En el presupuesto se incluye los distintos costes directos complementarios de cada capítulo, así como el coste de los materiales y de la ejecución.

Todos los detalles del presupuesto se adjuntan en el PRESUPUESTO que se entrega junto con esta memoria. En el se encuentran las descripciones y conceptos de cada capítulo así como las mediciones y las partidas de los mismos.

6. MEMORIA DE CÁLCULOS.

6.1. Introducción.

El edificio industrial que vamos a diseñar y calcular, se sitúa en el polígono industrial de Picassent. Posee una luz de 25 m y una longitud de 40 m, que hacen una superficie total de 1000 m². La separación de pórticos es de 5 m, por lo que necesitaremos 9 pórticos.

Por otro lado, la fachada tiene 5 pilares con una altura de coronación de 8,314 metros.

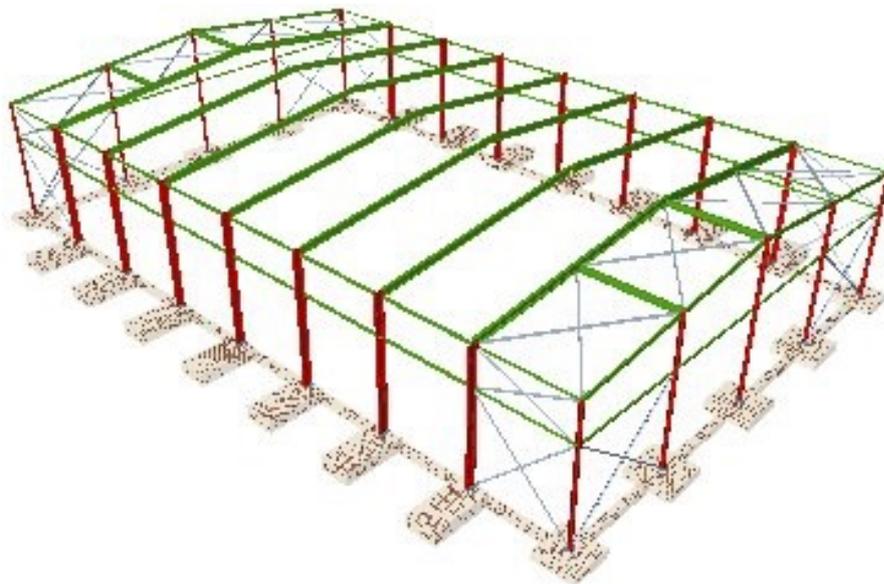


Figura 5. Volumetría del edificio.

Todos los cálculos relevantes del estudio estructural del edificio se adjuntan en el ANEJO DE CÁLCULO que se entrega junto a esta memoria. En el se encuentran todas las comprobaciones que exige la norma para el cálculo de este tipo de estructuras.



6.2. Acciones.

Las acciones son perturbaciones en un sistema que pueden alterar su estado actual y se traducen en variación de las variables del sistema, en nuestro caso de las tensiones, deformaciones, etc.

Según el CTE podemos clasificar las distintas acciones como:

- Acciones permanentes (G): aquellas que actúan de forma constante sobre el edificio.
- Acciones variables (Q): aquellas que pueden actuar sobre el edificio o no, son las debidas al uso o a las acciones climáticas (sobrecargas, nieve y viento)
- Acciones accidentales (A): son las que tienen una probabilidad de ocurrencia pequeña, pero de gran importancia

Todas estas acciones y sus combinaciones tienen que ser consideradas a la hora de realizar el cálculo estructural, tal como indica el CTE SE AE.

6.2.1. Acciones permanentes.

El peso propio de los elementos estructurales para el cerramiento de cubierta es el de un panel tipo sandwich de peso 0.15 kN/m^2

6.2.2. Sobrecargas.

Se ha considerado una sobrecarga categoría G1 (según CTE DB AE) de valor 0.4 kN/m^2 , esta carga es no concomitante con el resto de sobrecargas.

6.2.3. Viento.

La zona eólica (según CTE DB AE) es de tipo "A" debido a que está situado en el término de Picassent que pertenece a la provincia de Valencia. Además como está en una zona industrial el grado de aspereza del mismo será: "IV. Zona urbana, industrial o forestal".

Por otro lado, la cubierta tiene un ángulo de inclinación menor a 5° , por lo que podemos considerar que se trata de una cubierta plana.

La profundidad del edificio industrial es de 40 m y no tiene huecos por lo que tenemos:

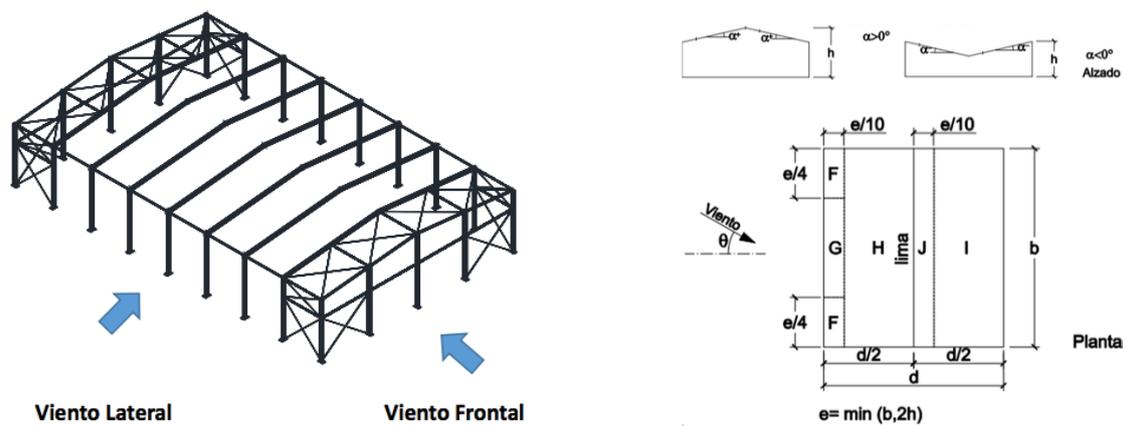


Figura 6. Esquema vientos.



Tabla 1. Vientos

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

Nota: todas las combinaciones posibles y que la norma exige comprobar se adjuntan en el ANEJO DE CÁLCULO que se entrega junto a esta memoria.

6.2.4. Nieve.

La zona climática según el CTE DB SE AE coincide con la zona de clima invernal "5" debido a que la altitud topográfica es de 50 m y está situada en el término de Picassent que pertenece a la provincia de Valencia, además no tiene exposición al viento ya que está situada en una zona industrial. Por último la cubierta del edificio industrial es plana y sin resaltos. Por lo tanto tenemos las siguientes hipótesis:

- 1 - Nieve 1 (EI): carga uniformemente repartida en ambos vanos.
- 2 - Nieve 2 (R) : carga uniformemente repartida en el vano izquierdo y al 50% en el derecho.
- 3 - Nieve 3 (R) : carga uniformemente repartida en el vano derecho y al 50% en el izquierdo.

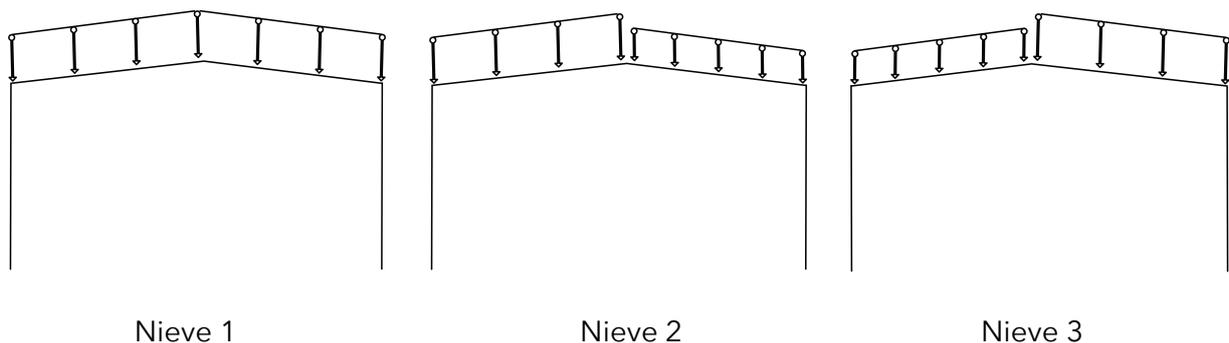


Figura 7. Esquema nieve.

Comprobando estas tres hipótesis de nieve se cumplen las combinaciones que exige la norma. Estas tres combinaciones son las más desfavorables en lo que respecta al cálculo de sobrecargas por nieve.

Nota: los cálculos y comprobaciones se adjuntan en el ANEJO DE CÁLCULO que se entrega junto a esta memoria.

6.3. Materiales.

Los materiales considerados para la elaboración del edificio industrial vienen reflejados en las siguientes normativas:

- CTE DB A Aceros para perfiles laminados y conformados
- EHE 08 Aceros de construcción y hormigones

6.3.1. Aceros para perfiles laminados y conformados.

Los aceros para perfiles laminados en caliente se configuran con acero S275. Este acero es el que configuran los perfiles (IPE, HEB,# y L) utilizados en la estructura con los coeficientes de seguridad establecidos en el CTE DB SE A.

Por otro lado en los aceros conformados en frío que configura los perfiles ligeros para las correas (perfiles tipo CF), el acero a utilizar será el S235, que también tienen un coeficiente de seguridad que indica el CTE DB SE A.

Para ambos tipos de acero estas son las características:

Tabla 2. Características aceros para perfiles

Acero	E (N/mm ²)	f _y (N/mm ²)	f _u
S275	210000	275	1,05
S235	210000	235	1,05



6.3.2. Aceros de construcción.

Los aceros de construcción se configuran con acero B500SD que es que configura las barras del hormigón armado. Las características y el coeficiente de seguridad (según CTE DB SE A) para este acero son las siguientes:

Tabla 3. Características aceros de construcción

Acero	E (N/mm ²)	f _y (N/mm ²)	f _u
B500SD	210000	500	1,15



6.3.3. Hormigones.

El material que utilizaremos para las cimentaciones será el hormigón armado, pero también necesitaremos de un hormigón de limpieza que se deberá colocar previamente una solera de asiento según lo establecido en el CTE DB SE C. El espesor mínimo de la solera de asiento será de 10 cm.

El hormigón que utilizamos para las zapatas es el hormigón HA-25/20/B/IIa+Qa ya que tiene una baja consistencia, y es el que de acuerdo con lo establecido en EHE-08, el informe geotécnico considera para un ambiente de humedad alta + ataque químico (IIa+Qa).

Como ya hemos indicado, además del hormigón para las zapatas, tenemos que utilizar un hormigón de limpieza HL-150/B/20. Que tiene como fin evitar la desecación del hormigón estructural durante el vertido, así como una posible contaminación del mismo.

Las características principales así como el coeficiente de seguridad que exige la normativa para los distintos tipos de hormigón son:

Tabla 4. Características hormigón estructural

Hormigón	E (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _u
HA-30/B/20/IIa+Qa	210000	30	1,5
HL-150/B/20	210000	150	1,5



6.4. Descripción estructural.

El edificio industrial estudiado tiene una tipología estructural de pórticos a dos aguas. Con una luz de 25 m y una profundidad de 40 m, que hacen una superficie en planta total de 1000 m². La estructura está compuesta de 9 pórticos con una separación entre ellos (crujía) de 5 m y 5 pilares en los pórticos de fachada, con separación entre ellos de 6,25 m.

Por otro lado, para garantizar el arriostramiento de los pórticos interiores del edificio industrial, contará con arriostramientos de fachada constituido por dos barras diagonales en los vanos extremos en forma de cruz de San Andrés, y con la viga perimetral que enlaza las cabezas de los pilares.

El pórtico de fachada, debido a su comportamiento más complejo, además de los arriostramientos en forma de cruz de San Andrés, contará con una viga contraviento (viga en celosía) en el plano horizontal de cubierta.

6.5. Cerramientos.

Para los cerramientos del edificio industrial se ha optado por cerramientos prefabricados de hormigón armado de dos metros de altura y después chapa ligera galvanizada para el resto de la fachada.

Con los cerramientos prefabricados de hormigón conseguimos una estructura mucho más segura frente a los posibles robos, debido a que es un cerramiento mucho más resistente que la chapa ligera. Además al ser prefabricados son mucho más baratos y rápidos de ejecutar.

Por otro lado para conseguir abaratar los materiales del cerramiento se ha optado por cubrir la superficie restante de la fachada con chapa galvanizada asegurada sobre las correas de fachada. De esta forma conseguimos un equilibrio entre seguridad y costes.



Figura 8. Detalle Cerramiento.

También se ha dispuesto de ocho ventanas de 1m x 1m en cada una de las fachadas laterales para conseguir una iluminación natural en el interior del edificio y así aprovechar la luz exterior.

Por último se ha instalado una puerta de acceso al interior de la nave en la fachada principal de la misma. Con las dimensiones que exige el proceso productivo.

Los cerramientos prefabricados de hormigón se aseguran aprovechando el espacio entre las alas del IPE, por lo tanto la ejecución es sencilla y barata.

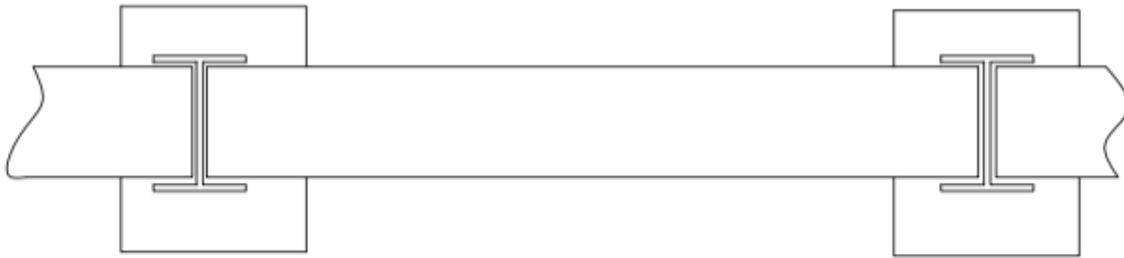


Figura 9. Esquema Cerramiento pesado.

Los cerramientos ligeros de chapa se aseguran como hemos dicho antes atornillándolas a las correas de fachada.

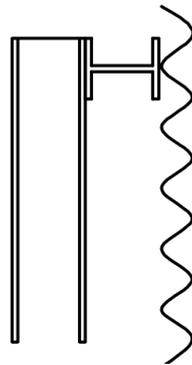


Figura 10. Esquema Cerramiento ligero.

Como ya se ha indicado anteriormente, para la cubierta se ha optado por un cerramiento de tipo sandwich como marca la norma para cerramientos ligeros de naves industriales.

6.6. Mediciones

6.6.1. Barras

Tabla 5. Medición barras

Material		Serie	Perfil	Longitud		Volumen		Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)		
Acero laminado	S275	IPE	IPE 200	125,531	539,495	0,358	3,039	2808,45	23857,42		
			IPE 400	273,964		2,315		18172,73			
			IPE 160	120,0		0,241		1893,42			
			IPE 330	20,0		0,125		982,82			
		Huecos cuadrados	#100x3	50	100	0,056	0,112	443,42	839,74		
			#90x3	50		0,056		396,32			
		L	L90x90x8	163,681	292,174	0,228	0,427	1786,01	3349,45		
			L100x100x8	128,493		0,199		1563,44			
						Material (m)	931,669	Material (m³)	3,578	Material (kg)	28046,61

6.6.2. Correas

Tabla 6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	16	86,88	0,04
Correas laterales	12	124,34	0,05

6.6.3. Placas de anclaje

Tabla 7. Placas de anclaje

Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	
S275	Placa base	4	250x350x14	38,47	
		6	300x400x15	84,78	
		4	350x550x20	120,89	
		10	400x600x22	414,48	
	Rigidizadores pasantes	8	550/400x100/20x5	15,39	
		12	400/200x100/0x5	14,13	
		20	600/400x150/45x7	87,37	
	Total:				775,51
	B 500 S, Ys =1,15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	∅14 - L = 348 + 136	9,36
			36	∅16 - L = 351 + 155	28,77
32			∅20 - L = 460 + 194	51,63	
40			∅25 - L = 517 + 243	117,11	
Total:				206,87	

6.6.4. Soldadura

Tabla 8. Medición soldadura

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430	En taller	En ángulo	4	49303
			5	23460
			6	28574
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	2513
			8	2011
			9	3142
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	8128
			4	14558
			5	1555
			6	28775

6.6.5. Chapas

Tabla 9. Medición chapas

Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	40	375x85x14	140,14
	Chapas	10	328x384x9	89,20
		5	210x430x14	49,62
			Total	278,96

6.6.6. Cimentaciones

Tabla 10. Medición cimentaciones

Elemento	B 500 S, Ys=1,15 (kg)		Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-30, Yc=1,5	Limpieza	
Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33 y N38	7x119,37	7x3,58	7x0,51	
Referencias: N3 y N1	2x51,70	2x1,89	2x0,42	
Referencias: N52, N50, N46, N48, N51 y N54	6x75,24	6x2,64	6x0,53	
Referencias: N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36	7x119,37	7x3,58	7x0,51	
Referencias: N41 y N43	2x60,63	2x1,98	2x0,44	
Totales	2347,28	73,80	12,06	

Tabla 11. Medición vigas de atado

Elemento	B 500 S, Y=1,15			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-30, Yc=1,5	Limpieza
Referencias: C [N3-N52], C [N52-N50], C [N50-N46], C [N46-N1], C [N41-N48], C [N48-N51], C [N51-N54] y C [N54-N43]	8x8,65	8x25,59	273,92	8x0,65	8x0,16
Referencias: C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N31-N36], C [N36-N41], C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38] y C [N38-N43]	16x6,93	16x20,70	442,08	16x0,51	16x0,13
Totales	180,08	535,92	716,00	13,34	3,34



7. BIBLIOGRAFÍA

1. Normativa: http://es.wikipedia.org/wiki/Código_Técnico_de_la_Edificación
2. Código Técnico de la Edificación: <http://codigotecnico.org>
3. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación 2009, Gobierno de España. Ministerio de Fomento: Madrid.
4. Eurocódigo 3. Acero, in UNE EN 1993, CEN.
5. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Acero, 2008, Gobierno de España. Ministerio de Fomento: Madrid.
6. Instrucción de Acero Estructural EAE, 2011, Ministerio de Fomento: Madrid.
7. Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), 2008, Ministerio de Fomento: Madrid.
8. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Cimientos, 2008, Gobierno de España. Ministerio de Fomento: Madrid.
9. Construcción y Arquitectura Industrial. 2ª edición. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Autores: José Miguel Montalvá Subirats y Hector Saura.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

ANEJO DE CÁLCULO

Tabla de Contenido

I. CORREAS DE CUBIERTA	3
II. CORREAS LATERALES	6
III. PÓRTICO INTERIOR	10
1. Introducción	10
2. GEOMETRÍA	11
2.1. Nudos.....	11
2.2. Barras.....	11
3. RESULTADOS.....	12
3.1. Barras.....	12
4. UNIONES	13
4.1. Especificaciones.....	13
IV. PÓRTICO DE FACHADA	16
1. Introducción	16
2. GEOMETRÍA	17
2.1. Nudos.....	17
2.2. Barras.....	17
3. RESULTADOS.....	18
3.1. Nudos.....	18
3.2. Barras.....	19
4. UNIONES	21
4.1. Especificaciones.....	21
4.2. Medición.....	22
V. FACHADA LATERAL	23
1. Introducción	23
2. GEOMETRÍA	24
2.1. Nudos.....	24
2.2. Barras.....	24
3. RESULTADOS.....	25
3.1. Nudos.....	25
3.2. Barras.....	26
4. UNIONES	27
4.1. Especificaciones.....	27

4.2. Referencias y simbología	28
4.3. Medición	30
VI. FALDONES DE CUBIERTA	31
1. Introducción	31
2. GEOMETRÍA	32
2.1. Nudos.....	32
2.2. Barras.....	32
3. RESULTADOS.....	33
3.1. Barras.....	33

I. CORREAS DE CUBIERTA

En este anejo realizaremos todas las comprobaciones de las correas de cubierta. Las correas de cubierta son todas iguales por lo que tendremos que comprobar aquella que sea la más desfavorable de todas

Para las correas de cubierta se ha utilizado un perfil de tipo CF 200x2.0 con una longitud de 1,80 m que equivale a la crujía (separación entre pórticos). Como ya se ha mencionado en la memoria, utilizaremos un acero S235.

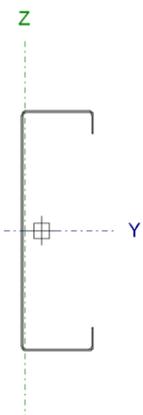
Para los parámetros cálculo se tiene que cumplir que la flecha límite sea menor que $L/300$ (longitud dividido entre 300). Se utiliza una fijación rígida para ambos vanos de la estructura.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF 200x2.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.80 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Por otro lado, realizando la comprobación de resistencia, el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones, como más adelante detallaremos. Además el aprovechamiento en cuanto a resistencia se refiere es del 94,74%

Las características de la barra más desfavorable son las siguientes:

Perfil: CF-200x2.0 Material: S235									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_v^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$y_a^{(3)}$ (mm)	$z_a^{(3)}$ (mm)
	0.897, 42.000, 6.075	0.897, 36.000, 6.075	6.000	6.92	405.6 5	32.6 7	0.09	- 13.42	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	6.000	0.000		0.000			
	C_1	-		1.000					
	Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_1 : Factor de modificación para el momento crítico								

A continuación se detallan todos los cálculos para las comprobaciones de las correas de cubierta:

Relación Anchura/espesor

La relación anchura/espesor debe satisfacer (según CTE DB SE-A):

$$h / t : \underline{95.5} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{25.5} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{7.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.304}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{191.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{51.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.50} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.00} \text{ mm}$$

Resistencia a tracción, compresión, flexión, pandeo y corte

La limitación de esbeltez, la resistencia a tracción y a compresión no es necesario comprobarlas debido a que no existen axiles de compresión ni de tracción tal como indica el CTE DB SE-A.

La resistencia a flexión del eje Y debe satisfacer (según CTE DB SE-A):

$$\eta : \underline{0.947} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.897, 36.000, 6.075, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

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

$$M_{v,Ed}^+ : \underline{8.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{8.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_{eff} : \text{Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión. } W_{eff} : \underline{39.34} \text{ cm}^3$$

$$f_{yb} : \text{Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

La resistencia a pandeo de las alas superior e inferior no es necesario calcularlas ya que por un lado el pandeo lateral es nulo y además no existe momento flector. Tampoco es necesario calcular la resistencia a flexión en el eje Z, pues no existe momento flector.

La comprobación de resistencia a corte en Y no es necesario calcularlo pues no hay esfuerzo cortante, para Z se debe satisfacer (según CTE DB SE-A):

$$\eta : \underline{0.191} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.897, 36.000, 6.075, 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.

$$V_{Ed} : \underline{7.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{37.13} \text{ kN}$$

Donde:

$$h_w : \text{Altura del alma.} \quad h_w : \underline{195.95} \text{ mm}$$

$$t : \text{Espesor.} \quad t : \underline{2.00} \text{ mm}$$

$$\phi : \text{Ángulo que forma el alma con la horizontal.} \quad \phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

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

$$f_{bv} : \underline{99.47} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.13}$$

Donde:

$$f_{yb} : \text{Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$E : \text{Módulo de elasticidad.} \quad E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(270^\circ)$ H1 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa.

II. CORREAS LATERALES

En este anejo se realizarán todas las comprobaciones para las correas laterales, estas correas están formadas por un perfil IPE, por lo tanto será necesario calcular aquella que sea la más desfavorable.

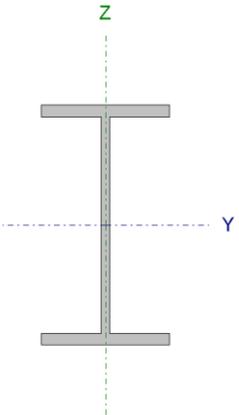
Para las correas de cubierta se utiliza un perfil IPE 120, con una separación de 1,20 m y el acero que utilizaremos es el S275 cuyas características se han detallado en la memoria. Para los parámetros de cálculo, se tiene que cumplir que la flecha límite sea de $L/300$. Por último se realizará una fijación rígida.

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 120	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.20 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Realizando la comprobación de resistencia (más adelante detallada) comprobamos que el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento del 32,45%

Las características para la barra más desfavorables son las siguientes:

Perfil: IPE 120 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_v^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
	0.000, 6.000, 0.600	0.000, 0.000, 0.600	6.000	13.20	318.00	27.70	1.74
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L_K	0.000	6.000	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	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							

Los detalles de cálculo son los siguientes:

Abolladura del alma

Se debe satisfacer:

$$24.41 \leq 248.01 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{107.40} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.40} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{4.73} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{4.03} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

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

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción, compresión, flexión, pandeo y corte

La limitación de esbeltez, la resistencia a tracción y a compresión no es necesario calcularlos pues no hay tales axiles en las correas laterales.

Para la resistencia a flexión, tenemos que para el eje Y se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.325} \quad \checkmark$$

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 3.000 m del nudo 0.000, 6.000, 0.600, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{5.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{15.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{60.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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. γ_{M0} : 1.05

La resistencia a pandeo lateral no es necesario calcularla pues las longitudes de pandeo lateral son nulas, además al no existir momento flector, la resistencia a flexión del eje Z tampoco es necesario comprobarla.

Para la resistencia a corte Z, se debe satisfacer:

 η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.600, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H2.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.83 kN

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

 $V_{c,Rd}$: 79.84 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 5.28 cm²

Siendo:

 h : Canto de la sección. h : 120.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 4.40 mm 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. γ_{M0} : 1.05

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

 $24.41 < 64.71$ ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 24.41 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

La comprobación de resistencia a corte Y no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados

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 $V_{c,Rd}$.

$$2.19 \text{ kN} \leq 39.92 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.000 m del nudo 0.000, 6.000, 0.600, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H2$.

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

V_{Ed} : 2.19 kN

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

$V_{c,Rd}$: 79.84 kN

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones de flecha con un aprovechamiento del 97,01%.

III. PÓRTICO INTERIOR

1. Introducción

En este anejo se realizarán las comprobaciones de los elementos del pórtico interior. Para ello, en este caso, sólo es necesario comprobar una de las jácenas, un pilar del pórtico y las uniones de los mismos. Pues el resto será igual al ser simétrica la estructura.

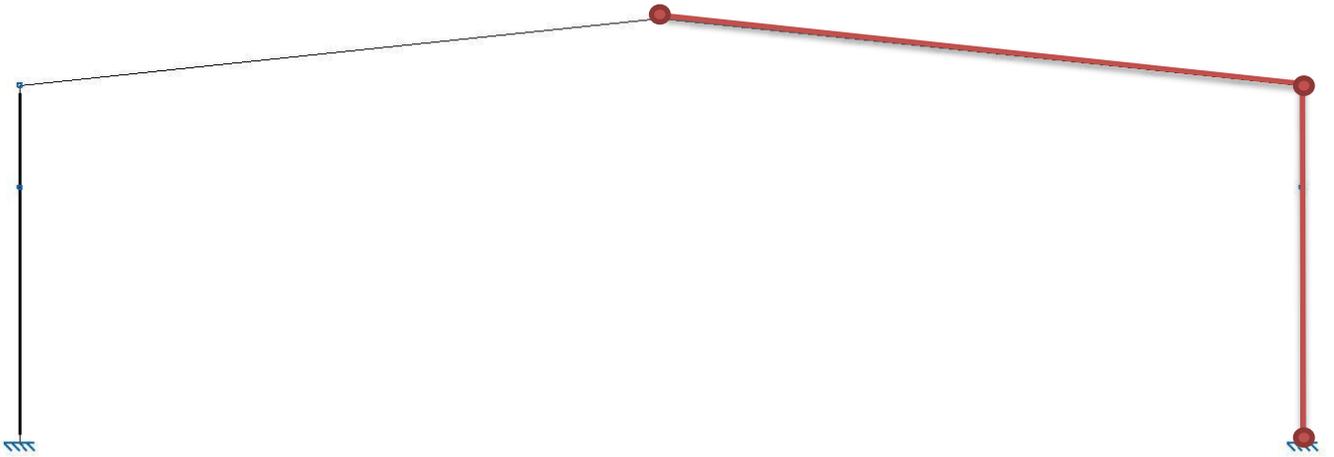


Figura 1. Detalle pórtico interior

2. GEOMETRÍA

2.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N22	20.000	0.000	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	20.000	12.500	8.314	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.2. Barras

2.2.1. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N21/N69	N21/N22	IPE 400 (IPE)	-	5.000	-	0.70	1.80	-	-
		N69/N22	N21/N22	IPE 400 (IPE)	-	1.819	0.181	1.00	4.50	-	-
		N22/N25	N22/N25	IPE 400 (IPE)	0.202	12.367	-	0.00	1.91	-	-

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.2.2. Características mecánicas

A continuación se detallan las características mecánicas de los elementos que vamos a calcular más adelante.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N21/N22 y N22/N25

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 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10
<p><i>Notación:</i> 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>									

3. RESULTADOS

3.1. Barras

3.1.1. Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N21/N22	6.819	0.98	6.637	21.00	6.819	1.95	6.819	30.96
	6.819	L/(>1000)	6.637	L/324.7	6.819	L/(>1000)	6.273	L/326.9
N22/N25	4.328	0.00	7.420	19.91	4.328	0.00	7.420	24.83
	-	L/(>1000)	8.038	L/593.7	-	L/(>1000)	8.657	L/596.7

3.1.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	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		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N21/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 6.3$	x: 0 m $\eta = 40.9$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 44.5$
N69/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	x: 1.819 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 1.819 m $\eta = 61.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.819 m $\eta = 64.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 64.2$
N22/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	x: 12.569 m $\eta = 1.3$	x: 0.202 m $\eta = 8.5$	x: 0.202 m $\eta = 60.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.202 m $\eta = 11.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.202 m $\eta = 63.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 63.1$

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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4. UNIONES

4.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

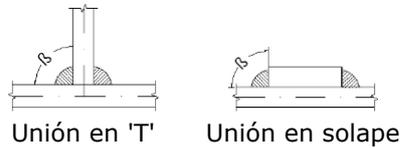
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

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

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

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

c) Cordones de soldadura en ángulo:

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

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

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

4.2. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	3480
			6	3209
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	340
			4	1392
			6	1352

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	375x85x14	14.01
	Chapas	1	328x384x9	8.92
		1	210x430x14	9.92
	Total			

IV. PÓRTICO DE FACHADA

1. Introducción

En este anejo se realizarán las comprobaciones de los elementos del pórtico de fachada. Para este pórtico es suficiente con calcular una jácena, el pilar central (pues es el más desfavorable), las uniones marcadas y una de las diagonales de la cruz de San Andrés.

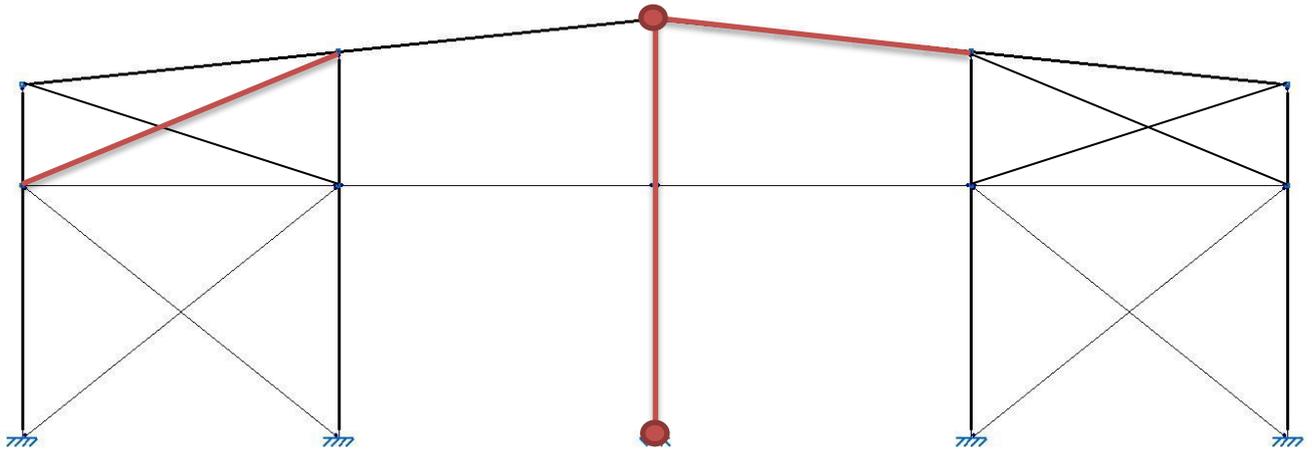


Figura 1. Detalle pórtico de fachada

2. GEOMETRÍA

2.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N5	0.000	12.500	8.314	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N50	0.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

2.2. Barras

2.2.1. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N53/N5	N4/N5	IPE 200 (IPE)	0.046	6.238	-	0.00	1.00	-	-
		N50/N60	N50/N5	IPE 200 (IPE)	-	5.000	-	0.70	1.12	-	-
		N60/N5	N50/N5	IPE 200 (IPE)	-	3.314	-	1.00	1.69	-	-
		N1/N58	N1/N58	L 90 x 90 x 8 (L)	-	8.004	-	0.00	0.00	-	-

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.2.2. Características mecánicas

A continuación se detallan las características mecánicas de los elementos que vamos a calcular más adelante.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N5 y N50/N5
2	N1/N58

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.98
		2	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94

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.

3. RESULTADOS

3.1. Nudos

3.1.1. Reacciones

Referencias:

R_x, R_y, R_z: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
 M_x, M_y, M_z: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

3.1.1.1. Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		R _x (kN)	R _y (kN)	R _z (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)
N50	Peso propio	-0.213	0.002	14.428	0.00	-1.77	0.00
	Q	-0.248	0.000	4.832	0.00	-2.06	0.00
	V(0°) H1	18.082	0.054	2.108	-0.09	32.03	0.00
	V(0°) H2	17.982	0.131	2.907	-0.21	31.19	0.00
	V(90°) H1	-15.717	0.000	-12.583	0.00	-24.87	0.00
	V(180°) H1	18.082	-0.053	2.103	0.08	32.03	0.00
	V(180°) H2	17.982	-0.130	2.878	0.21	31.19	0.00
	V(270°) H1	7.099	0.000	-2.693	0.00	13.68	0.00
	N(EI)	-0.127	0.000	2.481	0.00	-1.06	0.00
	N(R) 1	-0.095	-0.010	1.858	0.02	-0.79	0.00
	N(R) 2	-0.095	0.010	1.863	-0.02	-0.79	0.00

3.2. Barras

3.2.1. Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N4/N5	2.787	3.99	9.981	4.65	2.477	6.74	2.477	7.11
	2.787	L/(>1000)	9.981	L/(>1000)	2.477	L/(>1000)	9.981	L/(>1000)
N50/N5	4.688	7.74	4.688	25.17	4.688	15.20	4.688	44.58
	4.688	L/(>1000)	4.688	L/330.3	4.688	L/(>1000)	4.688	L/355.1
N1/N58	7.003	0.00	5.002	0.00	7.003	0.00	5.002	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

3.2.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z		M_tV_y
N53/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.046$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$x: 6.284$ m $\eta = 4.1$	$x: 0.046$ m $\eta = 5.4$	$x: 0.046$ m $\eta = 20.0$	$x: 0.046$ m $\eta = 6.5$	$x: 0.046$ m $\eta = 5.7$	$x: 0.046$ m $\eta = 0.3$	$x: 0.046$ m $\eta < 0.1$	$x: 0.046$ m $\eta < 0.1$	$x: 0.046$ m $\eta = 28.4$	$x: 0.046$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 28.4$
N50/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$x: 5$ m $\eta = 1.6$	$x: 0$ m $\eta = 14.3$	$x: 0$ m $\eta = 80.6$	$x: 5$ m $\eta = 6.0$	$x: 0$ m $\eta = 15.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 83.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 83.7$
N60/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$x: 3.314$ m $\eta = 2.0$	$x: 0$ m $\eta = 8.8$	$x: 0.207$ m $\eta = 43.4$	$x: 0$ m $\eta = 6.0$	$x: 3.314$ m $\eta = 8.6$	$\eta = 0.1$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 51.3$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 51.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N1/N58	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.1$

Notación:

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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4. UNIONES

Nota: Las uniones que no están correctamente definidas no se muestran en los listados.

4.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

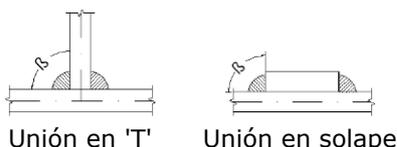
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.

- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

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

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

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

c) Cordones de soldadura en ángulo:

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

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

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

4.2. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	9396
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	1810
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	4121

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	300x400x15	84.78
	Rigidizadores pasantes	12	400/200x100/0x5	14.13
	Total			98.91
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	36	$\varnothing 16 - L = 351 + 155$	28.77
	Total			28.77

V. FACHADA LATERAL

1. Introducción

En este anejo realizaremos la comprobación de los elementos de la fachada lateral. Para ello sólo es necesario, en este caso, comprobar un trozo de viga contra viento, un montante y una diagonal del arriostramiento lateral y las uniones marcadas a continuación. Pues el resto de la estructura al ser simétrica será igual.

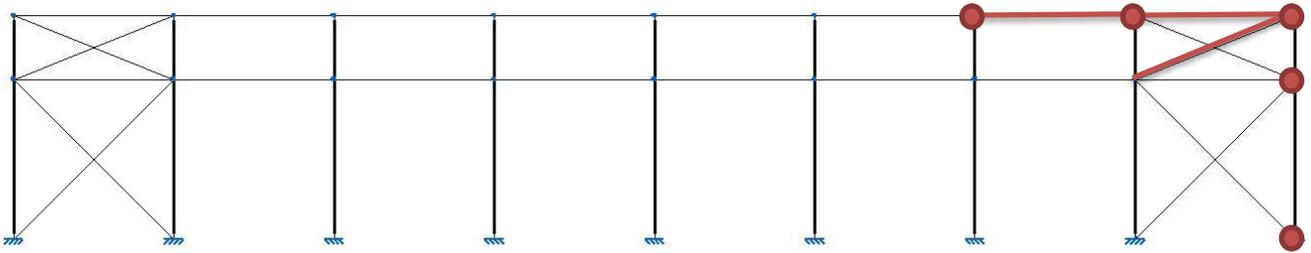


Figura 1. Detalle fachada lateral.

2. GEOMETRÍA

2.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N41	40.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N42	40.000	0.000	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	40.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.2. Barras

1.2.1. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N41/N57	N41/N42	IPE 200 (IPE)	-	4.955	0.045	0.70	0.70	-	-
		N57/N42	N41/N42	IPE 200 (IPE)	0.045	1.910	0.045	1.00	1.00	-	-
		N32/N37	N32/N37	IPE 160 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N36/N57	N36/N57	L 90 x 90 x 8 (L)	-	6.929	0.142	0.00	0.00	-	-
		N37/N42	N37/N42	#90x3 (Huecos cuadrados)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N57/N37	N57/N37	L 90 x 90 x 8 (L)	0.122	5.141	0.122	0.00	0.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.2.2- Características mecánicas

A continuación se detallan las características mecánicas de los elementos que vamos a calcular más adelante.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N41/N42
2	N32/N37
3	N36/N57 y N57/N37
4	N37/N42

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 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.98
		2	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
		3	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		4	#90x3, (Huecos cuadrados)	10.10	4.35	4.35	124.87	124.87	202.35
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.									

3. RESULTADOS

3.1. Nudos

3.1.1. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

3.1.1.1. Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N41	Peso propio	-0.193	0.162	10.528	0.00	-0.03	0.00
	Q	-0.301	0.135	3.418	0.01	-0.01	0.00
	V(0°) H1	-6.525	-8.601	-1.568	2.69	-5.92	0.00
	V(0°) H2	-6.531	-9.125	3.395	2.43	-5.93	0.00
	V(90°) H1	-1.860	2.322	13.827	-2.05	-1.94	0.00
	V(180°) H1	-2.926	1.372	5.399	-1.12	-2.67	0.00
	V(180°) H2	-2.927	1.205	6.541	-0.84	-2.67	0.00
	V(270°) H1	20.535	5.365	-23.138	-4.73	4.11	0.00
	N(EI)	-0.155	0.070	1.755	0.01	-0.01	0.00
	N(R) 1	-0.101	-0.024	1.067	0.04	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	N(R) 2	-0.130	0.021	1.566	-0.03	-0.01	0.00

3.1.1.2. Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N41	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-9.817	-13.364	-24.179	-7.12	-8.93	0.00
		Valor máximo de la envolvente	30.430	8.062	36.269	4.06	6.14	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.555	-8.802	-12.610	-4.76	-5.97	0.00
		Valor máximo de la envolvente	20.162	5.384	29.527	2.74	4.08	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

3.2. Barras

3.2.1. Flechas

Referencias:

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

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

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N41/N42	2.787	14.55	2.787	1.30	2.478	20.63	2.787	2.06	
	2.787	L/364.8	2.787	L(>1000)	2.787	L/365.0	2.787	L(>1000)	
N32/N37	2.500	0.00	2.500	0.70	1.563	0.00	4.688	0.00	
	-	L(>1000)	2.500	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	
N36/N57	3.898	0.00	4.764	0.00	4.764	0.00	6.063	0.00	
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	
N37/N42	1.563	0.13	2.813	1.16	1.563	0.24	2.813	0.30	
	1.563	L(>1000)	2.813	L(>1000)	1.563	L(>1000)	2.813	L(>1000)	
N57/N37	3.535	0.00	4.499	0.00	4.177	0.00	4.499	0.00	
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	

3.2.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}_w$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_z$	M_t	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N41/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	x: 4.955 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 19.4$	x: 0 m $\eta = 15.4$	x: 0 m $\eta = 60.9$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 72.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 72.1$
N57/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.045 m $\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	x: 1.955 m $\eta = 0.8$	x: 0.045 m $\eta = 2.2$	x: 0.045 m $\eta = 9.4$	x: 0.045 m $\eta = 38.0$	x: 0.045 m $\eta = 3.8$	x: 0.045 m $\eta = 1.9$	x: 0.045 m $\eta < 0.1$	x: 0.045 m $\eta < 0.1$	x: 0.045 m $\eta = 46.8$	x: 0.045 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 46.8$
N32/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 0.7$	x: 2.5 m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 5.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N37/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 29,9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3,8$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0,6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 34,5$	$\eta < 0,1$	$\eta = 4,0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\eta = 34,5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N36/N57	$\bar{\lambda} \leq 4,0$ Cumple	$\eta = 7,3$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7,3$
N57/N37	$\bar{\lambda} \leq 4,0$ Cumple	$\eta = 5,4$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5,4$

Notación:

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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4. UNIONES

4.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

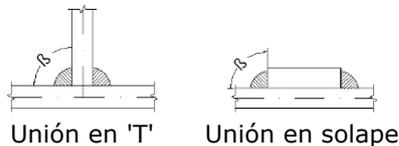
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

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

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

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

c) Cordones de soldadura en ángulo:

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

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

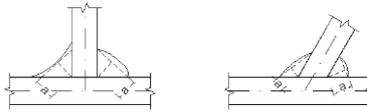
Donde $K = 1$.

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

4.2. Referencias y simbología

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las

superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

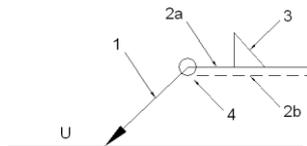


L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

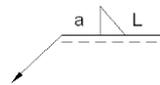
Método de representación de soldaduras

Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

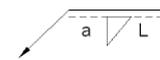


Referencias 1, 2a y 2b



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

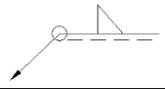
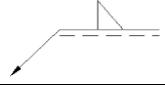
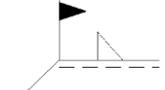
Referencia 3



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

4.3. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	352
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	664
			10	778

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	2	250x350x14	19.23
				Total
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 14 - L = 348 + 136$	4.68
				Total

VI. FALDONES DE CUBIERTA

1. Introducción

En este anejo se realizarán las comprobaciones de los elementos del faldón de cubierta. Para ellos sólo será necesario, en este caso, calcular las diagonales y uno de los montantes de la viga contra viento y la unión marcada en el dibujo. El resto será igual por la simetría de la estructura.

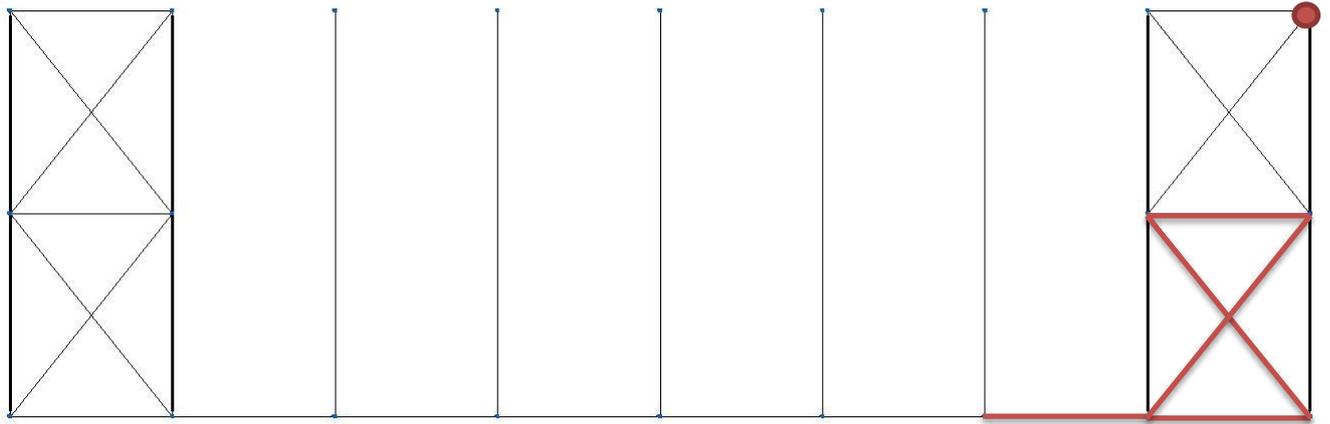


Figura 1. Detalle faldón de cubierta.

2. GEOMETRÍA

2.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N45	40.000	12.500	8.314	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.2. Barras

2.2.1. Características mecánicas

A continuación se detallan las características mecánicas de los elementos que vamos a comprobar más adelante.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N24/N29, N29/N34 y N34/N39
2	N39/N44
3	N39/N55

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 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
		2	#90x3, (Huecos cuadrados)	10.10	4.35	4.35	124.87	124.87	202.35
		3	L 100 x 100 x 8, (L)	15.50	7.36	7.36	144.80	144.80	3.28
<p><i>Notación:</i> 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>									

3. RESULTADOS

3.1. Barras

3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N24/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 0.7$	$x: 2.5$ m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 5.4$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N29/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 0.7$	$x: 2.5$ m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 5.4$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N34/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 0.7$	$x: 2.5$ m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 5.4$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N39/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 29.8$	$x: 0$ m $\eta = 3.8$	$x: 0$ m $\eta = 0.6$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 34.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.0$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 34.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N39/N55	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 9.0$

Notación:

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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

PRESUPUESTO

Obra: Proyecto Estructural de Proyecto Industrial Situado en Picassent

Presupuesto

% C.I. 3

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
PRESUPUESTO	Capítulo				241,938.24	241,938.24
A	Capítulo		Acondicionamiento del terreno		30,090.77	30,090.77
ADL010	Partida	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, 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.	1,200.000	1.84	2,208.00
mq09sie010	Maquinaria	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 3,2 CV de potencia.	0.021	3.00	0.06
mq01pan010a	Maquinaria	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	0.016	40.23	0.64
mo111	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0.066	15.92	1.05
%		%	Costes directos complementarios	2.000	1.75	0.04
			ADL010	1,200.000	1.84	2,208.00
ADE001	Partida	m ³	Excavación a cielo abierto en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	107.280	30.60	3,282.77
mo111	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	1.830	15.92	29.13
%		%	Costes directos complementarios	2.000	29.13	0.58
			ADE001	107.280	30.60	3,282.77
ANS010	Partida	m ²	Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-30/B/20/I+Qa fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.	1,200.000	20.50	24,600.00
mt10hmf010eo	Material	m ³	Hormigón HM-30/B/20/I+Qa, fabricado en central, con cemento MR.	0.105	100.22	10.52
mt16pea020b	Material	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	0.050	1.34	0.07
mt14sja020	Material	m	Masilla bicomponente, resistente a hidrocarburos y aceites, para sellado de juntas de retracción en soleras de hormigón.	0.800	1.02	0.82
mq04dua020b	Maquinaria	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0.021	9.27	0.19
mq06vib020	Maquinaria	h	Regla vibrante de 3 m.	0.086	4.67	0.40
mq06fra010	Maquinaria	h	Fratasadora mecánica de hormigón.	0.562	5.07	2.85
mq06cor020	Maquinaria	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	0.102	9.50	0.97

mo019	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción.	0.089	17.24	1.53
mo075	Mano de obra	h	Ayudante construcción.	0.089	16.13	1.44
mo111	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0.045	15.92	0.72
%		%	Costes directos complementarios	2.000	19.51	0.39
ANS010				1,200.000	20.50	24,600.00
A					30,090.77	30,090.77
C	Capítulo	Cimentaciones			16,510.79	16,510.79
CR	Capítulo	Regularización			1,529.15	1,529.15
CRL030	Partida	m²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.	160.120	9.55	1,529.15
mt10hmf011bb	Material	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	0.105	64.27	6.75
mo044	Mano de obra	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0.067	18.10	1.21
mo090	Mano de obra	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0.067	16.94	1.13
%		%	Costes directos complementarios	2.000	9.09	0.18
CRL030				160.120	9.55	1,529.15
CR					1,529.15	1,529.15
CS	Capítulo	Superficiales			13,409.40	13,409.40
CSZ030	Partida	m³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 30,1 kg/m³.	97.886	136.99	13,409.40
mt07aco020a	Material	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	8.000	0.13	1.04
mt07aco010c	Material	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	30.096	1.00	30.10
mt10haf010nea	Material	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1.100	76.88	84.57
mo041	Mano de obra	h	Oficial 1ª estructurista.	0.419	18.10	7.58
mo087	Mano de obra	h	Ayudante estructurista.	0.419	16.94	7.10
%		%	Costes directos complementarios	2.000	130.39	2.61
CSZ030				97.886	136.99	13,409.40
CS					13,409.40	13,409.40
CA	Capítulo	Arriostramientos			1,572.24	1,572.24
CAV030	Partida	m³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 71,8 kg/m³.	9.400	167.26	1,572.24
mt07aco020a	Material	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	10.000	0.13	1.30

mt07aco010c	Material	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	71.804	1.00	71.80
mt10haf010nea	Material	m³	Hormigón HA-25/B/20/Ila, fabricado en central.	1.050	76.88	80.72
mt11var300	Material	m	Tubo de PVC liso para pasatubos, varios diámetros.	0.020	6.50	0.13
mo041	Mano de obra	h	Oficial 1ª estructurista.	0.150	18.10	2.72
mo087	Mano de obra	h	Ayudante estructurista.	0.150	16.94	2.54
%		%	Costes directos complementarios	2.000	159.21	3.18
			CAV030	9.400	167.26	1,572.24
			CA		1,572.24	1,572.24
			C		16,510.79	16,510.79
E	Capítulo		Estructuras		66,482.23	66,482.23
EA	Capítulo		Acero		66,482.23	66,482.23
EAM040	Partida	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, con uniones soldadas en obra.	839.740	2.25	1,889.42
mt07ala010h	Material	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	1.050	0.99	1.04
mt27pfi010	Material	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0.050	4.80	0.24
mq08sol020	Maquinaria	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.016	3.10	0.05
mo046	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0.023	18.10	0.42
mo092	Mano de obra	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0.023	16.94	0.39
%		%	Costes directos complementarios	2.000	2.14	0.04
			EAM040	839.740	2.25	1,889.42
EAM040b	Partida	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.	23,857.380	2.25	53,679.11
mt07ala010h	Material	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	1.050	0.99	1.04
mt27pfi010	Material	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0.050	4.80	0.24
mq08sol020	Maquinaria	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.016	3.10	0.05
mo046	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0.023	18.10	0.42
mo092	Mano de obra	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0.023	16.94	0.39
%		%	Costes directos complementarios	2.000	2.14	0.04
			EAM040b	23,857.380	2.25	53,679.11

EAM040c	Partida	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.	3,349.520	2.25	7,536.42
mt07ala010h	Material	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	1.050	0.99	1.04
mt27pfi010	Material	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0.050	4.80	0.24
mq08sol020	Maquinaria	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.016	3.10	0.05
mo046	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0.023	18.10	0.42
mo092	Mano de obra	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0.023	16.94	0.39
%		%	Costes directos complementarios	2.000	2.14	0.04
			EAM040c	3,349.520	2.25	7,536.42
EAS030	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 15 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 54,0398 cm de longitud total, soldados.	10.000	88.64	886.40
mt07ala011d	Material	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales.	18.055	1.34	24.19
mt07aco010c	Material	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	30.705	1.00	30.71
mo046	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0.841	18.10	15.22
mo092	Mano de obra	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0.841	16.94	14.25
%		%	Costes directos complementarios	2.000	84.37	1.69
			EAS030	10.000	88.64	886.40
EAS030b	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x600 mm y espesor 22 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 98,6248 cm de longitud total, soldados.	14.000	177.92	2,490.88
mt07ala011d	Material	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales.	52.493	1.34	70.34
mt07aco010c	Material	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	38.916	1.00	38.92
mo046	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	1.715	18.10	31.04
mo092	Mano de obra	h	Ayudante montador de estructura metálica.	1.715	16.94	29.05
%		%	Costes directos complementarios	2.000	169.35	3.39
			EAS030b	14.000	177.92	2,490.88
			EA		66,482.23	66,482.23
			E		66,482.23	66,482.23

F	Capítulo		Fachadas		35,815.11	35,815.11
FLA010	Partida	m²	Cerramiento de fachada formado por paneles de chapa perfilada nervada de acero S320 GD galvanizado de 0,6 mm espesor y 30 mm altura de cresta.	532.750	21.08	11,230.37
mt13ccg100a	Material	m²	Chapa perfilada nervada de acero UNE-EN 10346 S320 GD galvanizado de 0,6 mm espesor y 30 mm altura de cresta.	1.050	6.26	6.57
mt13ccg020e	Material	m²	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,6 mm, desarrollo 500 mm.	0.340	4.45	1.51
mt13ccg030d	Material	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	1.500	0.50	0.75
mt13ccg040	Material	m	Junta de estanqueidad para chapas de acero.	0.420	0.90	0.38
mt13ccg030f	Material	Ud	Tornillo autorroscante de 4,2x13 mm de acero inoxidable, con arandela.	2.050	0.05	0.10
mq08sol020	Maquinaria	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.109	3.10	0.34
mo050	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0.307	17.82	5.47
mo096	Mano de obra	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0.307	16.13	4.95
%		%	Costes directos complementarios	2.000	20.07	0.40
			FLA010	532.750	21.08	11,230.37
FDG010	Partida	Ud	Puerta seccional para garaje, formada por panel acanalado de aluminio relleno de poliuretano, 300x250 cm, acabado en blanco, apertura manual.	1.000	1,436.98	1,436.98
mt26pgs010f	Material	Ud	Puerta seccional para garaje, formada por panel acanalado de aluminio relleno de poliuretano, 300x250 cm, acabado en blanco, incluso complementos. Según UNE-EN 13241-1.	1.000	1,280.08	1,280.08
mo019	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción.	0.784	17.24	13.52
mo111	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0.784	15.92	12.48
mo017	Mano de obra	h	Oficial 1ª cerrajero.	1.830	17.52	32.06
mo057	Mano de obra	h	Ayudante cerrajero.	1.830	16.19	29.63
%		%	Costes directos complementarios	2.000	1,367.77	27.36
			FDG010	1.000	1,436.98	1,436.98
FCL060	Partida	Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, abisagrada practicable de apertura hacia el interior, de 100x100 cm, serie básica, formada por dos hojas, y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	16.000	335.56	5,368.96
mt25pem015a	Material	m	Premarco de aluminio de 30x20x1,5 mm, ensamblado mediante escuadras y provisto de patillas para la fijación del mismo a la obra.	4.000	3.38	13.52

mt25pfx010a	Material	m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de marco de ventana, gama básica, incluso junta central de estanqueidad, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	4.000	4.80	19.20
mt25pfx020a	Material	m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de hoja de ventana, gama básica, incluso juntas de estanqueidad de la hoja y junta exterior del acristalamiento, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	5.700	6.26	35.68
mt25pfx030a	Material	m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de junquillo, gama básica, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	4.980	1.96	9.76
mt25pfx035a	Material	m	Perfil de aluminio anodizado natural, para conformado de inversora, gama básica, incluso junta central de estanqueidad, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).	0.890	4.96	4.41
mt15sja100	Material	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0.140	3.13	0.44
mt25pfx200eb	Material	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana practicable de apertura hacia el interior de dos hojas.	1.000	18.75	18.75
mt25pco015aa	Material	m ²	Persiana de lamas enrollables de PVC, accionamiento manual mediante cinta y recogedor, en carpintería de aluminio, incluso compacto incorporado (monoblock). Según UNE-EN 13659.	1.100	20.63	22.69
mt25pfx170h	Material	m	Guía de persiana de aluminio anodizado natural, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD) que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado.	2.000	7.10	14.20
mo017	Mano de obra	h	Oficial 1ª cerrajero.	5.336	17.52	93.49
mo057	Mano de obra	h	Ayudante cerrajero.	5.390	16.19	87.26
%		%	Costes directos complementarios	2.000	319.40	6.39
			FCL060	16.000	335.56	5,368.96
FPP020	Partida	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, montaje horizontal.	260.000	68.38	17,778.80
mt12pph010ac	Material	m ²	Panel prefabricado, liso, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, para formación de cerramiento.	1.000	43.72	43.72
mt12pph011	Material	kg	Masilla caucho-asfáltica para sellado en frío de juntas de paneles prefabricados de hormigón.	1.000	1.96	1.96
mt50spa050k	Material	m ³	Tablón de madera de pino, dimensiones 20x7,2 cm.	0.002	305.00	0.61
mt50spa081a	Material	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	0.040	13.37	0.53

mq07gte010c	Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0.153	67.00	10.25
mo049	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.	0.236	17.82	4.21
mo095	Mano de obra	h	Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.	0.236	16.13	3.81
%		%	Costes directos complementarios	2.000	65.09	1.30
			FPP020	260.000	68.38	17,778.80
			F		35,815.11	35,815.11
Q	Capítulo		Cubiertas		51,564.00	51,564.00
QTA010	Partida	m²	Cubierta inclinada de panel sándwich lacado+aislante+galvanizado de 30 mm de espesor, con una pendiente mayor del 10%.	1,200.000	42.97	51,564.00
mt13dgc010a	Material	m²	Panel sándwich (lacado+aislante+galvanizado), espesor total 30 mm.	1.100	25.90	28.49
mt13ccg020h	Material	m²	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 250 mm.	0.300	3.78	1.13
mt13ccg020k	Material	m²	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 500 mm.	0.200	5.20	1.04
mt13ccg020l	Material	m²	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 750 mm.	0.150	7.09	1.06
mt13ccg030d	Material	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	3.000	0.50	1.50
mo050	Mano de obra	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0.226	17.82	4.03
mo096	Mano de obra	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0.226	16.13	3.65
%		%	Costes directos complementarios	2.000	40.90	0.82
			QTA010	1,200.000	42.97	51,564.00
			Q		51,564.00	51,564.00
P	Capítulo		Particiones		41,475.34	41,475.34
PTS020	Partida	m²	Partición interior para separación entre recinto habitable y cualquier otro habitable, realizada mediante el sistema "DBBLOK", formada por una hoja de fábrica de 15,5 cm de espesor de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, de 25x15,5x10 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5, revestida por ambas caras con 15 mm de yeso de construcción B1, proyectado, acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6.	775.530	53.48	41,475.34
mt04hdb020a	Material	Ud	Ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, de 25x15,5x10 cm.	35.000	0.33	11.55

mt09mor010d	Material	m³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m³ de cemento y una proporción en volumen 1/5.	0.021	122.30	2.57
mt09pye010c	Material	m³	Pasta de yeso de construcción para proyectar mediante mezcladora-bombeadora B1, según UNE-EN 13279-1.	0.030	94.66	2.84
mt28vye010	Material	m	Guardavivos de plástico y metal, estable a la acción de los sulfatos.	0.215	0.35	0.08
mt09pye010a	Material	m³	Pasta de yeso para aplicación en capa fina C6, según UNE-EN 13279-1.	0.003	88.58	0.27
mq06pym010	Maquinaria	h	Mezcladora-bombeadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m³/h.	0.200	7.96	1.59
mo020	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.	0.691	17.24	11.91
mo112	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.	0.346	15.92	5.51
mo032	Mano de obra	h	Oficial 1ª yesero.	0.576	17.24	9.93
mo069	Mano de obra	h	Ayudante yesero.	0.288	16.13	4.65
%		%	Costes directos complementarios	2.000	50.90	1.02
			PTS020	775.530	53.48	41,475.34
			P		41,475.34	41,475.34
			PRESUPUESTO		241,938.24	241,938.24



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



1. Situación y emplazamiento.

2. Replanteo.

3. Cimentación.

3.1. *Cimentación. Planta.*

3.2. *Cimentación. Detalles.*

- Despiece zapatas y vigas de atado.
- Placas de anclaje.

4. Estructura.

4.1. *Estructura. 3D.*

4.2. *Estructura. Pórticos de Fachada.*

4.3. *Estructura. Pórtico Interior.*

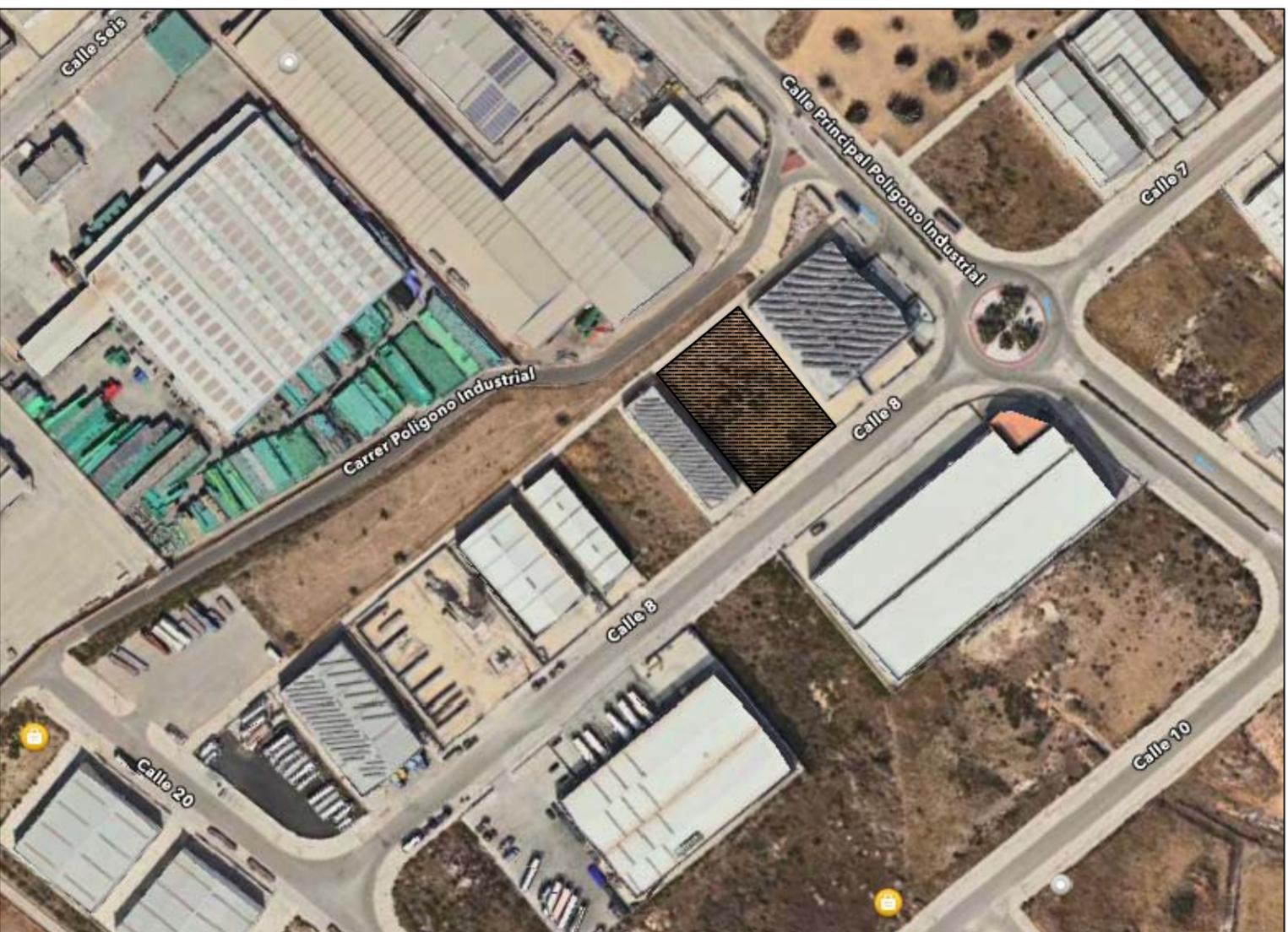
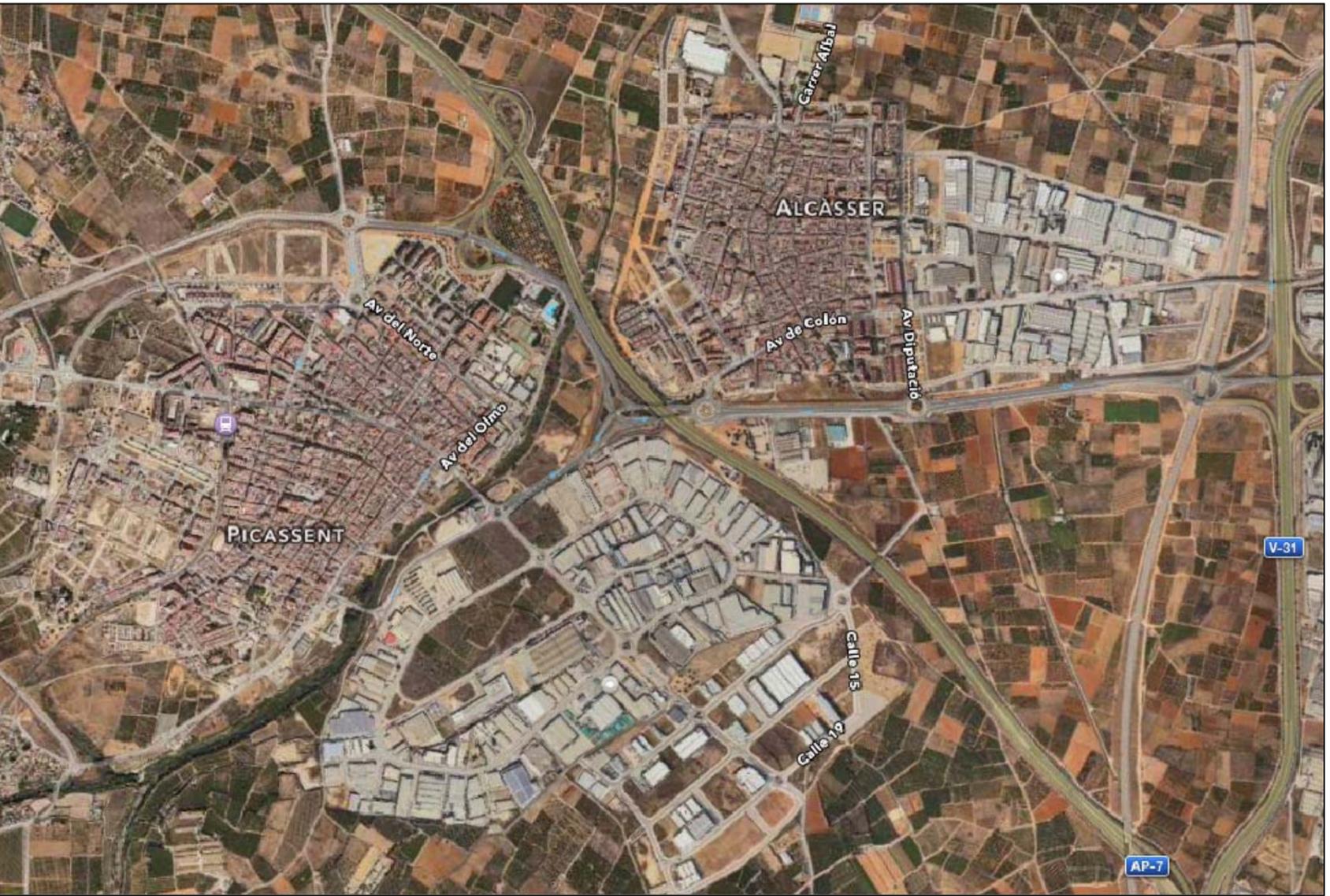
4.4. *Estructura. Detalles Pórtico Interior.*

4.5. *Estructura. Cubierta y Fachada Lateral.*

5. Cerramientos

5.1. *Cerramientos. Fachada*

5.2. *Cerramientos. Cubierta y Fachada Lateral.*



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS
INDUSTRIALES

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO
INDUSTRIAL DE 1000 m² SITUADO EN
PICASSENT

Plano: Situación y Emplazamiento.

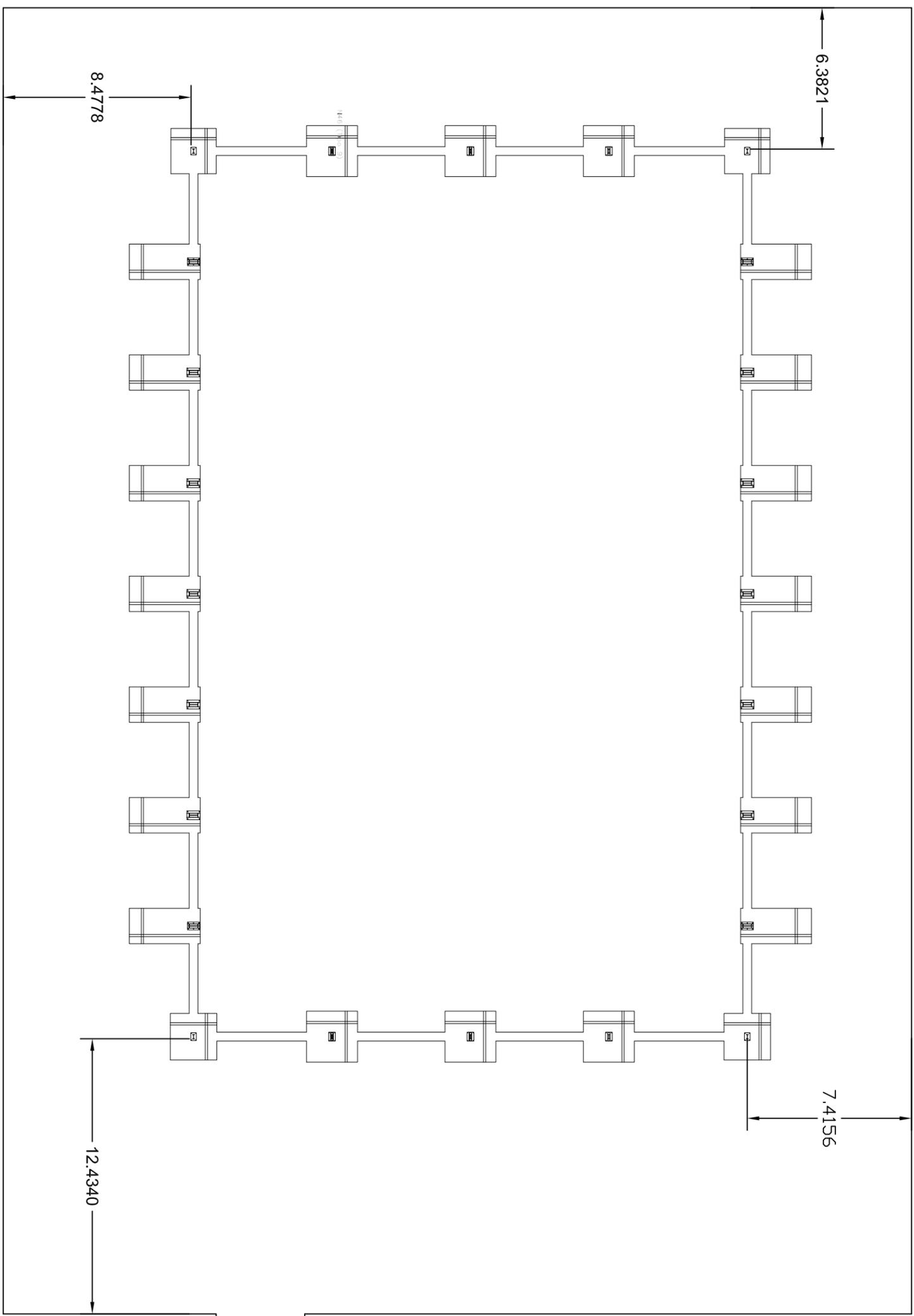
Autor:
Pablo Reig Montesinos

Fecha:
Septiembre 2015

Escala:
Sin escala

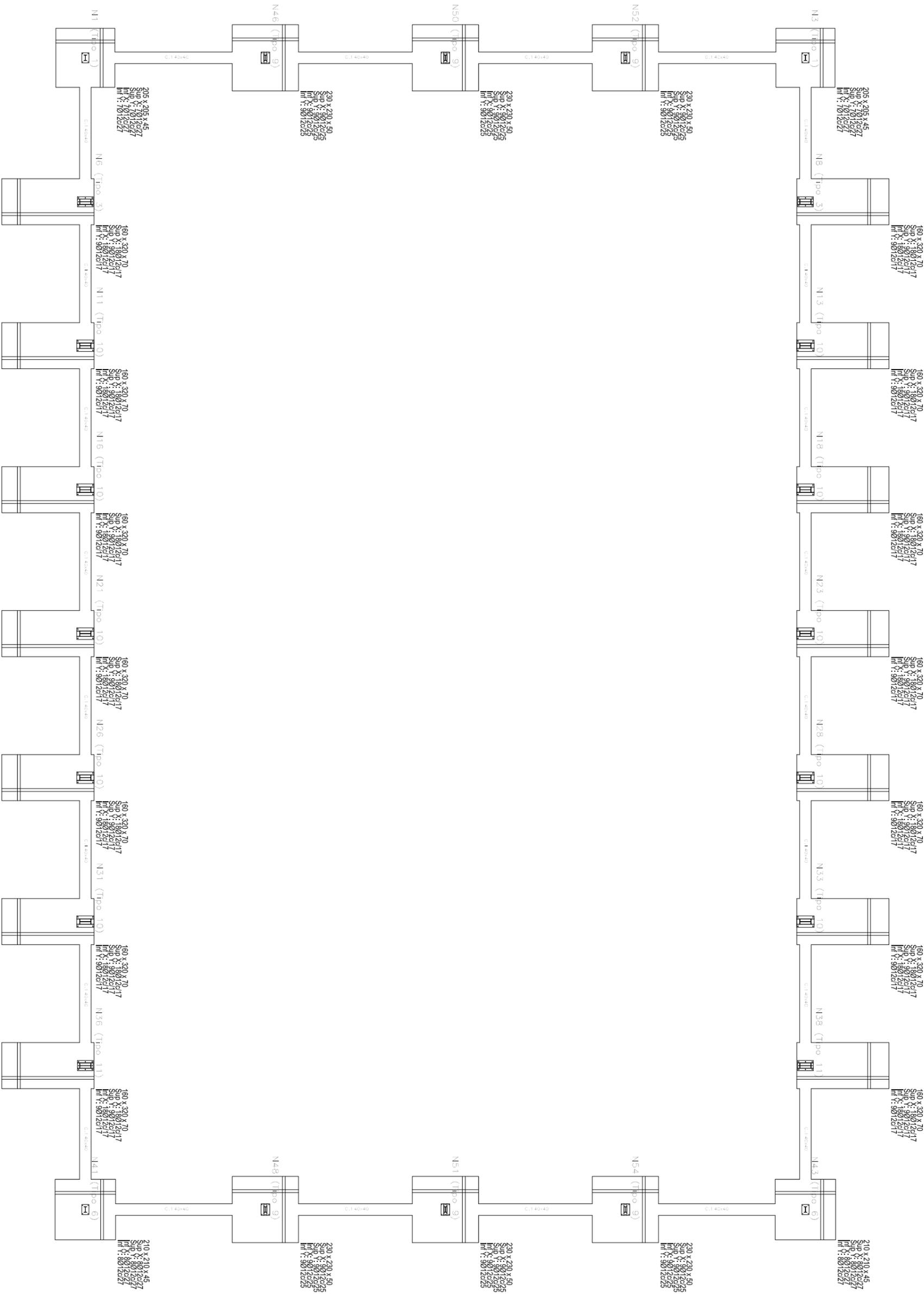
Nº Plano:

1



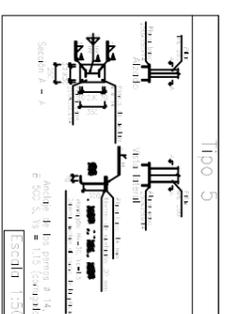
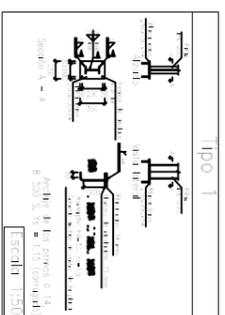
Calle 8

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES	Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1000 m² SITUADO EN PICASSENT	Plano: Replanteo	Fecha: Septiembre 2015	Nº Plano: 2
			Autor: Pablo Reig Montesinos	Escala: 1:100	

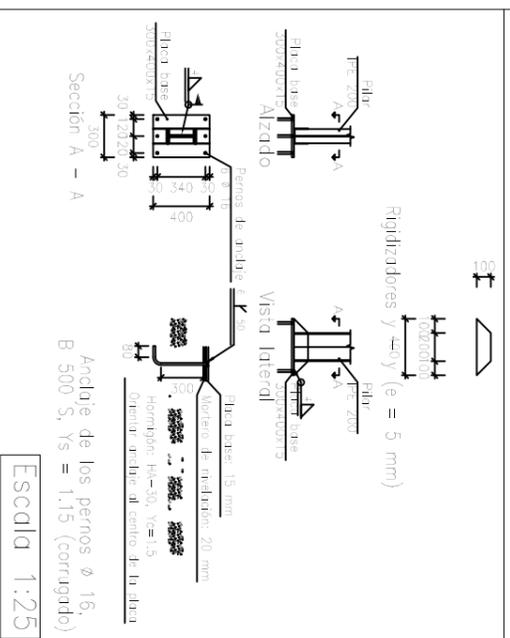


CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencia	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Anchura inf. X	Anchura inf. Y	Anchura sup. X	Anchura sup. Y
N1 y N3	205x205	45	7ø12c/27	7ø12c/27	7ø12c/27	7ø12c/27
N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36	160x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N8, N13, N18, N23, N28, N33 y N38	160x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N41 y N43	210x210	45	8ø12c/27	8ø12c/27	8ø12c/27	8ø12c/27
N46, N48, N50, N51, N52 y N54	230x230	50	9ø12c/25	9ø12c/25	9ø12c/25	9ø12c/25

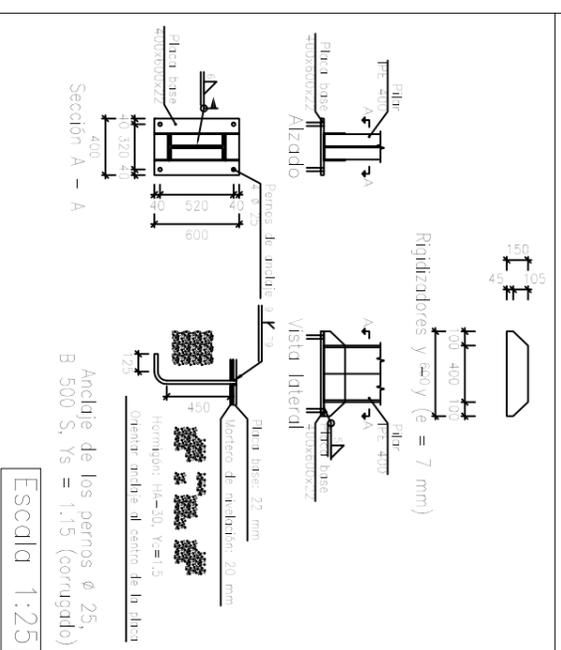
Corte de arranques		
Referencias	Pernos de Fijas de Anclaje	Dimensión de Fijas de Anclaje
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36	4 Pernos ø 25	Fijca base (400x600x22)
N3, N1, N41 y N43	4 Pernos ø 14	Fijca base (250x350x14)
N52, N50, N46, N48, N51 y N54	6 Pernos ø 16	Fijca base (300x400x16)



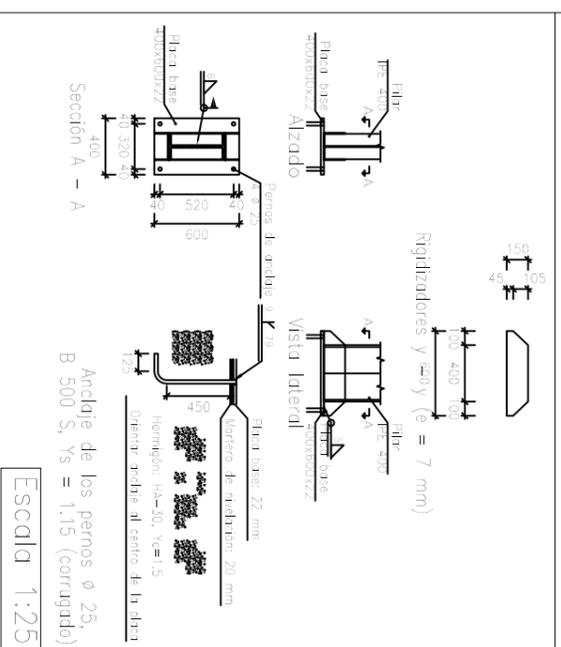
Tipo 7



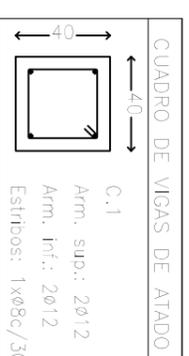
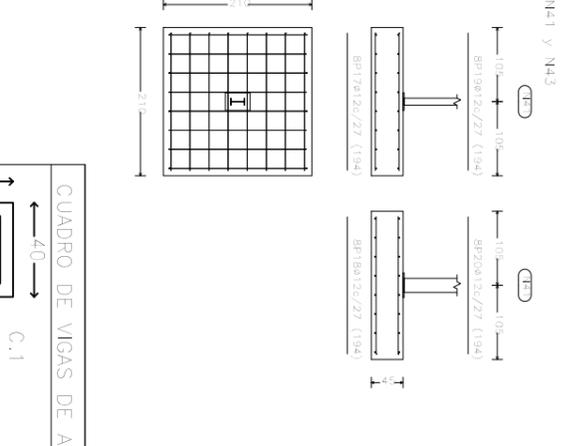
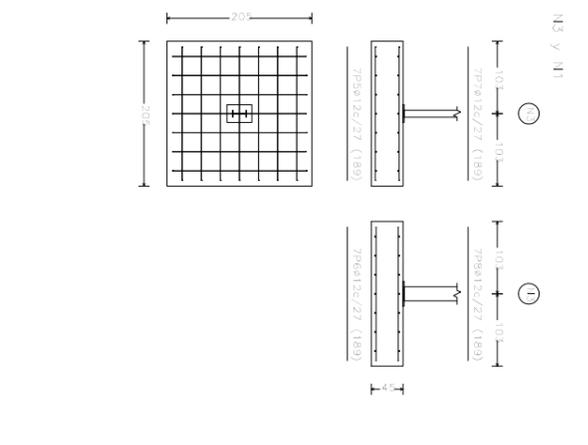
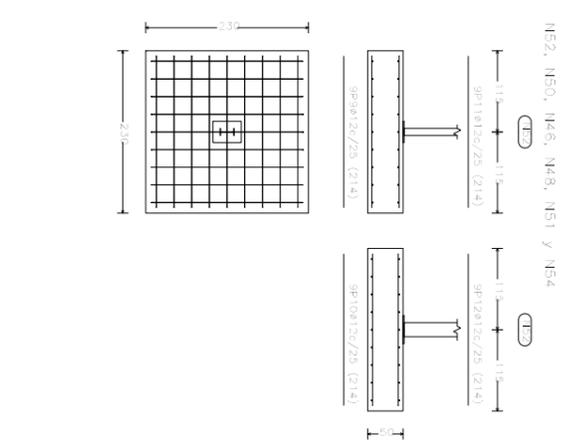
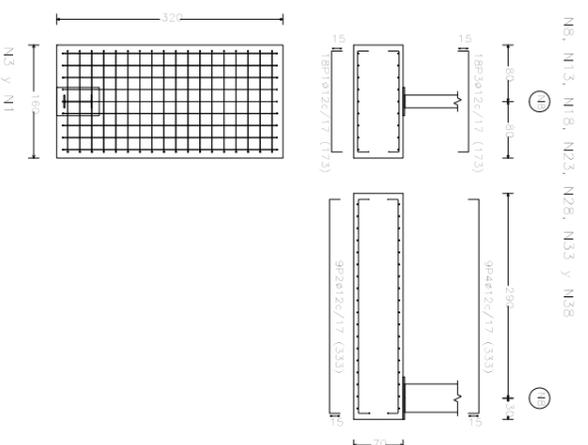
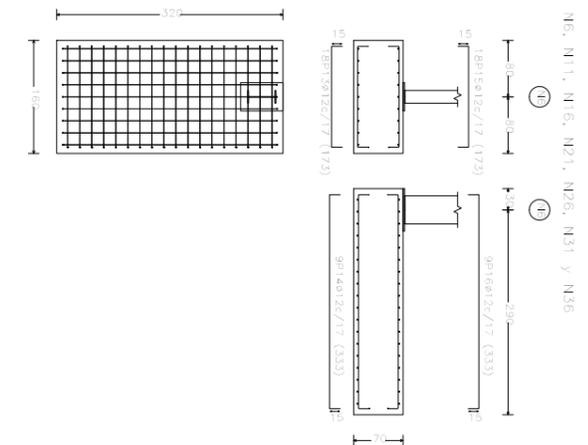
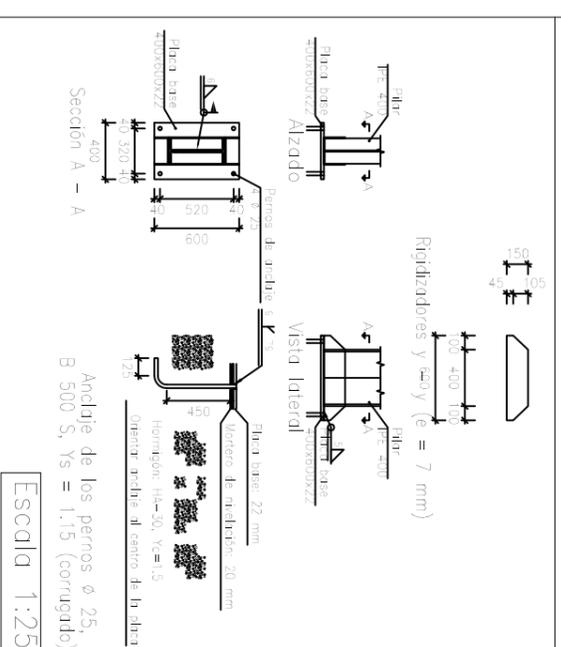
Tipo 8



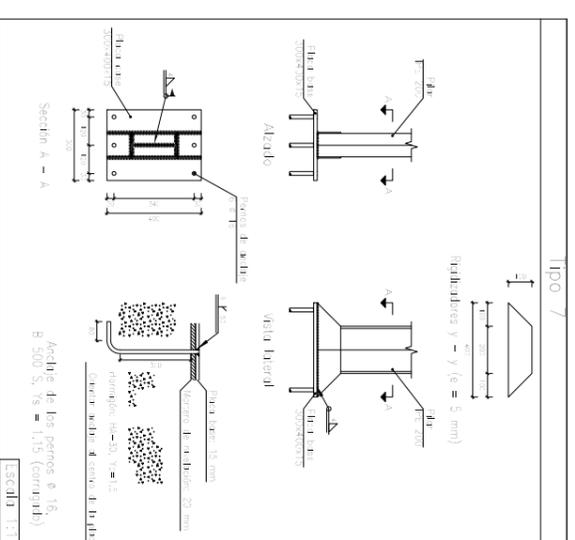
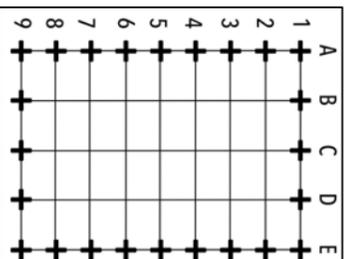
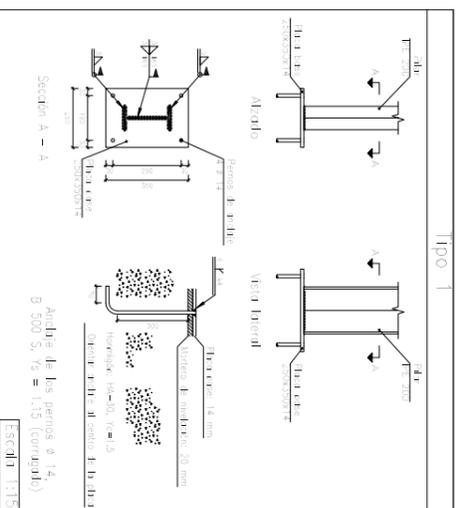
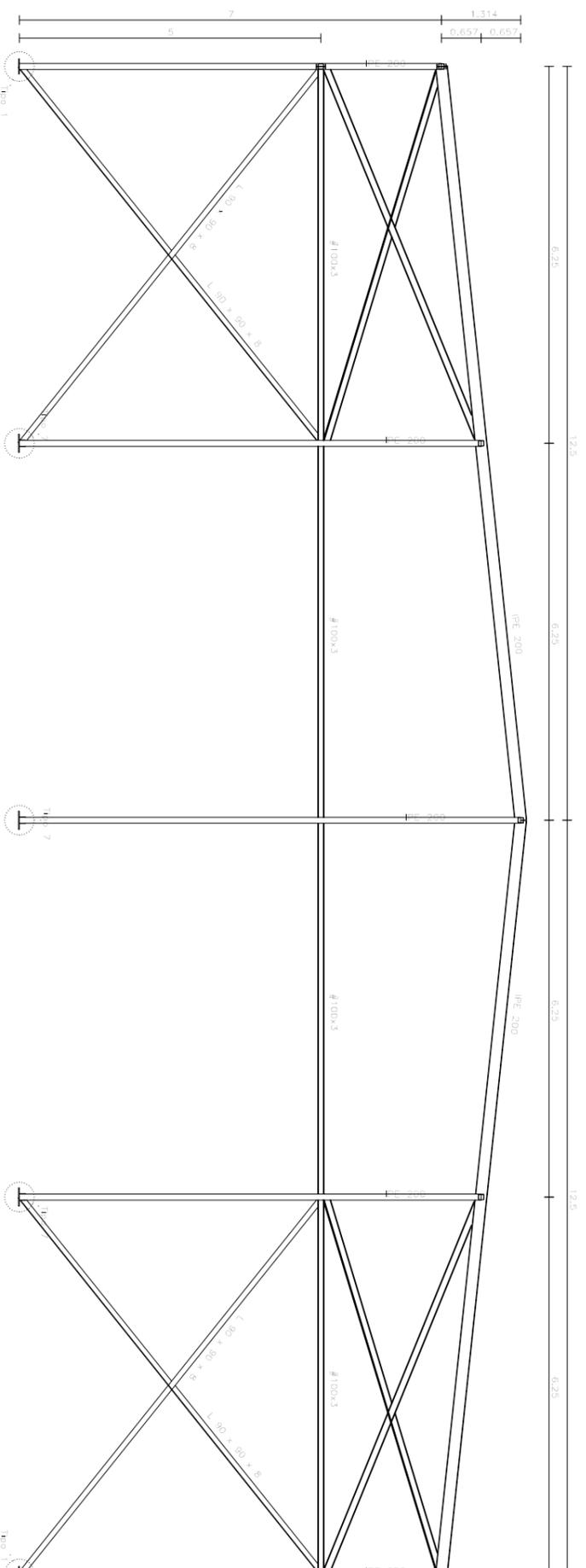
Tipo 9



Tipo 2



Alineación 1 y 9



Alineación 2-7

