



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación**

**Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Diseño y cálculo estructural de un hangar en el aeropuerto de  
Málaga**

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Noemí Martínez Rodríguez

Tutor: Antonia María Lima Rodríguez

Cotutor: María Eugenia Parrón Rubio

MÁLAGA, 23 junio de 2.025





## *Resumen*

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el diseño estructural de un hangar para aviones, considerando criterios de resistencia, eficiencia de materiales y cumplimiento normativo. Se analizará la tipología estructural de vigas de sección variable evaluando su comportamiento mediante el programa CYPE 3D. Además, se estudiarán aspectos como la cimentación, distribución de cargas y la disposición estructural más adecuada para optimizar la seguridad y funcionalidad del hangar. Los resultados y análisis permitirán desarrollar un diseño estructural eficiente y viable, cumpliendo con las exigencias características del sector aeronáutico.

## *Palabras Clave*

Diseño estructural, Hangar, Resistencia de Materiales, Estructuras Metálicas, Modelado y simulación, Aeropuertos, Presupuesto





## Abstract

This Final Degree Project aims to develop the structural design of an aircraft hangar, considering criteria such as load-bearing capacity, material efficiency, and regulatory compliance. The study will focus on variable-section beam structural typologies, assessing their behaviour using the CYPE 3D software. Additionally, aspects such as foundation design, load distribution, and the optimal structural layout will be analysed to enhance the safety and functionality of the hangar. The results and analysis will enable the development of an efficient and feasible structural design that meets the specific requirements of the aeronautical sector.

## Keywords

Structural Design, Aircraft Hangar, Strength of Materials, Steel Structures, Modelling and Simulation, Airports, Cost Estimation





# Índice

1. Introducción .....	17
2. Definición del problema .....	19
3. Normativa .....	23
4. Materiales .....	25
4.1. Detalle perfiles de sección variable .....	26
5. Cargas .....	27
5.1. Peso propio .....	27
5.2. Sobrecarga de uso .....	28
5.3. Viento .....	29
5.4. Nieve .....	32
6. Programas y metodología empleada .....	33
7. Modelado CYPE 3D .....	35
8. Cálculo CYPE 3D .....	37
8.1. Comprobaciones de esfuerzos en barras .....	37
8.1.1. Resistencia a compresión .....	37
8.1.2. Resistencia a tracción. ....	38
8.1.3. Resistencia a cortante z. ....	39
8.1.4. Resistencia a cortante Y. ....	40
8.1.5. Resistencia a flexión eje Y .....	41
8.1.6. Resistencia a flexión eje Z. ....	41
8.1.7. Resistencia a flexión y axiles combinados .....	42
8.1.8. Resistencia a flexión, axil y cortante combinados .....	42
8.2. Comprobaciones inestabilidad .....	43
8.2.1. Pandeo por flexión .....	44
8.2.1.1. Valores de coeficientes de pandeo .....	46
8.2.2 Pandeo lateral .....	47
8.2.2.1. Consideraciones del pandeo lateral .....	50
8.2.3 Interacción .....	50



9. Uniones .....	53
9.1. Unión cumbreira. ....	53
9.2. Unión viga principal y pilar. ....	55
9.2. Unión pilar y vigas secundarias. ....	56
9.3. Placas de anclaje. ....	57
10. Cimentaciones.....	59
11. Conclusiones.....	63
12. Bibliografía .....	65
Anexo I. Planos .....	69
Anexo III. Presupuesto .....	76



## Índice figuras

Figura 1. Croquis medidas hangar .....	20
Figura 2. Detalle viga sección variable .....	26
Figura 3. Valor peso propio cubierta. ....	27
Figura 4. Valor sobrecarga de uso .....	28
Figura 5. Velocidad básica del viento según zona geográfica.....	29
Figura 6. Coeficiente de exposición .....	30
Figura 7. Coeficiente eólico.....	30
Figura 8. Hipótesis de viento.....	31
Figura 9. Coeficientes $sk$ .....	32
Figura 10. Esquema metodología .....	34
Figura 11. Modelado estructura CYPE 3D. ....	35
Figura 12. Esquema efecto P- $\Delta$ .....	43
Figura 13. Unión cumbreira.....	53
Figura 14. Cordones soldadura unión cumbreira. ....	54
Figura 15. Unión pilar y viga principal. ....	55
Figura 16. Disposiciones constructivas. ....	55
Figura 17. Unión pilar y viga secundaria. ....	56
Figura 19. Cordones soldadura vigas secundaria. ....	56
Figura 20. Placa de anclaje .....	57
Figura 21. Cordones soldadura placa anclaje HEB 800 .....	57
Figura 22. Soldadura de los pernos placa anclaje HEB 800 .....	58
Figura 23. Cordones soldadura placa anclaje HEB 400 .....	58
Figura 24. Soldadura de los pernos placa de anclaje HEB 400. ....	58
Figura 25. Características zapatas.....	61





## Índice tablas

Tabla 1. Medidas Boing 737 .....	19
Tabla 2. Medidas Airbus A320 .....	20





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación**

**Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

# **MEMORIA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Diseño y cálculo estructural de un hangar en el aeropuerto de  
Málaga**

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Noemí Martínez Rodríguez

Tutor: Antonia María Lima Rodríguez

Cotutor: María Eugenia Parrón Rubio





# 1. Introducción

El diseño estructural de hangares para aviones representa un desafío clave ya que estas edificaciones deben garantizar seguridad, funcionalidad y resistencia frente a grandes dimensiones. Un hangar es una estructura que necesitaba amplias luces para albergar aeronaves con el fin de almacenarlas y protegerlas de las condiciones climatológicas. Por dicho requerimiento, su diseño debe considerar diversos factores como la optimización de materiales, sus respectivas calidades y su disposición.

Este TFG se centra en el desarrollo de un diseño estructural eficiente para un hangar de aviones, para ello se aplicarán principios de resistencia de materiales y normativas vigentes. Se analizará una tipología estructural con vigas de sección variable para reducir la cantidad de material, objetivo buscado en las edificaciones de grandes dimensiones. De esta forma, encontramos un equilibrio entre seguridad, coste y viabilidad constructiva. Además, se emplearán la herramienta de modelado y cálculo CYPE 3D para analizar el comportamiento de la estructura a su respectivo estado de cargas e inestabilidades.



## 2. Definición del problema

Un requerimiento básico para un hangar es tener amplias luces con el fin de poder contener aeronaves. Para ofrecer esas grandes luces requiere de un pórtico sin pilares laterales para permitir la entrada de las aeronaves. Una vez conocidas las primeras necesidades de diseño vamos a definir de forma más clara adaptando nuestro hangar a unos modelos concretos de aviones.

Asimismo, las dimensiones para continuar diseñando nuestro hangar se van a plantear teniendo en cuenta cual es el emplazamiento y las necesidades que se requieren. Nos centraremos entonces en el aeropuerto de Málaga, donde según datos de Aena contamos con una inmensa mayoría de vuelos de media distancia, es decir vuelos europeos y nacionales. Estos vuelos requieren una tipología concreta de aviones: fuselaje estrecho. Una vez definida la tipología nos fijamos en los modelos de aeronaves más comunes para comenzar a delimitar nuestra estructura: Airbus a320 y Boing 737.

Envergadura	35,8 m
Longitud	39,5 m
Altura	12,5 m

*Tabla 1. Medidas Boing 737*

Nota. Datos de Boing 737

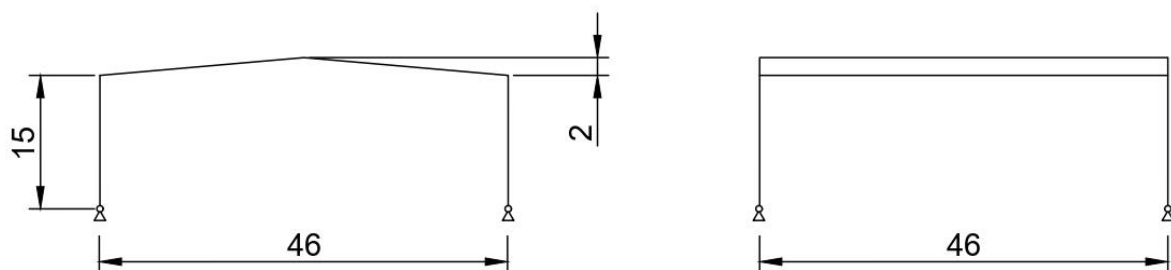
Envergadura	35,80 m
Longitud	37,57 m
Altura	11,76 m

Tabla 2. Medidas Airbus A320

Nota. Datos obtenidos de Airbus

Podemos observar que presentan las mismas ordenes de magnitud, por tanto, vamos a emplear las mayores dimensiones. En el diseño debemos tener en cuenta márgenes necesarios para maniobrar. Por este motivo, se dejarán suficiente distancia a ambos lados para ofrecer un buen diseño, se adopta el criterio de aumentar un 20% la geometría del hangar respecto a la del avión. Ya que es un criterio aproximado, las dimensiones las ajustamos buscando números enteros y geometría simétricas.

De dichas formas, las dimensiones finales serán de 46 metros de luces, 46 de largo, 15 metros de alto en la zona más bajas y 17 metros en la más alta.

**Figura 1.** Croquis medidas hangar

Nota. Creación propia



Una vez definida la geometría debemos concretar la tipología estructural. Dicha elección debe ser una que optimice el material, ya que al tener grandes dimensiones contaremos con grandes esfuerzos e inestabilidades que requerirán gran cantidad de material. Además de una decisión eficiente debe proporcionarnos un relativo coste y una puesta en obra lo más sencilla posible. Una buena elección no solo podemos considerarla a través de la cantidad de material necesaria; si no también en el precio de compra y disponibilidad, además de la mano de obra necesaria para su montaje.

La tipología escogida es la de vigas de sección variable debido a su interés en estudio de modelado de perfiles en CYPE 3D y el uso eficiente del material. Esta eficiencia se consigue empleando más cantidad de material en las zonas donde se producen mayores esfuerzos y menos donde la pieza este menos solicitada, esta cantidad se modifica ampliando y reduciendo el canto de la pieza mientras se mantiene el resto de las dimensiones del perfil.

Respecto a los apoyos, debido a la baja capacidad portante del terreno, optaremos por articular la base de los pórticos para dotar de mayor flexibilidad a la estructura. Esta baja capacidad portante es propia debido a la proximidad con el mar. Asimismo, para las tipologías de vigas de sección variable los pilares se articulan al suelo según Reyes Rodríguez (2010). Esto es debido a que un nudo articulado no puede transmitir ningún momento y las barras rotarían entre sí libremente, de esta forma el momento se verá concentrado en un nudo infinitamente rígido. Las vigas serán mucho más robustas en la unión para soportar dicho momento. Este juego de perfiles supondrá un ahorro en la cimentación ya que esta no debería soportar grandes cantidades de momento al ser apoyo articulado. Esto repercutirá en un menor coste económico, de mano de obra y de material.





### 3. Normativa

- Eurocódigo (EN-1993).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documento Básico. SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.
- Documento Básico. SE-A Seguridad Estructural de Acero.
- Documento Básico. SE-C Seguridad Estructural de Cimientos.





## 4. Materiales

Al ser una estructura metálica el material principal serán los perfiles metálicos. Para elegir los perfiles han de tenerse en cuenta las inestabilidades que pueden aparecer en la estructura ya que una buena elección puede reducir éstas. En la estructura, ya que el principal problema es el pandeo debido a la esbeltez de la estructura, hemos decidido aumentar la inercia en los dos ejes del perfil. Para mejorar la rigidez, donde sea necesario, hemos empleado perfiles HEB. Estos perfiles ofrecen inercias en ambos ejes más elevadas que el resto de los perfiles comerciales.

Los perfiles comerciales serán empleados en los pilares y en las correas laterales y de cubiertas, en cambio, en las vigas emplearemos perfiles de sección variable no comerciales.

Respecto a la calidad del acero emplearemos un acero S275

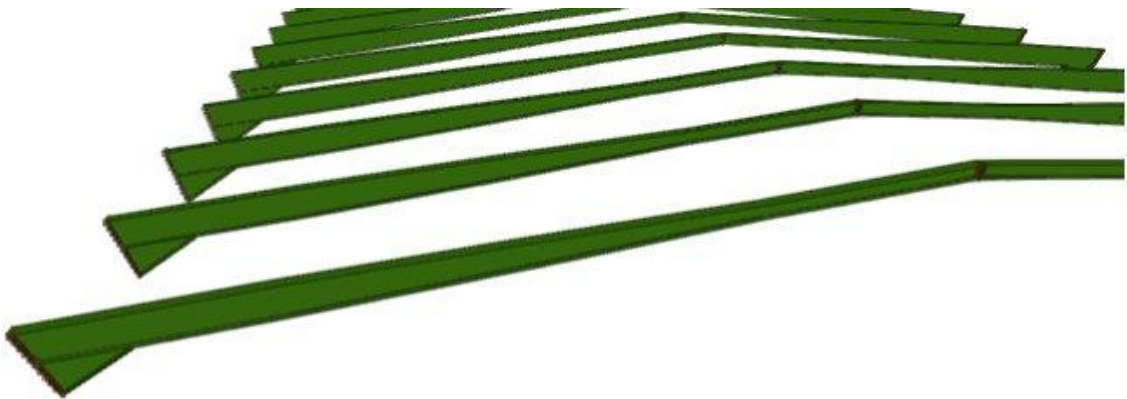
Para los cerramientos emplearemos chapa metálica en la cubierta. Esta elección de material es debido a que no se necesita un cerramiento extremadamente resistente, pero en cambio, al ser una gran superficie se busca un material ligero para optimizar la estructura. La función de este cerramiento es proteger a las aeronaves de las inclemencias climáticas y del sol.

Su montaje se realizará recubriendo con perfiles Z a una distancia de 1,2m y sobre estos perfiles se atornillará la chapa.

Para las paredes utilizaremos hormigón, esta elección es debido a su relativo coste y capacidad para ayudar a los pilares frente al pandeo ya que ofrece rigidez adicional.

#### 4.1. Detalle perfiles de sección variable

Las vigas de sección variable diseñadas para la estructura tienen una sección característica de un perfil HEB 700 y el canto es variable, ya que comienza con 600mm y finaliza con 300mm. Las cartelas son un elemento clave para facilitar la unión ya que se encuentra en una unión rígida con grandes esfuerzos.



**Figura 2.** Detalle viga sección variable

Nota. Fuente visión 3D CYPE.

## 5. Cargas

### 5.1. Peso propio

Contaremos con cargas de peso propio únicamente en la cubierta, ya que las cargas de peso propio procedente de los cerramientos laterales serán soportadas por la cimentación en vez de la propia estructura.

La carga de peso propio asumida por la cubierta será de  $0,1 \text{ kN/m}^2$  correspondiente al de una chapa metálica grecada de un 1mm de espesor de acero galvanizado.

Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>
Aislante (lana de vidrio o roca) por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
Chapas grecadas, canto 80 mm, Acero 0,8 mm espesor	0,12	Tablero de rasilla, una hoja una hoja sin revestir	0,40
Aluminio, 0 8 mm espesor	0,04	una hoja más tendido de yeso	0,50
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	Tejas planas (sin enlistonado)	
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Cartón embreado, por capa	0,05	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Enlistonado	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	Tejas curvas (sin enlistonado)	
Pizarra, sin enlistonado		ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
solape simple	0,20	corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
solape doble	0,30	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	Vidriera (incluida la carpintería)	
		vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
		vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

**Figura 3.** Valor peso propio cubierta.

Nota. Anexo C, Tabla C.2. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 23.

## 5.2. Sobrecarga de uso

El valor de la sobrecarga de uso que emplearemos en la cubierta se encuentra indicado en CTE DB SE-AE, donde encontraremos el valor de las acciones que debemos tener en cuenta en la estructura.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 4. Valor sobrecarga de uso

Nota. Tabla 3.1. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 9.

La categoría de uso de nuestra cubierta es G, debido a que la cubierta ligera y no transitable, por tanto, solo debemos prever su acceso para mantenimiento. Por otro lado, la inclinación de misma es menor a 40° y ligera, como se ha mencionado anteriormente, y nuestra estructura cuenta con correas. Teniendo en cuenta todas estas cuestiones, la sobrecarga de uso en la cubierta será de 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

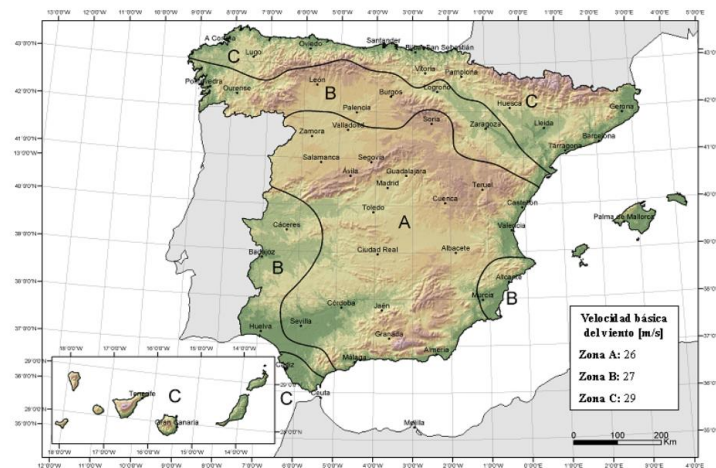
### 5.3. Viento

La acción del viento sobre nuestra estructura se obtiene del DB SE AE y se expresa como el valor de la presión estática  $q_e$ :

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

siendo:

- $q_e$ : presión estática del viento, valores que debemos introducir como cargas ( $kN/m^2$ ).
- $q_b$ : presión dinámica del viento, valores expresados en  $kN/m^2$  y que serán obtenidos del anejo D del DB SE AE. Varía según zona geográfica, función de la velocidad básica del viento y la densidad del aire. Figura 4
- $c_e$ : es el coeficiente de exposición, función del grado de aspereza del entorno, adimensional. Figura 6.
- $c_p$ : coeficiente eólico, adimensional. Figura 7.



**Figura 5.** Velocidad básica del viento según zona geográfica

Nota. Anexo D, Figura D.1. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 27.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
<b>I</b> Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
<b>II</b> Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
<b>III</b> Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV</b> Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
<b>V</b> Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

**Figura 6. Coeficiente de exposición**

Nota. Tabla 3.4. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 12.

**Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior**

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

**Figura 7. Coeficiente eólico.**

Nota. Tabla 3.5. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 13.

Debemos calcular la carga del viento para cada una de las direcciones principales en las cuales puede soplar el viento. Por tanto, se calculará para 0°, 90°, 180° y 270°. Dando como resultado la siguiente tabla de hipótesis de cargas con sus respectivas combinaciones, ya que son cargas no concomitantes.

Hipótesis	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2
V(0°) H1		x	x	x	x	x	x	x
V(0°) H2			x	x	x	x	x	x
V(90°) H1				x	x	x	x	x
V(90°) H2					x	x	x	x
V(180°) H1						x	x	x
V(180°) H2							x	x
V(270°) H1								x
V(270°) H2								

**Figura 8.** Hipótesis de viento.

Nota. Extraído Cálculo CYPE 3D.

## 5.4. Nieve

En la determinación de la carga de viento se emplea la siguiente ecuación:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

- $\mu$ , coeficiente de forma dependiente de la cubierta que se detalla en el apartado 3.5.3 CTE DB SE-AE.
- $s_k$ , valor característico, dependiente de la situación geográfica (Figura 9)

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,2	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	570	0,7	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	0,4	Segovia	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	10	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenérife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	690	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Figura 9. Coeficientes  $s_k$ .

Nota. Tabla 3.5. Adaptado de *Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A)*, por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2009, p. 15

Adicionalmente deben tener en cuenta los cambios de nivel y las descargas de nieve aguas abajo con cargas adicionales. Estas dependen además de la proyección horizontal media de la recta de máxima pendiente de faldón.

## 6. Programas y metodología empleada

Los programas empleados son los siguientes:

- Portal Frame Generator.
- CYPE 3D.
- AutoCAD.
- Arquímedes.

En primer lugar, se han introducido los valores respectivos a los pórticos en Portal Frame Generator para poder generar los respectivos pórticos para exportarlos a CYPE 3D.

Seguidamente se ha empleado CYPE 3D para realizar las comprobaciones de la estructura y su modelado. Gracias al conocimiento acerca el comportamiento estructural y resistencia de materiales, se ha diseñado una estructura segura y funcional.

Se ha elegido este software porque actualmente tiene una alta implementación. Además, en diversas asignaturas de cálculo estructural se ha implementado en distintas sesiones de prácticas. De esta forma, en el presente trabajo, se ha podido profundizar y completar los conocimientos obtenidos en el grado. Se ha empleado para el cálculo estructural, uniones y cimentación.

Posterior se utiliza la herramienta AutoCAD para realizar los planos de la estructura.

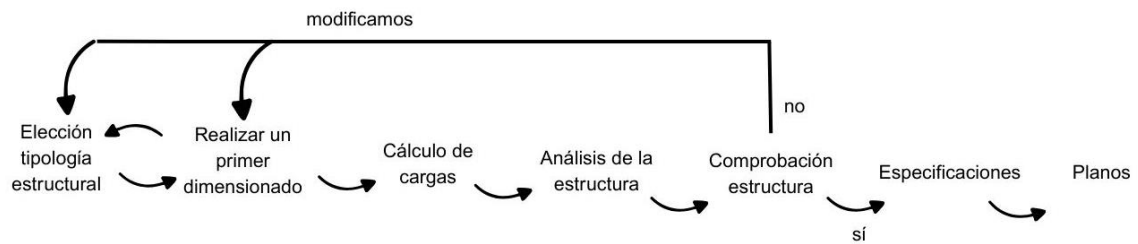
Se finaliza implementando Arquímedes, para realizar un presupuesto estimado del coste de la construcción de la estructura.

Respecto a la metodología, se ha seguido el siguiente esquema (figura 8), que representa el proceso de cálculo estructural.

Por tanto, en primera instancia se ha decidido una tipología estructural (estructura metálica con vigas de sección variable). Una vez definida, se ha realizado un predimensionado con valores apropiados a las dimensiones de la estructura, y posteriormente se han introducido las hipótesis de carga detallada en el capítulo 5. Detalla la estructura y sus cargas se realizar un análisis estructural para verificarla. En la verificación estructural se comprueba si el predimensionamiento cumple todas las comprobaciones. Si no se cumple se itera el proceso modificando el predimensionamiento o tipología estructural hasta su cumplimiento. En nuestro caso, se han realizado multitud de

iteraciones modificando el predimensionamiento ya que la tipología estructural se encontraba definida y justificada teóricamente desde un principio.

Posteriormente se calculan los detalles constructivos y se procede por último a la documentación del proyecto.



**Figura 10.** Esquema metodología

Nota. Fuente realización propia

## 7. Modelado CYPE 3D

En primer lugar, hemos empleado la herramienta *Portal Frame Generator*, esta ha sido empleada para modelar los pórticos y posteriormente trasladarlo a *CYPE 3D*.

Una vez en *CYPE 3D* se ha procedido a completar el pórtico con más elementos constructivos para aportar estabilidad a la estructura. Se han añadido correas laterales y en la cubierta, además de cruces de San Andrés. También hemos utilizado herramientas como *capas* y *agrupar elementos* para facilitar el modelado.



**Figura 11.** Modelado estructura CYPE 3D.

Nota. Fuente visión 3D CYPE.



## 8. Cálculo CYPE 3D

A continuación, se va a detallar el cálculo de las principales comprobaciones que se han analizado para asegurar su cumplimiento. Las siguientes comprobaciones son referidas a estado límite último.

En el anexo 2 se presenta el informe de cálculo referido a CYPE 3D donde se presentan los resultados de cada una de las comprobaciones siguientes.

### 8.1. Comprobaciones de esfuerzos en barras

#### 8.1.1. Resistencia a compresión

Se comprueba la siguiente ecuación:

$$\frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

siendo,

$N_{c,Ed}$  axil de compresión solicitante de cálculo pésimo

$N_{c,Rd}$  resistencia de cálculo a compresión

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

siendo,

$A_{ef}$  área efectiva de la sección debido a su reducción por la clase.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m1}}$$



siendo,

$f_y$  límite elástico

$\gamma_{m1}$  coeficiente parcial de seguridad del material, 1,05.

### 8.1.2. Resistencia a tracción.

Se comprueba la siguiente ecuación:

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

siendo,

$N_{t,Ed}$  axil de tracción solicitante de cálculo pésimo

$N_{t,Rd}$  resistencia de cálculo a tracción

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

siendo,

$A_{ef}$  área efectiva de la sección debido a su reducción por la clase.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m1}}$$

siendo,

$f_y$  límite elástico

$\gamma_{m1}$  coeficiente parcial de seguridad del material, 1,05.

### 8.1.3. Resistencia a cortante z.

Se comprueba la siguiente ecuación:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

siendo,

$V_{Ed}$  esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd}$  esfuerzo cortante resistente de cálculo

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo,

$A_v$  área transversal a cortante.

$$A_v = d \cdot t_w$$

siendo,

$d$  altura del alma

$t_w$  espesor del alma

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}}$$

siendo,

$f_y$  límite elástico

$\gamma_{m1}$  coeficiente parcial de seguridad del material.



#### 8.1.4. Resistencia a cortante Y.

Se comprueba la siguiente ecuación:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

siendo,

$V_{Ed}$  esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd}$  esfuerzo cortante resistente de cálculo

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo,

$A_v$  área transversal a cortante.

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

siendo,

$A$  área de la sección bruta.

$d$  altura del alma

$t_w$  espesor del alma

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}}$$

siendo,

$f_y$  límite elástico

$\gamma_{m1}$  coeficiente parcial de seguridad del material.

### 8.1.5. Resistencia a flexión eje Y

Se comprueba la siguiente ecuación:

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

siendo,

$M_{Ed}$  momento flector solicitante de cálculo pésimo

$M_{c,Rd}$  momento flector resistente de cálculo

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

siendo,

$W_{pl,y}$  módulo resistente plástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

### 8.1.6. Resistencia a flexión eje Z.

Se comprueba la siguiente ecuación:

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

siendo,

$M_{Ed}$  momento flector solicitante de cálculo pésimo

$M_{c,Rd}$  momento flector resistente de cálculo

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

siendo,

$W_{pl,z}$  módulo resistente plástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

### 8.1.7. Resistencia a flexión y axiles combinados

Se comprueba la siguiente ecuación:

$$\frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

siendo,

$N_{c,Ed}$  axil de compresión solicitante

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$  momentos flectores solicitantes de cálculo pésimo, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{pl,Rd}$  resistencia a compresión de la sección bruta

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$  resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, según los ejes Y y Z, respectivamente.

### 8.1.8. Resistencia a flexión, axil y cortante combinados

Como se indica en el siguiente criterio, el esfuerzo solicitante de cálculo pésimo no supera el 50% del esfuerzo cortante resistente. Por este motivo no es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

siendo,

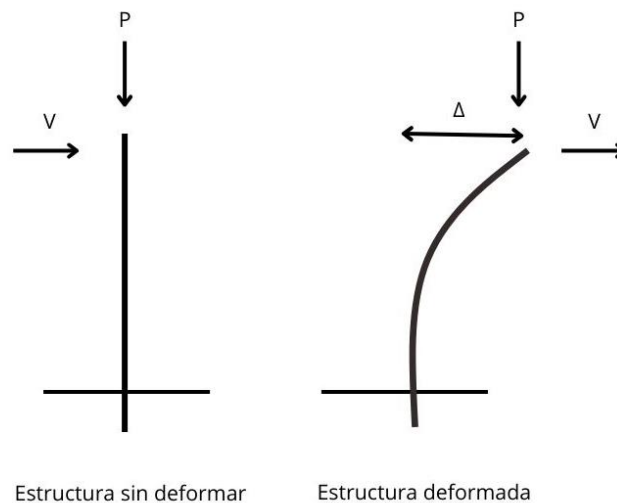
$V_{Ed,z}$  esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$  esfuerzo cortante resistente de cálculo.

## 8.2. Comprobaciones inestabilidad

En primer lugar, para el análisis global de estabilidad de la estructura debemos emplear la geometría de la estructura. Una vez se produce la deformación se modifica dicha geometría y el cálculo se vuelve más complejo debido al efecto P-delta.

Como se indica en siguiente figura el efecto P-delta provoca un momento adicional debido al desplazamiento de la estructura, teniendo en cuenta ese momento adicional el cálculo se convierte en no lineal.



**Figura 12.** Esquema efecto P-Δ

Nota. Fuente realización propia

Hay simplificaciones que podemos llevar a cabo si se cumplen ciertos criterios.

Para poder realizar un cálculo en primer orden el efecto de los desplazamientos laterales de la estructura no debe ser determinante. Para ello se emplea el siguiente criterio, donde si se cumple es posible realizar un análisis lineal:



$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10$$

siendo,

$\alpha_{cr}$  alpha crítico.

$F_{cr}$  carga crítica de pandeo que produce una inestabilidad.

$F_{Ed}$  carga de cálculo que actúa sobre la estructura.

En nuestro caso debido que superamos ampliamente el criterio se ha decidido realizar un cálculo en primer orden.

### 8.2.1. Pandeo por flexión

El pandeo por flexión es debido a las inestabilidades que provocan el doblado de una barra debido a los esfuerzos de compresión. Esta inestabilidad se produce de forma muy significativa en los pilares debido a los altos esfuerzos de compresión y su longitud. Debido a esto se ha tenido especial cuidado en el cálculo de dicha inestabilidad en ellos para realizar una estructura segura.

Un concepto fundamental en el cálculo de pandeo es la esbeltez reducida. Es un valor importante ya que contamos con barras de grandes longitudes que soportan gran cantidad de esfuerzos. Debe cumplirse la siguiente comprobación:

$$\tilde{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}} < 2$$

siendo,

$\tilde{\lambda}$  esbeltez reducida, debe ser menor en nuestro caso donde nos encontramos con elementos principales de la estructura y sometidos a compresión.

$A_{ef}$  área efectiva de la sección debido a su reducción por la clase.

$f_y$  límite elástico.

$N_{cr}$  axil crítico de pandeo elástico, se escoge el menor valor por flexión respecto al eje y, eje z y por torsión.

Dependiente de este término encontramos el coeficiente de reducción de pandeo. Este se encarga de reducir la resistencia de cálculo a pandeo,  $N_{b,Rd}$ , para tener en cuenta el efecto de este.

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd} \quad \frac{N_{c,Rd}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

siendo,

$N_{c,Rd}$  axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{b,Rd}$  resistencia de cálculo a pandeo.

$\chi$  coeficiente de reducción por pandeo.

$A_{ef}$  área efectiva de la sección debido a su reducción por la clase.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

Para obtener el coeficiente de reducción por pandeo se emplean las siguientes ecuaciones:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\tilde{\lambda})^2}}$$

este debe ser igual o menor que 1

siendo,

$\tilde{\lambda}$  esbeltez reducida

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\tilde{\lambda} - 0,2) + (\tilde{\lambda})^2]$$

siendo,

$\alpha$  coeficiente de imperfección elástica

$\tilde{\lambda}$  esbeltez reducida

Por último, otro término importante que debemos calcular es las  $\beta$  de pandeo, este viene influenciado por las coacciones en los extremos de la barra. Se emplea para modificar la longitud de pandeo, esta longitud de pandeo  $l_{cr}$  será la utilizada en los cálculos de comprobación de pandeo que lo requieran.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(l \cdot \beta)^2}$$

siendo,

$N_{cr}$  carga crítica.

$$N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$$

siendo,

$\alpha_{cr}$  alpha crítico.

$N_{Ed}$  axil de cálculo de compresión.

E módulo de Young.

I inercia de la sección.

l longitud de la barra.

$\beta$  beta de pandeo.

### 8.2.1.1. Valores de coeficientes de pandeo

La estructura dispone de un sistema de arriostramiento en el plano longitudinal del mismo, que consiste en tirantes, que unen los pórticos laterales y centrales de la nave. Por este motivo, la estructura se puede considerar intraslacional en este plano. En el plano del pórtico es la estructura es traslacional.

En cuanto a las betas de pandeo de los elementos susceptibles a fallos por pandeo por flexión, los valores tomados son:

- Pilares principales: Coeficiente de pandeo de valor 0 en el eje débil (plano XY) por encontrarse impedido debido a las paredes de hormigón y

coeficiente de pandeo de valor 2 en el eje fuerte de los pilares principales (plano XZ). Al estar el pilar apoyado en su base, se ha considerado este valor como el peor de los casos. Como los pilares se encuentran divididos por las vigas horizontales, se han introducido los coeficientes en el eje fuerte como longitudes críticas de pandeo iguales al doble de su longitud (igual a 30 m).

- Pilares de la fachada trasera: Coeficiente de pandeo de valor 0 en el eje débil (plano XY) por encontrarse impedido debido a las paredes de hormigón y de valor 1 en el eje fuerte de los pilares principales (plano XZ), por ser plano intraslacional. Como los pilares se encuentran divididos por las vigas horizontales, se han introducido este último coeficiente de pandeo como longitudes críticas de pandeo iguales a la longitud de cada pilar.
- Vigas principales de la cubierta: Pandeo impedido en el eje débil (plano XY) y coeficiente de pandeo 1 en el eje fuerte (plano XZ). Como las vigas se encuentran divididas por las barras horizontales, se han introducido las betas como longitudes críticas de pandeo iguales a su longitud.
- Vigas longitudinales de las paredes laterales: Pandeo impedido en ambos planos.
- Vigas longitudinales de la cubierta: Pandeo impedido en el eje débil (plano XY) y coeficiente de pandeo 1 en el eje fuerte (plano XZ).

### 8.2.2 Pandeo lateral

El pandeo lateral ocurre cuando se supera un momento en el eje Y, relacionado con el momento crítico. Esta inestabilidad provoca deformaciones transversales y giros de torsión del ala a compresión.

Debemos tener en cuenta consideraciones particulares de este pandeo. Una de ellas es que si las inercias de los dos ejes son similares esta inestabilidad no es determinante. Por otro lado, si la flexión ocurre en el eje débil no se producirá pandeo, mientras si la flexión se presenta en el eje fuerte el pandeo se producirá en el eje débil.

El momento crítico de pandeo lateral se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

siendo,

$M_{LTv}$  componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$M_{LTw}$  componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

siendo,

$C_1$  factor que depende de las condiciones de apoyo y la forma de la ley de momentos flectores.

$L_c$  longitud efectiva de pandeo.

$G$  módulo de elasticidad transversal.

$I_t$  momento de inercia de torsión uniforme.

$E$  módulo de elasticidad transversal.

$I_z$  momento de inercia de la sección bruta, respecto eje Z.

$W_{el,y}$  módulo resistente elástico de la sección bruta, respecto a la fibra más comprimida.

$i_{f,z}$  radio de giro respecto al eje de menor inercia de la sección.

Dependiente del momento crítico, se define el concepto de esbeltez reducida a pandeo lateral:

$$\tilde{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\tilde{\lambda}_{LT}$  esbeltez reducida a pandeo lateral

$W_{el,y}$  módulo resistente elástico de la sección bruta, respecto a la fibra más comprimida.

$f_y$  límite elástico

$M_{cr}$  momento crítico

Similar como en el caso anterior de pandeo por flexión, se obtiene un coeficiente de reducción por pandeo que reduce el valor de resistencia de la sección:

$$M_{b,Rd} = \chi \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

siendo,

$\chi$  coeficiente de reducción por pandeo.

$A_{ef}$  área efectiva de la sección debido a su reducción por la clase.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

Para obtener el coeficiente de reducción por pandeo se emplean las siguientes ecuaciones:

$$\chi = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - (\tilde{\lambda}_{LT})^2}}$$

este debe ser igual o menor que 1

siendo,

$\tilde{\lambda}_{LT}$  esbeltez reducida

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\tilde{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\tilde{\lambda}_{LT})^2]$$

siendo,

$\alpha_{LT}$  coeficiente de imperfección elástica

$\tilde{\lambda}_{LT}$  esbeltez reducida

### 8.2.2.1. Consideraciones del pandeo lateral

En cuanto a la consideración del pandeo lateral en las barras susceptibles a esta inestabilidad, éste se encuentra impedido en todos los pilares de la nave, al estar estos embebidos en los paneles de hormigón. Para las vigas principales de la cubierta, la longitud de pandeo lateral es igual a la distancia entre las vigas longitudinales de la cubierta, esto es unos 2,9 m.

### 8.2.3 Interacción

Debido a la actuación simultaneo de los esfuerzos de compresión y flexión se debe comprobar además la comprobación de su interacción. Para ello se emplean las siguientes formulas cada una referida a un eje.

$$\frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

siendo,

$N_{c,Ed}$  axil de compresión solicitante

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$  momentos flectores solicitantes de cálculo pésimo, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{pl,Rd}$  resistencia a compresión de la sección bruta

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$  resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, según los ejes Y y Z, respectivamente.



$\chi_y, \chi_z$  coeficiente de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

A área de la sección bruta.

$\chi_{LT}$  coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$  módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero

$k_y, k_z, k_{y,LT}$  coeficiente de interacción

$$k_y = 1 + (\tilde{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Ed}}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \tilde{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Ed}}$$

$$k_{y,LT} = 1 + \frac{0,1 \cdot \chi_z}{c_{m,LT} - 0,25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Ed}}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$  factores de momento flector uniforme equivalente

$\tilde{\lambda}_z, \tilde{\lambda}_y$  esbelteces reducidas de los ejes Y y Z, respectivamente

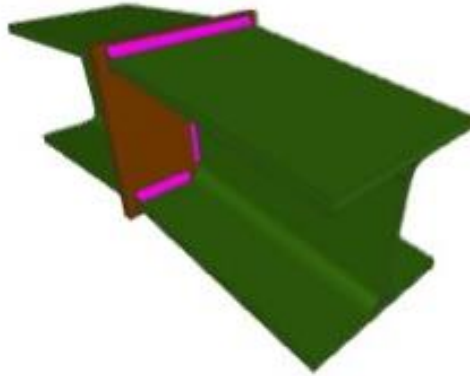
$\alpha_y, \alpha_z$  factores dependientes de la clase de la sección



## 9. Uniones

### 9.1. Unión cumbre.

En la unión de la cumbre para facilitar su ejecución se ha empleado una unión soldada debido a su frecuencia para estas uniones. En la siguiente imagen se detalla:



**Figura 13.** Unión cumbre.

Para realizar la soldadura ha de cumplirse la siguiente comprobación:

- Cordones de soldadura

Las soldaduras en ángulo se emplean para unir piezas cuyas superficies de contacto forman un ángulo entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Este tipo de unión puede ser en forma de T o de solape. En las uniones en T, si el ángulo supera los  $120^\circ$ , no se considerará adecuado para la transmisión de esfuerzos. Si el ángulo es inferior a  $60^\circ$ , se clasificará como una soldadura a tope con penetración parcial. Además, el espesor mínimo de la garganta del cordón de una soldadura en ángulo debe ser de 3 mm.

Se deben comprobar los siguientes criterios:

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

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

siendo,

$\beta_w$  coeficiente de correlación.

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

$\sigma_{\perp}$  tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\tau_{\perp}$  tensión tangencial en el plano de la garganta perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$  tensión tangencial en el plano de la garganta paralelo al eje del cordón.

$\gamma_{M2}$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, 1,25.

Los cordones de soldadura calculados en ambas vigas son las indicadas en la Figura 14. La unión se realizará sobre una chapa frontal 340x340 mm.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	10	300	19.0	85.03
Soldadura del alma	En ángulo	6	209	11.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	10	300	19.0	85.03

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

Figura 14. Cordones soldadura unión cumbreira.

Nota. Fuente informes cálculo CYPE 3D.

## 9.2. Unión viga principal y pilar.

La resolución de esta unión se ha planteado con una unión atornillada. Esta elección es para facilitar su puesta en obra porque unión soldada tendría más dificultad. La problemática de una unión soldada en taller sería el complicado transporte. Por otro lado, una soldadura en obra tendría más complejidad técnica que una atornillada.

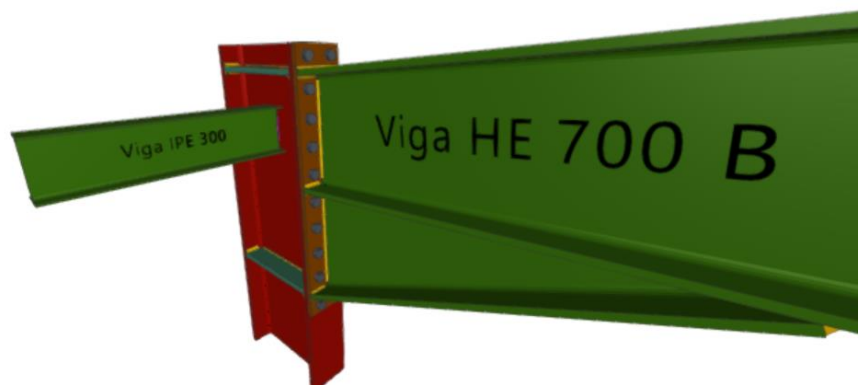


Figura 15. Unión pilar y viga principal.

Nota. Extraído cálculo uniones CYPE 3D.

Para realizar la unión se necesitan tornillos pretensados debido a los elevados esfuerzos a los que está sometida la unión. Además, se han de emplear diámetros superiores a los convencionales. Estos tornillos son HR M36x130-10.9- EN 14399-3. El par torsor de apriete es 3710 Nm.

Las disposiciones constructivas son las detallas en la Figura 16.

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 <sup>(1)</sup>	e2 <sup>(2)</sup>	p1 <sup>(1)</sup>	p2 <sup>(2)</sup>	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas <sup>(3)</sup>	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

Notas:  
<sup>(1)</sup> Paralela a la dirección de la fuerza  
<sup>(2)</sup> Perpendicular a la dirección de la fuerza  
<sup>(3)</sup> Se considera el menor de los valores  
do: Diámetro del agujero.  
t: Menor espesor de las piezas que se unen.  
En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

Figura 16. Disposiciones constructivas.

Nota. Extraído de informes cálculo CYPE 3D.

## 9.2. Unión pilar y vigas secundarias.

En este caso, se ha optado por una unión soldada debido a que en esta unión se facilitaría la puesta en obra. El motivo es el lugar de la unión, ya que debe producirse dentro del alma del pilar y es más cómodo realizar una soldadura. A continuación, se detalla la unión de las vigas secundarias IPE 300. En el caso de las vigas secundarias tubulares SHS 220x16 también se realizaría una unión soldada por los motivos anteriores.

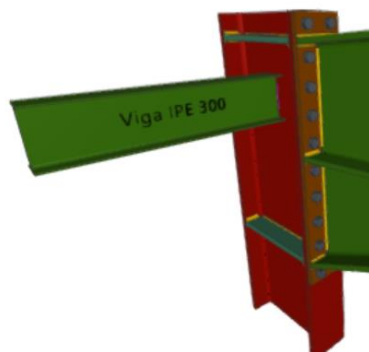


Figura 17. Unión pilar y viga secundaria.

Nota. Extraído de informes cálculo CYPE 3D.

La unión debe cumplir la comprobación de cordones de soldadura anteriormente detallada. Los cordones de soldadura de la unión son los especificados en la Figura 18. La soldadura únicamente se realiza en el alma ya que la unión de las vigas secundarias se encuentra articulada.

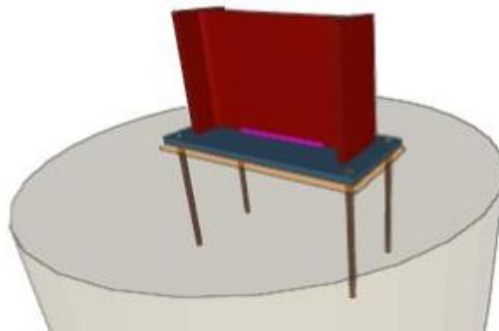
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	165	7.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Figura 18. Cordones soldadura vigas secundaria.

Nota. Extraído informe calculo CYPE 3D.

### 9.3. Placas de anclaje.

Recordemos que el apoyo con el que se ha diseñado la estructura es una articulación, por este motivo solo se realiza soldadura en el alma. En este caso se emplea una unión soldada por motivos técnicos, ya que se realiza la soldadura de la placa de anclaje en taller.



**Figura 19.** Placa de anclaje

Se debe cumplir la comprobación de los cordones de soldadura. A continuación, se detallan las placas de anclaje para cada uno de los diferentes grupos de pilares.

- Pilares HEB 800.

Se emplea una placa base de 500x1000x35 mm. Además, en la base se sueldan 4 pernos de anclaje de diámetro 32 mm. A continuación, se detallan las especificaciones de la soldadura.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	11	450	17.5	90.00
<small>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</small>					

**Figura 20.** Cordones soldadura placa anclaje HEB 800

Nota. Extraído informes cálculo CYPE 3D.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	5	101	32.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Figura 21. Soldadura de los pernos placa anclaje HEB 800

Nota. Extraído informes cálculo CYPE 3D.

- Pilares HEB 400.

Se emplea una placa base de 450x550x20 mm. Además, en la base se sueldan 4 pernos de anclaje de diámetro 20 mm. A continuación, se detallan las especificaciones de la soldadura.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	8	200	13.5	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Figura 22. Cordones soldadura placa anclaje HEB 400

Nota. Extraído informes cálculo CYPE 3D.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	63	20.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Figura 23. Soldadura de los pernos placa de anclaje HEB 400.

Nota. Extraído informes cálculo CYPE 3D.

## 10. Cimentaciones

En primer lugar, debemos conocer las características del terreno para saber sobre qué condiciones debemos diseñar nuestra cimentación. Para la obtención de estos datos se debe realizar un estudio geotécnico, en nuestro caso ante la imposibilidad de realizarlo hemos tomado una estimación a través de datos del Código Técnico Estructural.

Según el Documento Básico de Cimentación la tensión admisible del terreno se calcula con la siguiente expresión:

$$R_d = \frac{R_K}{\gamma_R}$$

siendo,

$R_d$  tensión admisible del terreno (MPa)

$R_K$  tensión del hundimiento del terreno (MPa), suponemos una tensión estimada de 0,6 MPa.

$\gamma_R$  coeficiente parcial de seguridad del terreno, tomamos un coeficiente de 3,0 para persistente y 2,0 para extraordinaria. Estos coeficientes son obtenidos de la tabla 2.1 de DB SE-Cimentaciones.

Con estas estimaciones procedemos al cálculo con las siguientes tensiones admisibles

- Tensión admisible situación persistente: 0,20 MPa.
- Tensión admisible situación sísmicas y accidentales: 0,30 MPa.

Además de la característica acerca de su capacidad mecánica debemos tener en cuenta la exposición química para elegir un correcto hormigón. En nuestro caso debemos tener en cuenta el emplazamiento del Aeropuerto. Este se encuentra muy cercano al mar, por tanto, debemos elegir una clasificación acorde

Teniendo en cuenta las condiciones ambientales a las que se verá sometida la estructura se tienen en cuenta dos clasificaciones:

- Clase XC4, resistencia a la corrosión inducida por la carbonatación debido a las humedades muy altas. Es posible la exposición al contacto con el agua de forma no permanente (lluvias, por ejemplo).
- Clase XS1, resistencia a la corrosión inducida por cloruros de origen marino. Debido a la exposición de aerosoles marinos por la proximidad de la costa.

La clase de exposición requiere un hormigón con resistencia característica mínima de  $30 \text{ N/mm}^2$ .

Por tanto, teniendo en cuenta todas las características que debe cumplir se estima la siguiente designación para el proyecto CEM I 42,5 N-SR.

Ahora que tenemos las características del terreno y la designación procedemos al cálculo de los elementos de la cimentación. Como se ha comentado anteriormente, nuestra tipología estructural, en teoría, supondría una cimentación más simple ya que la concentración de esfuerzos se encuentra en la unión de pilar y viga. Esto es debido a que nuestro apoyo es una unión articulada.

Lo interesante se encuentra en que contamos con zapatas aisladas que no necesitan vigas centradoras y presentan dimensiones relativamente pequeñas. No tenemos la necesidad de emplear vigas centradoras porque tenemos zapatas centrada al no contar con delimitación espacial, y principalmente, porque no contamos con transmisión de esfuerzos debido al apoyo articulado.

Durante su cálculo se han realizado las siguientes comprobaciones:

- Tensiones sobre el terreno
  - Tensión media en situaciones persistente.
  - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento.
  - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento.
- Vuelco de la zapata.
- Flexión de la zapata.
- Cortante de la zapata.
- Compresión oblicua en la zapata.
- Canto mínimo.
- Espacio para anclar arranques en la cimentación.
- Cuantía geométrica mínima.
- Diámetro mínimo de las barras.
- Separación máxima entre barras.
- Separación mínima entre barras.
- Longitud de anclaje.

A continuación, se detallan las dimensiones de las respectivas zapatas que han resultado del cálculo. Se han igualado zapatas obtenidas del cálculo para facilitar su puesta en obra.

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N51, N52, N54, N56, N58, N60 y N62	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95 cm Ancho inicial Y: 120 cm Ancho final X: 95 cm Ancho final Y: 120 cm Ancho zapata X: 190 cm Ancho zapata Y: 240 cm Canto: 40 cm	Sup X: 12Ø12c/20 Sup Y: 10Ø12c/19 Inf X: 10Ø16c/24 Inf Y: 7Ø20c/28
N46 y N48	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 180 cm Ancho inicial Y: 205 cm Ancho final X: 180 cm Ancho final Y: 205 cm Ancho zapata X: 360 cm Ancho zapata Y: 410 cm Canto: 85 cm	Sup X: 25Ø16c/16 Sup Y: 14Ø20c/26 Inf X: 25Ø16c/16 Inf Y: 14Ø20c/26

Figura 24. Características zapatas

Nota. Procedente del informe de CYPE 3D.

Los cálculos más detallados de la cimentación realizada con Cype3D, se muestran en el anexo de cálculo correspondiente.





## 11. Conclusiones

En conclusión, hemos podido comprobar que el cálculo estructural proporciona una estructura segura. Para desarrollar este cálculo se ha seguido una metodología propia del cálculo estructural, un proceso de trabajo organizado y estructurado. Por otro lado, en todo el desarrollo se han constatado las comprobaciones pertinentes para cumplir la normativa y realizar una estructura segura.

Gracias al detallado estudio, también se han proporcionado las uniones necesarias. Estas uniones se han calculado atendiendo a las necesidades en obra para elegir la tipología de unión más adecuada posible. De igual modo hemos procedido al cálculo en detalle de la cimentación.

Respecto a la cimentación se ha podido comprobar la hipótesis que justifica la tipología estructural escogida. Las vigas de sección variable nos permiten construir naves de grandes luces suponiendo un ahorro de materiales. Este ahorro procede del acero, ya que su cantidad va variando y reduciéndose en las zonas menos solicitadas. También se observa el ahorro de cimentación de manera significativa, gracias a los apoyos articulados las zapatas resultantes ven reducción de tamaño al no soportar momentos.

Durante el desarrollo del proceso, se ha hecho un uso destacado de herramientas como CYPE 3D y AutoCAD, empleadas principalmente para la realización de comprobaciones estructurales y la elaboración de planos. En especial, se ha profundizado en CYPE 3D, lo que ha conllevado un aprendizaje significativo.

En resumen, un conocimiento del comportamiento de estructuras unido al correcto uso de herramientas de cálculo puede ofrecernos un resultado seguro y eficiente.





## 12. Bibliografía

Aena. (19 de marzo de 2025). Destinos del Aeropuerto de Málaga-Costa del Sol. <https://www.aena.es/es/malaga-costa-del-sol/aerolineas-y-destinos/destinos-aeropuerto.html>

Airbus. (26 de marzo de 2025). A320 Family. Airbus. <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a320-family/a320neo>

Boeing. (26 de marzo de 2025). 737 Technical Specs. Boeing. <https://www.boeing.com/commercial/737ng>

CEN. (2005). Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero – Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios (EN 1993-1-1). Comité Europeo de Normalización.

Estructuras de Hormigón. (2024). [Apuntes de clase]. Universidad de Málaga.

Estructuras Metálicas. (2023). [Apuntes de clase]. Universidad de Málaga.

Floffy. (19 de marzo de 2025). ¿Qué es un vuelo de media distancia? <https://www.fofly.com/es/blog/article/vuelo-de-media-distancia>

Ministerio de Fomento. (2009). Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-A). Gobierno de España.

Ministerio de Fomento. (2019). Código Técnico de la Edificación: Documento Básico Cimentación (CTE DB-C). Gobierno de España.

Ministerio de Fomento. (2019). Código Técnico de la Edificación: Documento Básico SE-A – Seguridad Estructural: Acero (CTE DB SE-A). Gobierno de España.

Ministerio de Fomento. (2019). Código Técnico de la Edificación: Documento Básico SE-AE – Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE). Gobierno de España.

Ministerio de Fomento. (2019). Código Técnico de la Edificación: Documento Básico SE-C – Seguridad Estructural: Cimientos (CTE DB SE-C). Gobierno de España.



Real Decreto 314/2006 de 2006. Código Técnico de la Edificación. 17 de marzo. D.O. nº 74.

Real Decreto 470/2021 de 2021. Código Estructural. 29 de junio. D.O. nº 157.

Reyes Rodríguez, Antonio Manuel. (2015). CYPE 3D 2016. Anaya.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación**  
**Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

# **ANEXO I. PLANOS**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **Diseño y cálculo estructural de un hangar en el aeropuerto de Málaga**

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Noemí Martínez Rodríguez

Tutor: Antonia María Lima Rodríguez

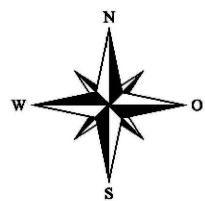
Cotutor: María Eugenia Parrón Rubio



# Anexo I. Planos

1. Emplazamiento.
2. Situación.
3. Vistas.
  - 3.1. Alzado principal y posterior.
  - 3.2. Cubierta.
  - 3.3. Lateral.
4. Tipología de perfiles.
5. Uniones.
  - 5.1. Pilar y vigas.
  - 5.2. Cumbrera y placas de anclaje.
6. Cimentación.
  - 6.1. Cimentación.





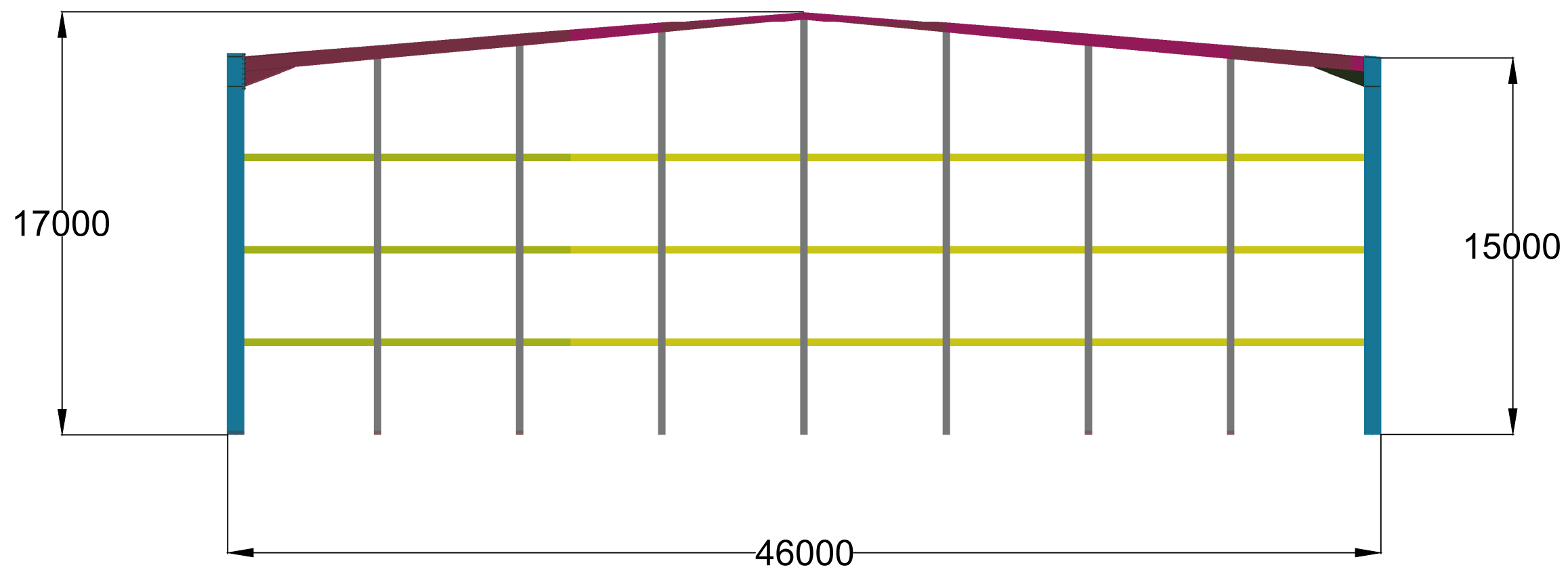
Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
Plano	1. Emplazamiento	Fecha	19-05-2025
		Plano	1:75.000



36°40'04"N 4°28'56"W



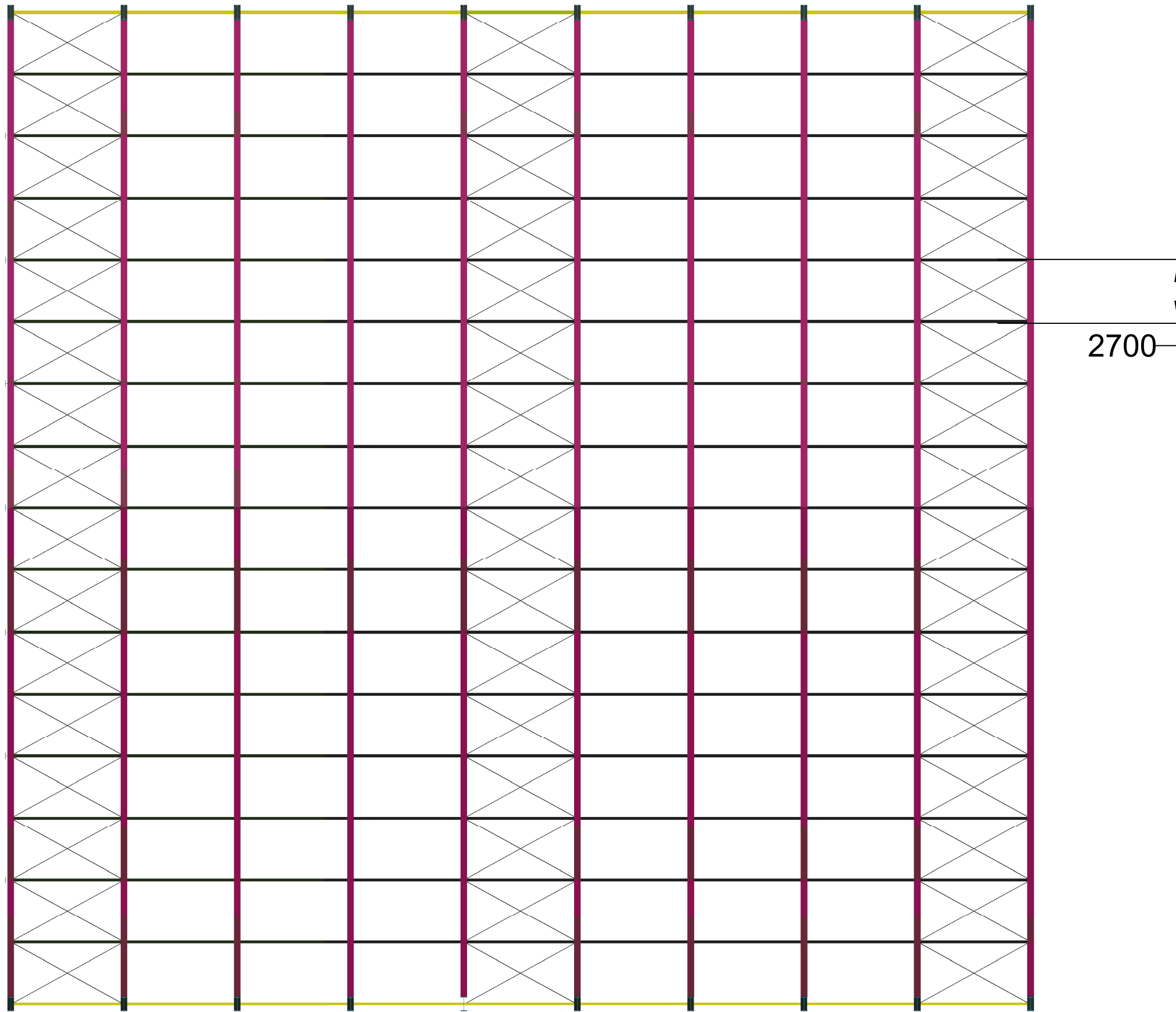
Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
Plano	2. Situación	Fecha	19-05-2025
		Plano	1:8.000



Cotas en mm




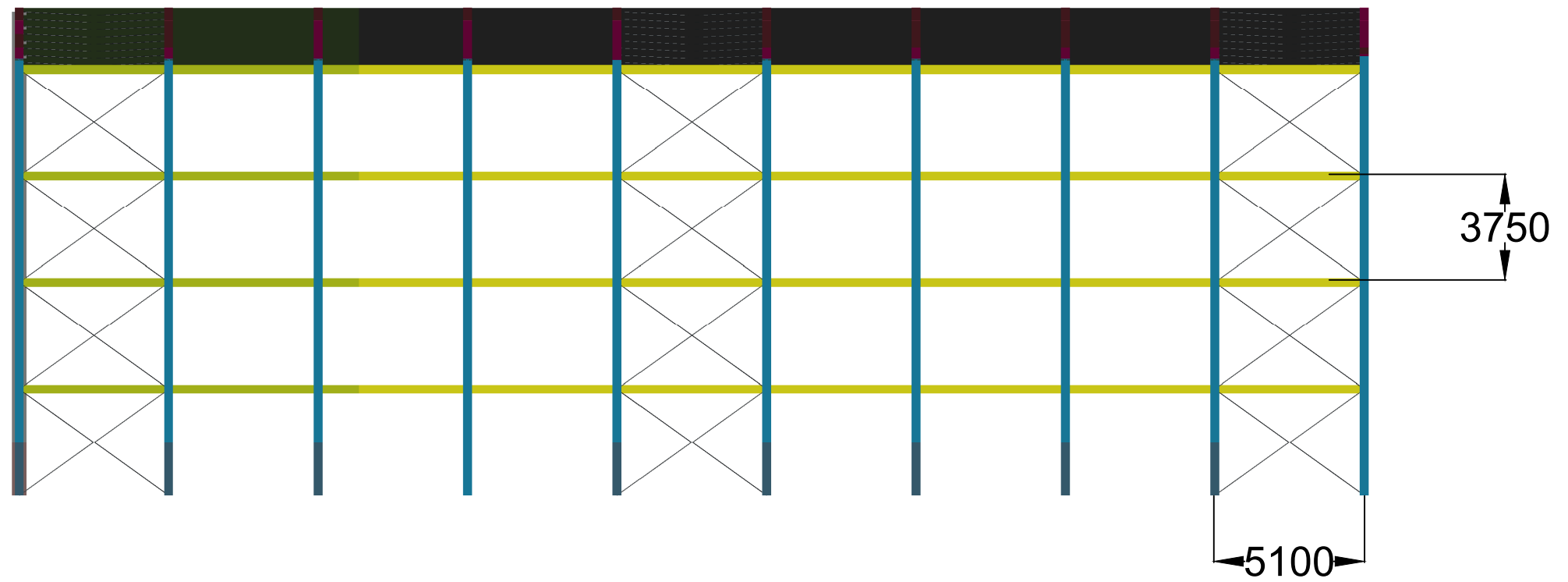
Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
Plano	3.1 Alzado principal	Fecha	19-05-2025
		Plano	1:200



2700

Cotas en mm

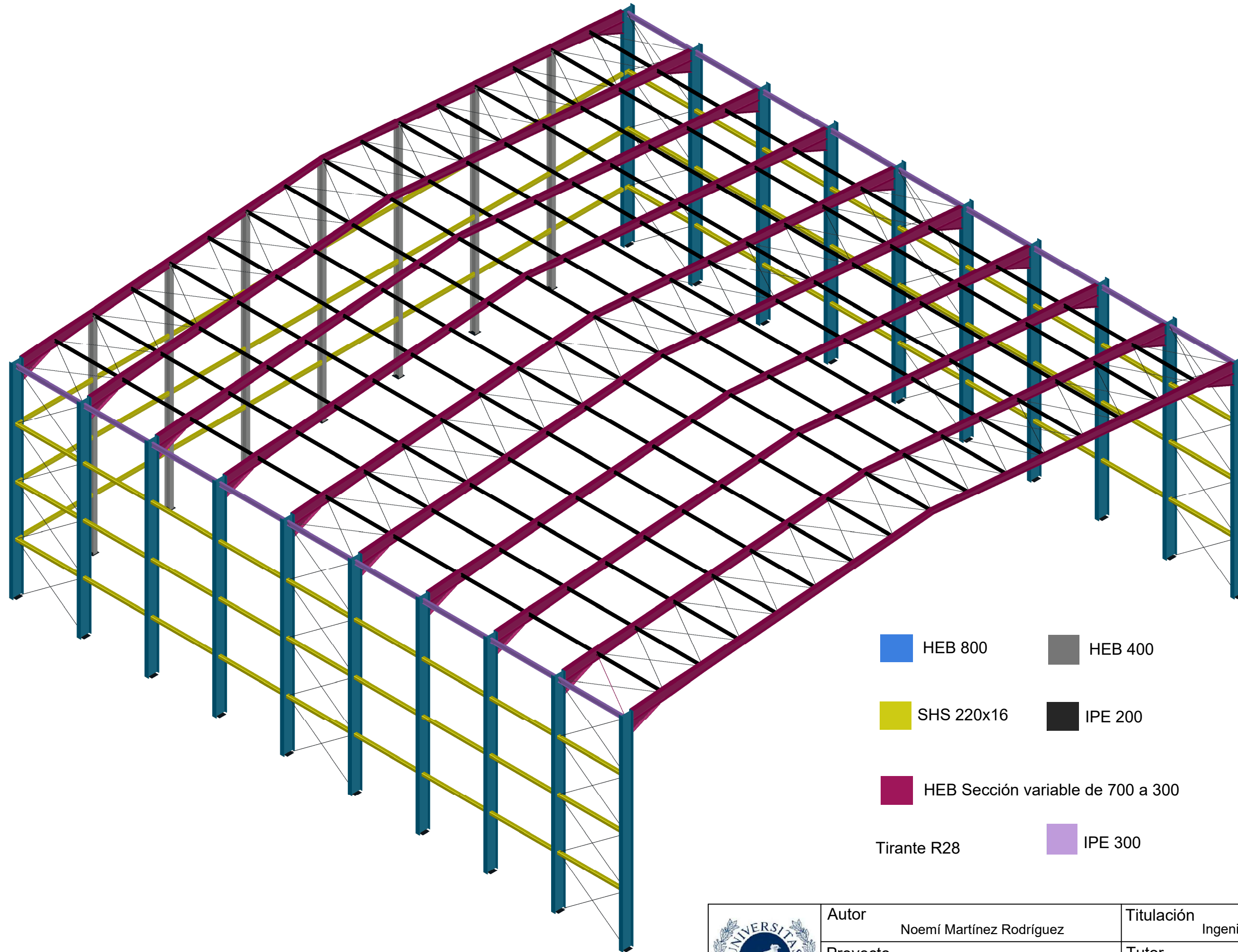
	Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
	Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
	Plano	3.2. Cubierta	Fecha	19-05-2025
			Plano	1:200




Cotas en mm

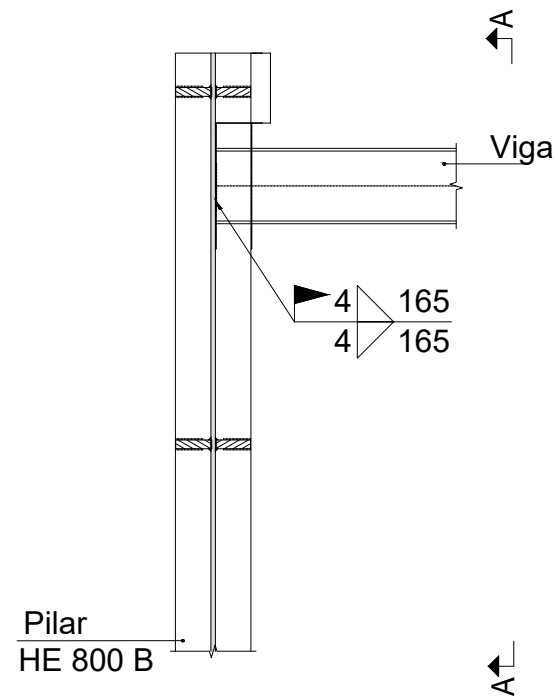


Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
Plano	3.3. Lateral	Fecha	19-05-2025
		Plano	1:200

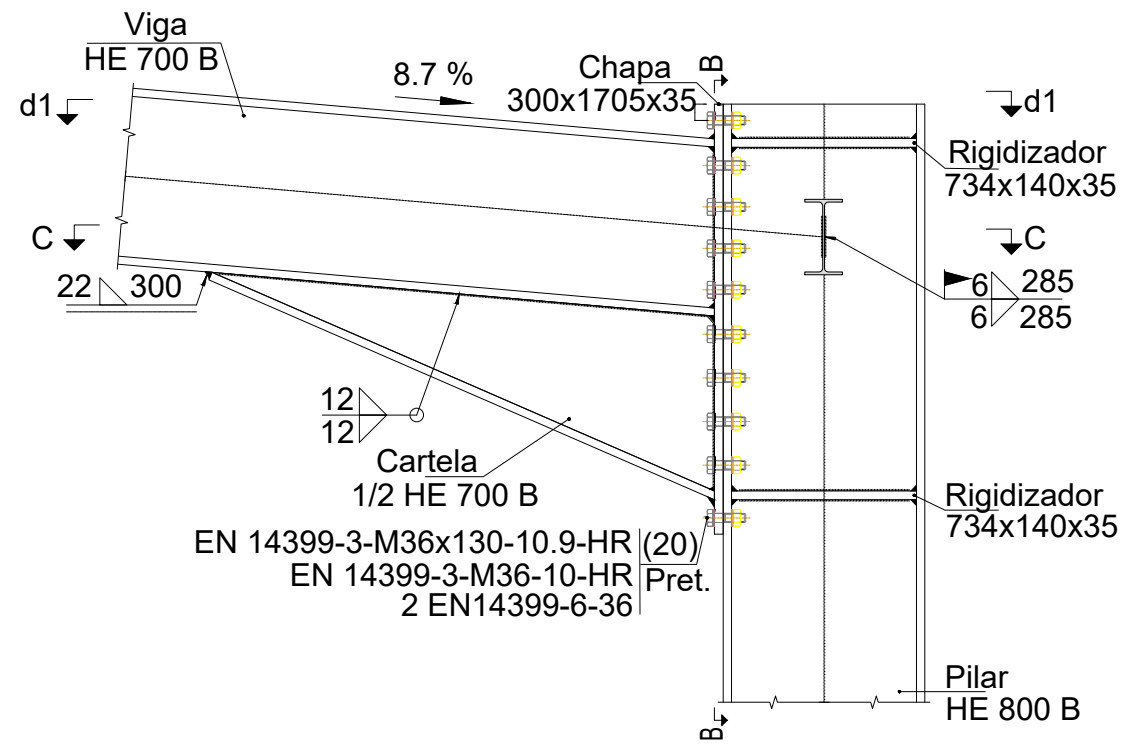


- HEB 800
- HEB 400
- SHS 220x16
- IPE 200
- HEB Sección variable de 700 a 300
- IPE 300
- Tirante R28

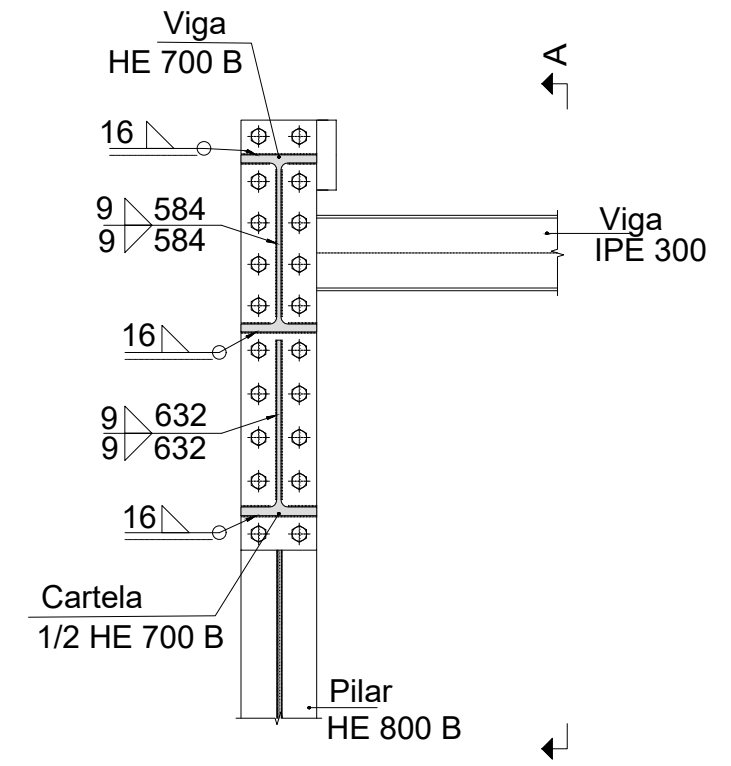
	Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica	
	Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez	
	Plano	4. Tipología Perfiles	Fecha	19-05-2025	Plano



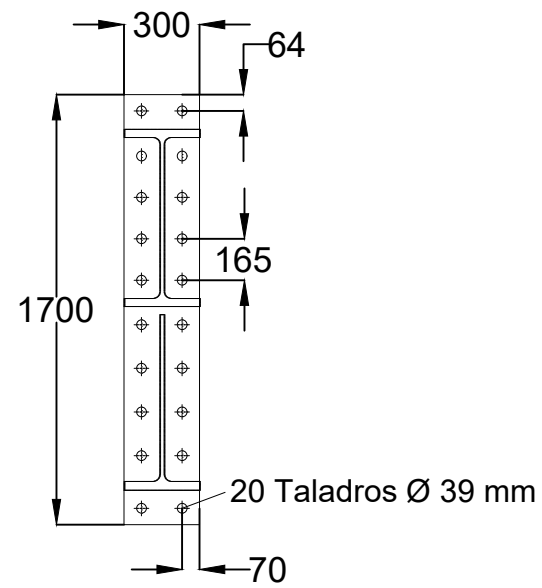
Sección D - D



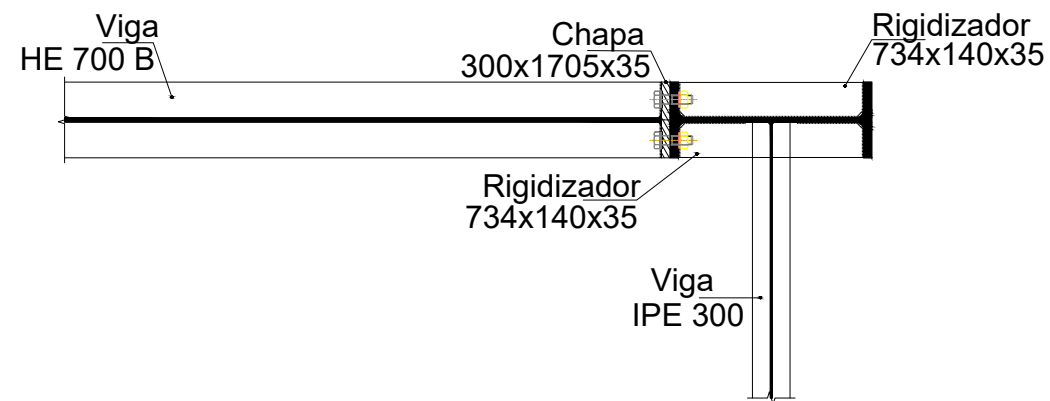
Sección A - A



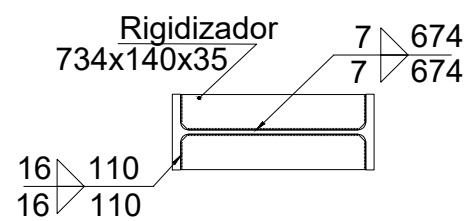
Sección B - B



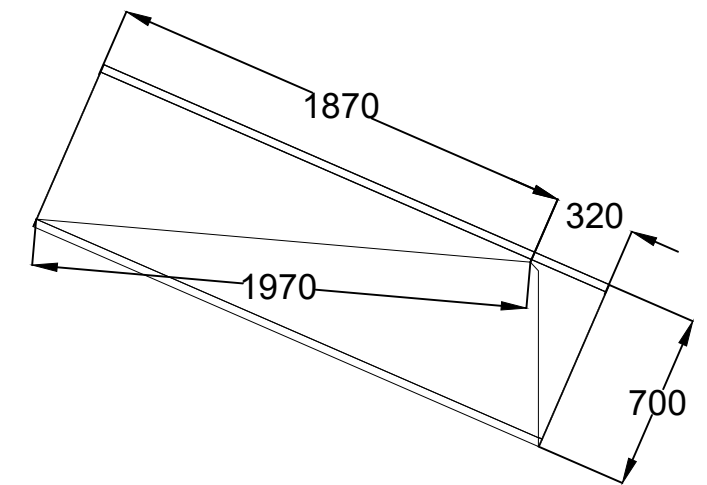
Chapa frontal de la viga HE 700 B  
(e = 35 mm)



Sección C - C



d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores  
a Pilar HE 800 B

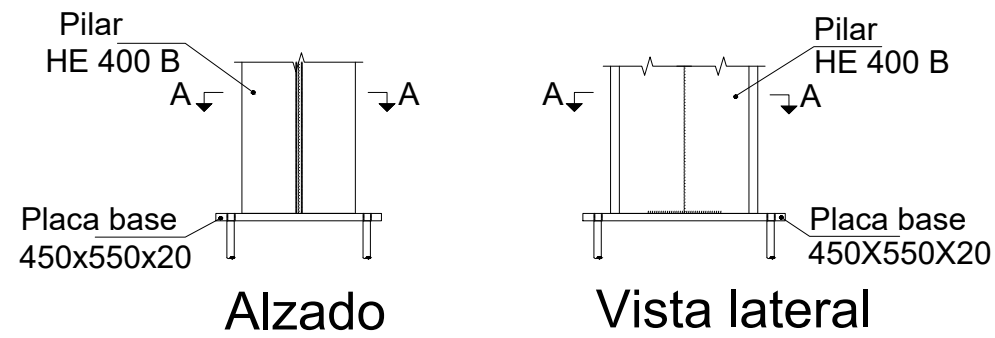


Detalle de la cartela (1/2 HE 700 B)

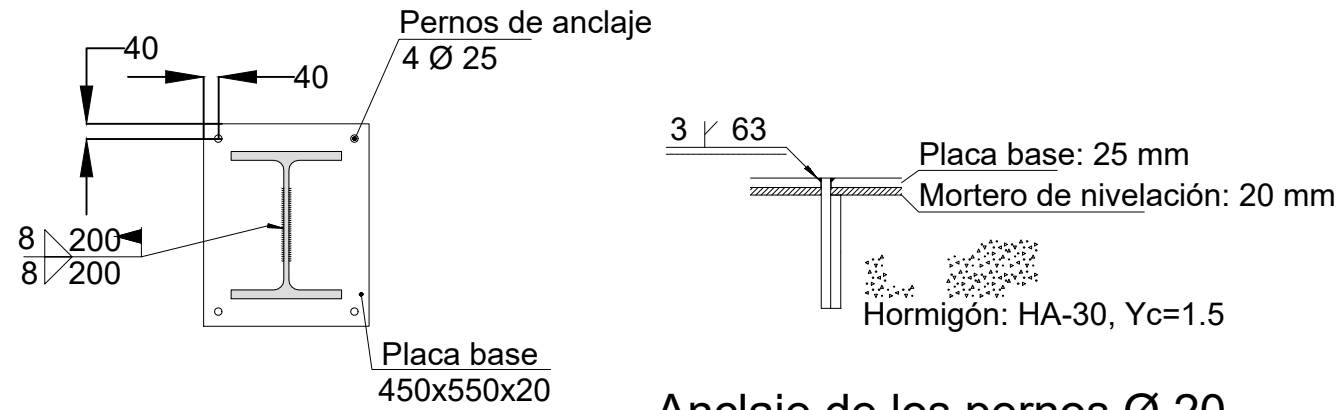
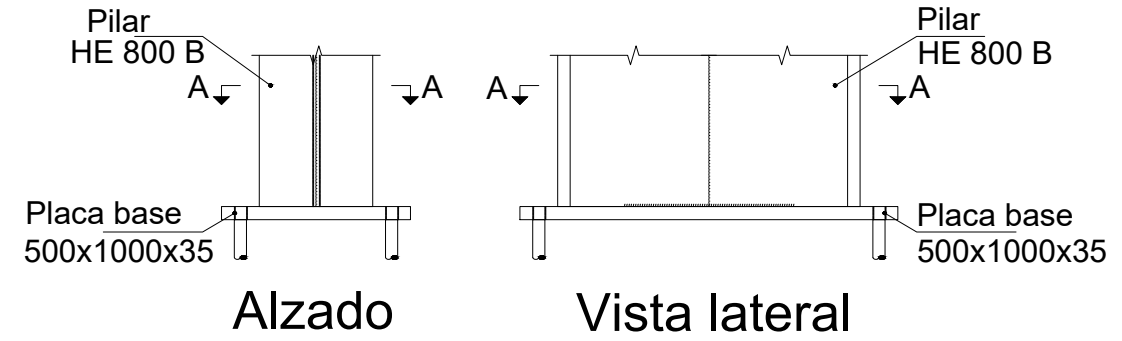


Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
Plano	5.1 Unión Pilar y Viga	Fecha	19-05-2025
		Plano	1:50

### Placa anclaje HEB 400

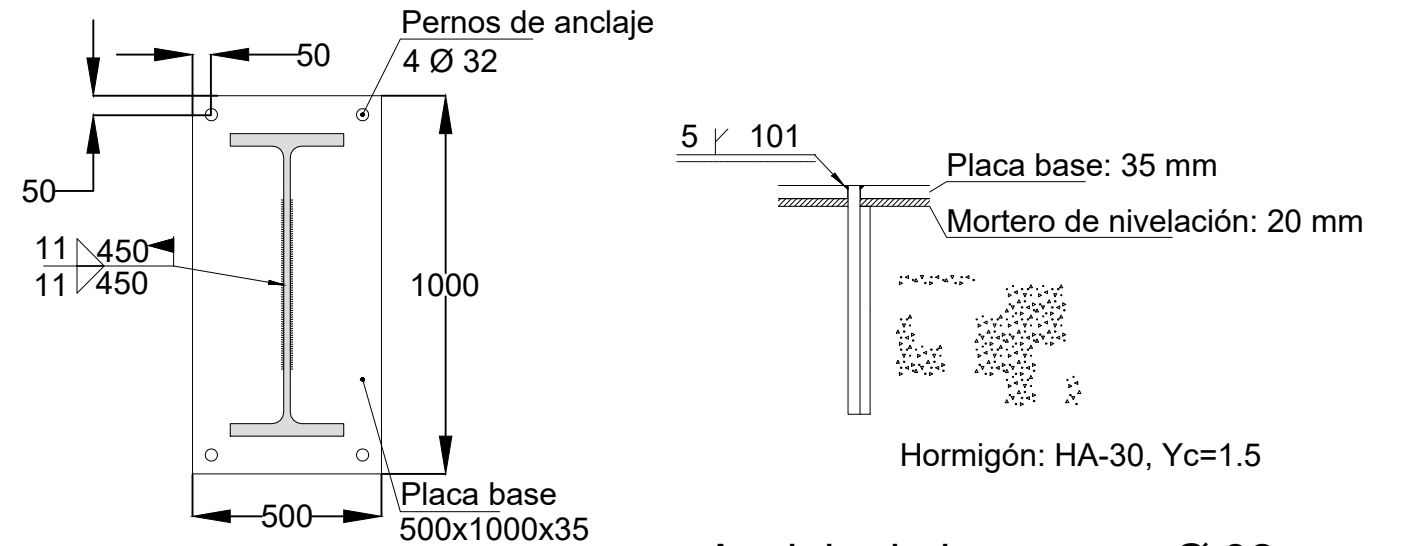


### Placa anclaje HEB 800



Sección A - A

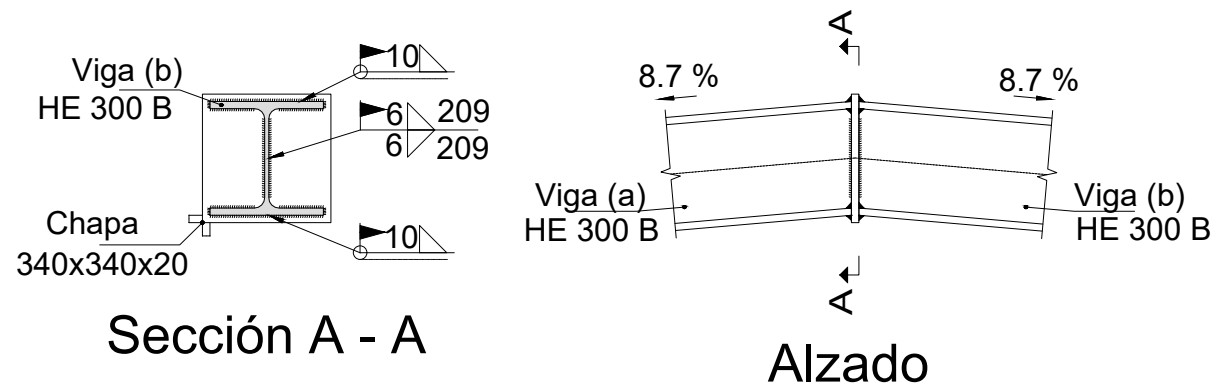
Anclaje de los pernos Ø 20,  
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)



Sección A - A


Anclaje de los pernos Ø 32,  
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)

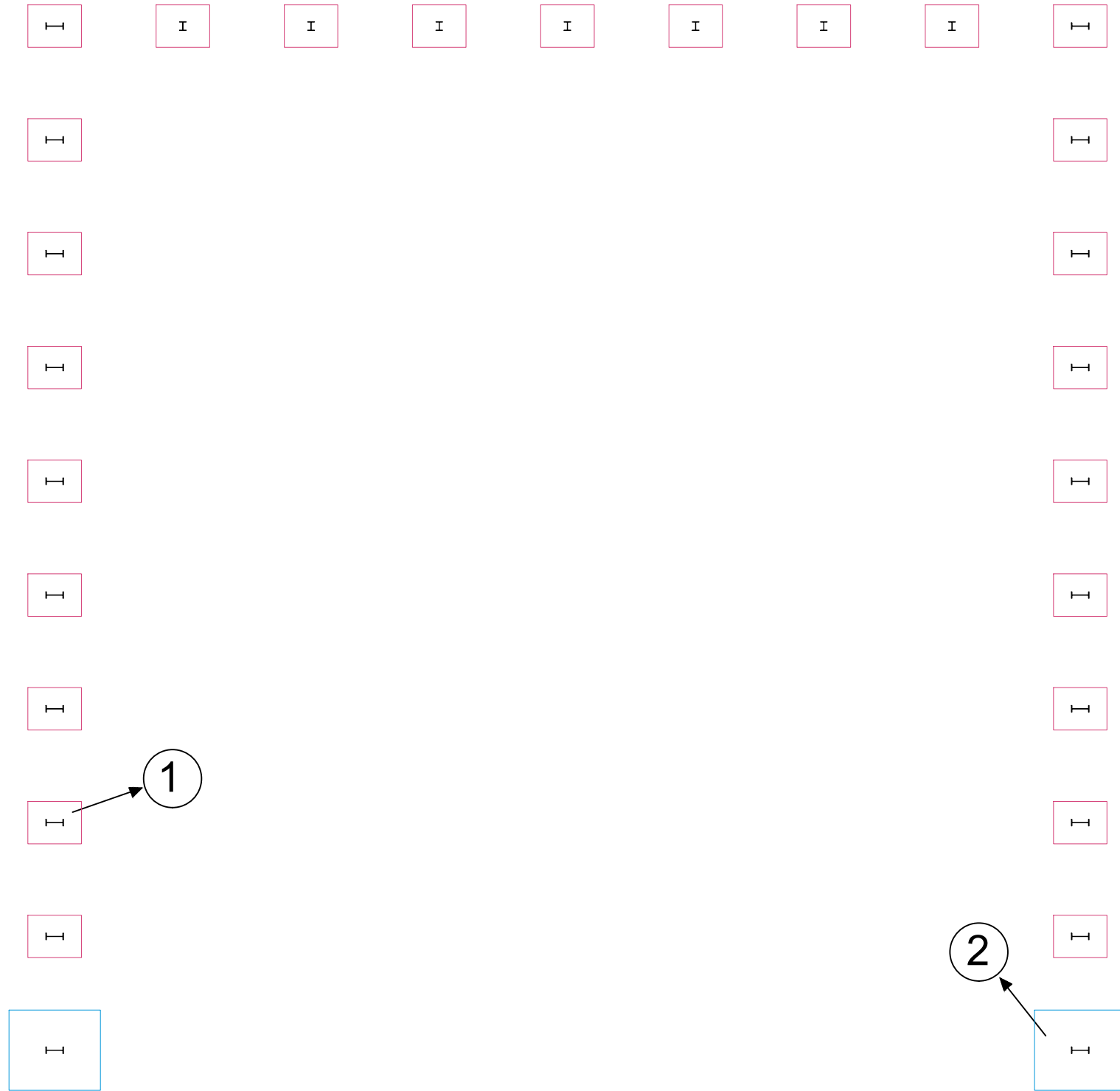
### Unión cumbre



Sección A - A

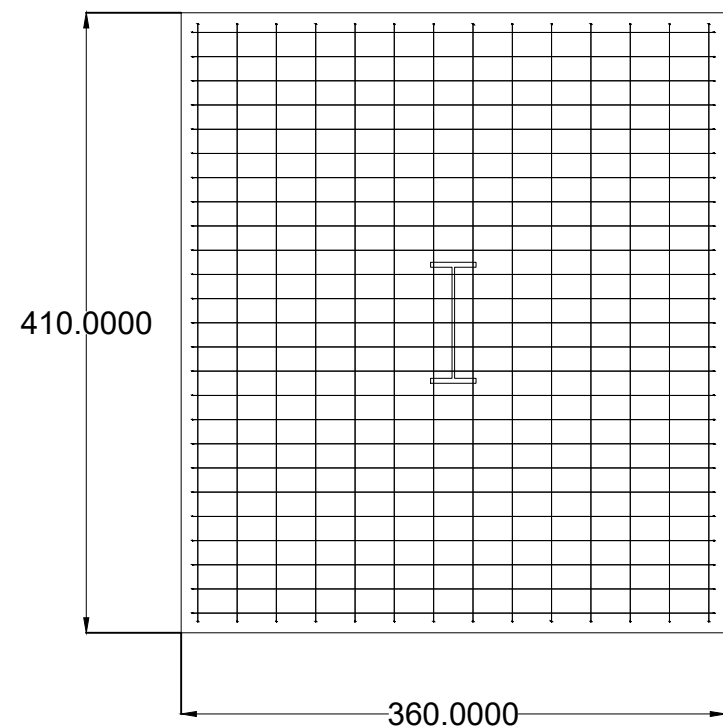
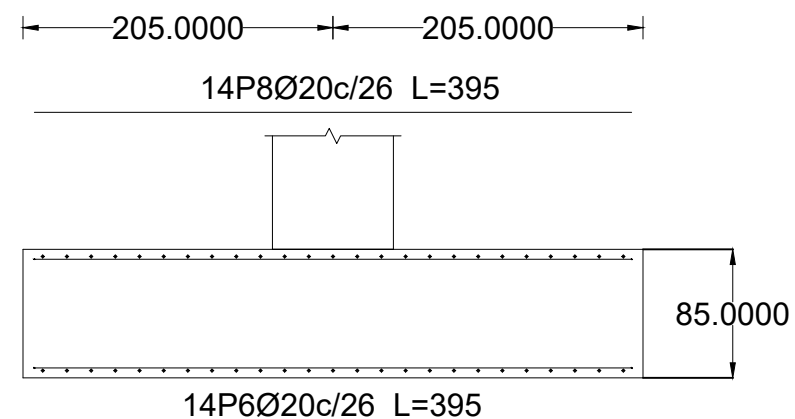
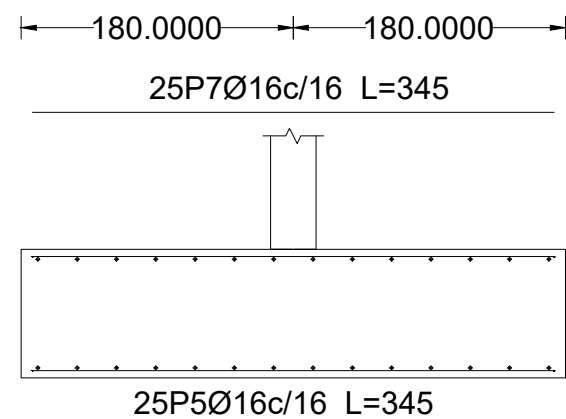
Alzado

	Autor Noemí Martínez Rodríguez	Titulación Ingeniería Mecánica	
	Proyecto Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor Antonia María Lima Rodríguez	
	Plano 5.2. Unión cumbre y placas de anclaje	Fecha 19-05-2025	Plano 1:20

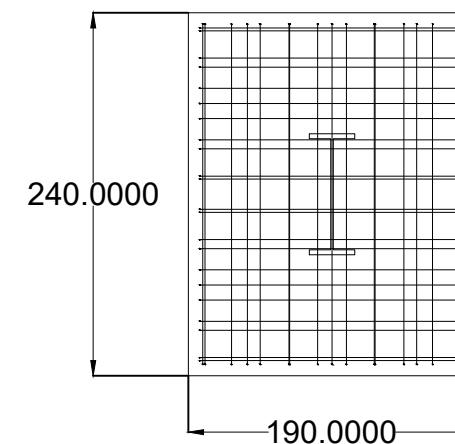
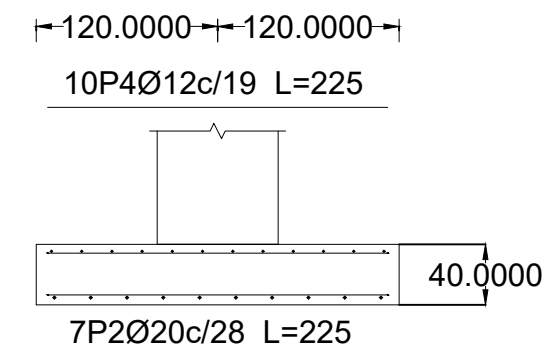
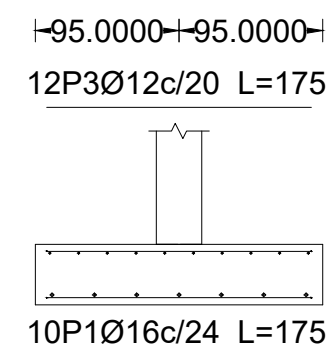


<b>Autor</b> Noemí Martínez Rodríguez	<b>Titulación</b> Ingeniería Mecánica
<b>Proyecto</b> Hangar Aeropuerto Málaga	<b>Tutor</b> Antonia María Lima Rodríguez
<b>Plano</b> 6.1. Cimentación	<b>Fecha</b> 19-05-2025
	<b>Plano</b> 1:25


1



2



Cotas en mm

	Autor	Noemí Martínez Rodríguez	Titulación	Ingeniería Mecánica
	Proyecto	Hangar Aeropuerto Málaga	Tutor	Antonia María Lima Rodríguez
	Plano	6.2. Zapatas	Fecha	19-05-2025
			Plano	1:5



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación**

**Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

# **ANEXO II. INFORME CÁLCULOS**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Diseño y cálculo estructural de un hangar en el aeropuerto de  
Málaga**

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Noemí Martínez Rodríguez

Tutor: Antonia María Lima Rodríguez

Cotutor: María Eugenia Parrón Rubio





## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

### 1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

#### 1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C



Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno



Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## 2. ESTRUCTURA

### 2.1. Geometría

#### 2.1.1. Barras



## 2.1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Limite elástico α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

## 2.1.1.2. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 800 B	300.000			10.026			78704.10		
			HE 400 B	113.000			2.235			17545.85		
			HEB 700 (H: 550/500)x17x300x32	115.434			3.121			24499.76		
			HEB 700 (H: 500/400)x17x300x32	115.434			2.974			23344.41		
			HEB 700 (H: 400/300)x17x300x32	115.434			2.778			21803.94		
			HEB 700 (H: 700/550)x17x300x32	57.717			1.659			13020.11		
			HE 700 B, Simple con cartelas	57.717			2.358			18593.09		
			R 28	866.402	874.736		0.533	25.150		4187.89	197511.25	
			R		866.402		0.533				4187.89	
			IPE 300	91.800			0.494			3876.99		
			IPE 200	688.500			1.962			15403.47		
			IPE		780.300		2.456				19280.46	
			Hot Finished SHS	SHS 220x16.0	413.400		5.118			40179.57		
					413.400		5.118			40179.57		40179.57
				2934.837			33.258			261159.17		

## 2. Resultados

### 2.1. Barras

#### 2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Modificado por una versión educativa de CYPE



Barra N235/N25

Perfil: HEB 700 (H:400/300)x17x300x32 (Canto 400.0 / 300.0 mm)  
Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas <sup>(1)</sup>				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(3)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N235	N25	2.886	249.12	70541.21	14413.76	710.39
Notas: <sup>(1)</sup> Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N235) <sup>(2)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(3)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	8.00	1.00	1.00	
L <sub>k</sub>		0.000	23.087	2.886	2.886	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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



La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.01.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 2.01

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 233.94 cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub>: Límite elástico.

f<sub>y</sub> : 265.00 MPa

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

N<sub>cr</sub> : 1539.04 kN

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

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

N<sub>cr,y</sub> : 1539.04 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

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

N<sub>cr,z</sub> : ∞

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N<sub>cr,T</sub> : 54599.21 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

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

I<sub>y</sub> : 39578.44 cm<sup>4</sup>



# Listados

hangar\_final

Fecha: 18/06/25

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

$$I_z : \underline{14410.10} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{695.76} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{2798501.15} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

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

G: Módulo de elasticidad transversal.

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

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{23.087} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{2.886} \text{ m}$$

$i_o$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{15.19} \text{ cm}$$

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$$

Siendo:

$i_y$ ,  $i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{13.01} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{7.85} \text{ cm}$$

$y_o$ ,  $z_o$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{rc,ef}}}$$

$$16.82 \leq 169.19 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{286.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{17.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{48.62} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{rc,ef} : \underline{96.00} \text{ cm}^2$$

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.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Producido por la Comisión educativa de CYPE

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.054} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{315.29} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{5858.27} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{232.12} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f<sub>y</sub>: Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

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

$$h : \underline{0.210} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{240.11} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{5858.27} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{232.12} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f<sub>y</sub>: Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Producido por una versión educativa de CYPE



La resistencia de cálculo a pandeo  $N_{b,Rd}$  en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{1142.31} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{232.12} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$\chi$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$C_y : \underline{0.19}$$

$$C_T : \underline{0.93}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{2.99}$$

$$f_T : \underline{0.59}$$

$\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{2.08}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.33}$$

$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1419.39} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1419.39} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{54988.64} \text{ kN}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.531} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{376.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{709.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:



# Listados

hangar\_final

Fecha: 18/06/25

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.

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 2809.51 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$f_y$  : 265.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Para esbelteces  $\lambda_{LT} \leq 0.4$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\lambda_{LT}$  : 0.35

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

$M_{cr}$  : 6180.48 kN·m

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

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

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$M_{LTV}$  : 4489.91 kN·m

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

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$M_{LTw}$  : 4247.23 kN·m

Siendo:

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

$W_{el,y}$  : 2433.43 cm<sup>3</sup>

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

$I_z$  : 14409.66 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  : 694.01 cm<sup>4</sup>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

$L_c^+$  : 2.886 m

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

$L_c^-$  : 2.886 m

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

$C_1$  : 1.00

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

$i_{f,z}^+$  : 8.37 cm

$i_{f,z}^-$  : 8.37 cm

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{7.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{367.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{1457.05} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

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

$$V_{Ed} : \underline{20.93} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{584.60} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{40.12} \text{ cm}^2$$

$$A_v = d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{236.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{17.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$13.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{13.88}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$I_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.94}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.34} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{2797.67} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{192.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{240.62} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \underline{286.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{17.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$25.12 \text{ kN} \leq 354.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

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

$$V_{Ed} : \underline{25.12} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{708.45} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.34 \text{ kN} \leq 1398.84 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.34} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2797.67} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.585} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.838} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.372} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{240.11} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{376.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{4.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{5858.27} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{709.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{367.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{232.12} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2809.51} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1457.05} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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



$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.17}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.19}$$

$$c_z : \underline{1.00}$$

$c_{LT}$ : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{i}_y : \underline{2.08}$$

$$\bar{i}_z : \underline{0.00}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Producido por el software de cálculo estructural de CYPE

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$25.12 \text{ kN} \leq 351.41 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{25.12} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{702.82} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{31.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{216.88} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N25, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

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

$$V_{Ed} : \underline{20.93} \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{579.90} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{584.60} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{2.92} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{216.88} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP + 1.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.34} \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2774.27} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{2797.67} \text{ kN}$$

 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{3.03} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 $W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{219.44} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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







Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{cr}$	$N_{cr}$	$N_{t,cr}$	$M_{1,cr}$	$M_{2,cr}$	$V_{cr}$	$V_{t,cr}$	$M_{1,V,cr}$	$M_{2,V,cr}$	$N_{M,M_2}$	$N_{M,M_1,V,V_2}$	$M_{1,cr}$	$M_{V,cr}$		$M_{V_t,cr}$
N133/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 36.6$	x: 0 m $\eta = 4.8$	$\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 41.5
N60/N126	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.234 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 21.3$	x: 3.75 m $\eta = 31.5$	x: 3.75 m $\eta = 1.8$	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.1$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	x: 3.75 m $\eta = 53.8$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 53.8
N126/N120	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 14.7$	x: 3.75 m $\eta = 38.7$	x: 3.75 m $\eta = 2.4$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.75 m $\eta = 53.6$	$\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 53.6
N120/N134	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 10.1$	x: 0 m $\eta = 38.7$	x: 3.75 m $\eta = 4.6$	$\eta = 1.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.1$	$\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 48.1
N134/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 4.25 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 29.7$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 32.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 32.9
N62/N127	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.234 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 21.3$	x: 3.75 m $\eta = 31.5$	x: 3.75 m $\eta = 1.8$	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.1$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	x: 3.75 m $\eta = 53.8$	x: 0.234 m $\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 53.8
N127/N121	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 14.7$	x: 3.75 m $\eta = 38.7$	x: 3.75 m $\eta = 2.4$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.75 m $\eta = 53.6$	$\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 53.6
N121/N135	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	$N_{cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 10.1$	x: 0 m $\eta = 38.7$	x: 3.75 m $\eta = 4.6$	$\eta = 1.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.1$	$\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 48.1
N135/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 4.25 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 29.7$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 32.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{1,cr} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 32.9
N81/N210	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 0.7$	x: 2.886 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 53.9$	x: 2.886 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 57.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 57.2
N210/N79	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.3$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 27.7$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 8.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.7$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 29.7
N79/N220	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 3.4$	x: 2.886 m $\eta = 12.5$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 14.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 14.9
N220/N80	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.5$	x: 2.886 m $\eta = 5.8$	x: 2.886 m $\eta = 27.3$	x: 2.886 m $\eta = 1.1$	x: 2.886 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 32.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 32.5
N80/N230	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.0$	x: 2.886 m $\eta = 9.1$	x: 2.886 m $\eta = 46.2$	x: 2.886 m $\eta = 1.6$	x: 2.886 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 54.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 54.9
N230/N50	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.5$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	x: 2.886 m $\eta = 66.7$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 4.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 80.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 4.3$	$\eta < 0.1$	ERROR
N50/N211	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 51.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 11.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 60.7$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 11.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 60.7
N211/N92	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 5.8$	x: 2.886 m $\eta = 9.5$	x: 0 m $\eta = 22.7$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 30.0
N92/N221	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 6.7$	x: 2.886 m $\eta = 12.8$	x: 2.886 m $\eta = 19.5$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 32.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 32.0
N221/N85	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 7.5$	x: 2.886 m $\eta = 17.3$	x: 2.886 m $\eta = 33.7$	x: 2.886 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 52.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 52.9
N85/N231	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 8.4$	x: 2.886 m $\eta = 23.7$	x: 2.886 m $\eta = 42.3$	x: 2.886 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 71.7$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 71.7
N231/N45	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 9.1$	x: 2.886 m $\eta = 33.2$	x: 2.886 m $\eta = 42.4$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 5.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 83.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 5.5$	$\eta < 0.1$	ERROR
N45/N218	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 66.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.8$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 73.7$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 73.7
N218/N163	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 31.2$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 37.5
N163/N228	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.2$	x: 2.886 m $\eta = 6.8$	x: 2.886 m $\eta = 16.9$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 24.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 24.5
N228/N177	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.4$	x: 2.886 m $\eta = 8.4$	x: 2.886 m $\eta = 36.0$	x: 2.886 m $\eta = 1.0$	x: 2.886 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 46.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 46.8
N177/N238	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.5$	x: 2.886 m $\eta = 10.9$	x: 2.886 m $\eta = 51.4$	x: 2.886 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 67.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 67.3
N238/N40	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.6$	x: 2.886 m $\eta = 14.9$	x: 2.886 m $\eta = 60.3$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 82.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	ERROR
N40/N169	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.8$	x: 2.886 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 66.4$	x: 2.886 m $\eta = 0.8$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 74.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 74.0
N169/N217	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.9$	x: 2.886 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 31.4$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 37.8
N217/N162	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.0$	x: 2.886 m $\eta = 6.8$	x: 2.886 m $\eta = 16.7$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 24.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 24.4
N162/N227	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.5$	x: 2.886 m $\eta = 35.9$											



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{cr}$	$N_c$	$N_{c,red}$	$M_1$	$M_2$	$V_1$	$V_2$	$M_{1,V_1}$	$M_{2,V_1}$	$N_{M,M_2}$	$N_{M,M,V,V_2}$	$M_1$		$M_{V_2}$	$M_{V_1}$
N215/N160	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.7$	x: 2.886 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 30.0$	x: 2.886 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 36.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 10.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 36.2
N160/N225	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.3$	x: 2.886 m $\eta = 8.6$	x: 2.886 m $\eta = 16.8$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 2.886 m $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 26.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 8.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 26.2
N225/N174	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.7$	x: 2.886 m $\eta = 11.1$	x: 2.886 m $\eta = 34.3$	x: 2.886 m $\eta = 1.1$	x: 2.886 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 48.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 48.1
N174/N235	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 5.2$	x: 2.886 m $\eta = 14.8$	x: 2.886 m $\eta = 47.4$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 68.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 68.1
N235/N25	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 5.4$	x: 2.886 m $\eta = 21.0$	x: 2.886 m $\eta = 53.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 83.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	ERROR
N166/N214	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 66.4$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 74.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 74.0
N214/N159	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 31.4$	x: 2.886 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 37.8
N159/N224	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	x: 2.886 m $\eta = 6.8$	x: 2.886 m $\eta = 16.7$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 2.886 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 24.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 24.4
N224/N173	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 8.5$	x: 2.886 m $\eta = 35.9$	x: 2.886 m $\eta = 1.2$	x: 2.886 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 46.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 46.8
N173/N234	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.4$	x: 2.886 m $\eta = 10.9$	x: 2.886 m $\eta = 51.3$	x: 2.886 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 5.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 66.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 66.6
N234/N20	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.5$	x: 2.886 m $\eta = 14.9$	x: 2.886 m $\eta = 60.2$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 83.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	ERROR
N165/N213	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 66.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 2.886 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 73.7$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 73.7
N213/N158	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.9$	x: 2.886 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 31.2$	x: 2.886 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 37.5
N158/N223	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 6.8$	x: 2.886 m $\eta = 16.9$	x: 2.886 m $\eta = 1.3$	x: 2.886 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 24.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 24.6
N223/N172	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.4$	x: 2.886 m $\eta = 36.0$	x: 2.886 m $\eta = 1.4$	x: 2.886 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 47.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 2.886 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 47.1
N172/N233	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	x: 2.886 m $\eta = 10.9$	x: 2.886 m $\eta = 51.4$	x: 2.886 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 66.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 66.9
N233/N15	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 14.9$	x: 2.886 m $\eta = 60.3$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 83.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	ERROR
N15/N212	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 34.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 44.9
N212/N157	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.0$	x: 2.886 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 2.886 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 27.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 27.4
N157/N222	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.9$	x: 2.886 m $\eta = 17.3$	x: 2.886 m $\eta = 22.0$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 41.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 41.2
N222/N171	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 5.8$	x: 2.886 m $\eta = 24.2$	x: 2.886 m $\eta = 30.2$	x: 2.886 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 59.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 59.9
N171/N232	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 6.7$	x: 2.886 m $\eta = 34.5$	x: 2.886 m $\eta = 30.5$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 73.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 73.1
N232/N10	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 7.4$	x: 2.886 m $\eta = 51.4$	x: 0 m $\eta = 30.3$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 77.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.9$	$\eta = 0.1$	ERROR
N10/N219	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 13.2
N219/N159	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.0$	x: 2.886 m $\eta = 15.3$	x: 2.886 m $\eta = 7.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.6$	x: 2.886 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 20.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 20.6
N159/N229	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.9$	x: 2.886 m $\eta = 21.7$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 2.886 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 2.886 m $\eta = 0.6$	CUMPLE h = 25.2
N229/N5	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 6.0$	x: 2.886 m $\eta = 30.4$	x: 2.886 m $\eta = 8.6$	x: 2.886 m $\eta = 27.7$	x: 2.886 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 48.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 1.7$	ERROR
N61/N209	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.4$	x: 2.886 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 8.6
N209/N53	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 7.6$	x: 2.886 m $\eta = 4.7$	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 11.8
N53/N77	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 0.7$	x: 2.886 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 53.9$	x: 2.886 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 57.2$	$\eta < 0.1$	x:			





Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{cr}$	$N_{cr}$	$N_{d}$	$M_{1d}$	$M_{2d}$	$V_{1d}$	$V_{2d}$	$M_{V1d}$	$M_{V2d}$	$N_{M1d}$	$N_{M2d}$	$M_{V1d}$		$M_{V2d}$	
N262/N185	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.0$	x: 2.886 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 2.886 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 27.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 27.4
N185/N252	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.9$	x: 2.886 m $\eta = 17.3$	x: 2.886 m $\eta = 22.0$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 41.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 41.2
N252/N178	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 5.8$	x: 2.886 m $\eta = 24.2$	x: 2.886 m $\eta = 30.2$	x: 2.886 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 59.9$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE h = 59.9
N178/N242	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 6.7$	x: 2.886 m $\eta = 34.5$	x: 1.649 m $\eta = 30.5$	x: 2.886 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 73.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE h = 73.1
N242/N10	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 7.4$	x: 2.886 m $\eta = 51.4$	x: 0 m $\eta = 30.3$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 77.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.1$	x: 2.886 m $\eta = 8.9$	$\eta = 0.1$	ERROR
N63/N259	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 1.4$	x: 2.886 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 8.6
N259/N55	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 7.6$	x: 2.886 m $\eta = 4.7$	x: 2.886 m $\eta = 2.3$	x: 2.886 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 11.8
N55/N249	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 3.1$	x: 2.886 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 2.886 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 13.2
N249/N57	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.0$	x: 2.886 m $\eta = 15.3$	x: 2.886 m $\eta = 7.1$	x: 2.886 m $\eta = 2.6$	x: 2.886 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 20.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 20.6
N57/N239	x: 2.886 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 4.9$	x: 2.886 m $\eta = 21.7$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 2.886 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 2.886 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 2.886 m $\eta = 0.6$	CUMPLE h = 25.2
N239/N5	x: 2.267 m $\bar{\lambda} \geq 2.0$ Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	x: 2.886 m $\eta = 6.0$	x: 2.886 m $\eta = 30.4$	x: 2.886 m $\eta = 8.6$	x: 2.886 m $\eta = 27.7$	x: 2.886 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 48.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.886 m $\eta = 0.9$	x: 2.886 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 1.7$	ERROR
N4/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$N_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 9.7$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 38.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 64.7$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 64.7
N9/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 4.7$	$\eta = 2.0$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 38.5$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.1 m $\eta = 1.9$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 64.8$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 64.8
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 4.7$	$\eta = 2.0$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 41.4$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.1 m $\eta = 2.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 68.0$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 68.0
N19/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 4.7$	$\eta = 2.1$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 43.5$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 70.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 70.2
N24/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$\eta = 7.9$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 43.5$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 72.7$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 72.7
N29/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 2.7$	$\eta = 1.2$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 43.8$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.1 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 67.6$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 67.6
N34/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 2.8$	$\eta = 1.2$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 44.6$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 66.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 66.1
N39/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 1.1$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 47.4$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.1 m $\eta = 2.6$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 68.9$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 68.9
N44/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$N_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 8.0$	x: 2.55 m $\eta = 30.6$	x: 2.55 m $\eta = 59.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.1 m $\eta = 3.0$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 82.6$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 82.6
N49/N136	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 47.6$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 47.6
N136/N137	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.4$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 46.9$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 46.9
N137/N138	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.4$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 5.1 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 46.9$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 46.9
N138/N139	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.4$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 47.3$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 47.3
N139/N140	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$N_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 3.5$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 49.6$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 49.6
N140/N141	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 47.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 47.1
N141/N142	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 2.55 m $\eta = 35.6$	x: 2.55 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 7.5$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 47.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 47.1
N70/N143	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.319 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.1$	x: 2.55 m $\eta = 52.6$	x: 2.55 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 69.9$	x: 0.319 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 69.9
N143/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.5$	x: 2.55 m $\eta = 52.6$	x: 2.55 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 69.4$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE h = 69.4
N144/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.255 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,lim}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.5$	x: 2.55 m $\eta = 52.6$	x: 2.55 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 5.1 m $\eta = 3.3$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	x: 2.55 m $\eta = 69.4$	x: 0.255 m $\eta < 0.1$	$M_{d2} = 0$			























## Notación:

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

## Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

## Errores:

- (1) Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.



## 1. ESTRUCTURA

### 1.1. Uniones

#### 1.1.1. Especificaciones para uniones soldadas

Norma:

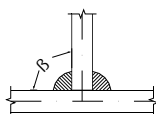
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

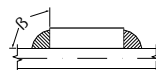
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

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  $\beta$  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.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:  
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:  
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- c) Cordones de soldadura en ángulo:  
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.  
Se comprueban los siguientes tipos de tensión:



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

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

Donde  $K = 1$ .

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.

### 1.1.2. Especificaciones para uniones atornilladas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Clase de acero de los tornillos pretensados empleados: 10.9 (4.3.1 CTE DB SE-A).

Disposiciones constructivas:

- 1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 <sup>(1)</sup>	e2 <sup>(2)</sup>	p1 <sup>(1)</sup>	p2 <sup>(2)</sup>	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas <sup>(3)</sup>	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

Notas:  
<sup>(1)</sup> Paralela a la dirección de la fuerza  
<sup>(2)</sup> Perpendicular a la dirección de la fuerza  
<sup>(3)</sup> Se considera el menor de los valores  
do: Diámetro del agujero.  
t: Menor espesor de las piezas que se unen.  
En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

- 5) En cada tornillo, se colocará una arandela con chaflán (EN 14399-6) en el lado de la cabeza, de tal manera que el chaflán de la arandela se sitúa hacia la cabeza. Para el lado de la tuerca, se permite usar una arandela plana (EN 14399-5) o una arandela con chaflán (EN 14399-6), con el chaflán de la arandela situado hacia la tuerca.

- 6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.



7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos pretensados:

- Los tornillos de un grupo, antes de iniciar el pretensado, deben estar apretados como si fueran tornillos sin pretensar.

- Con la finalidad de garantizar la capacidad frente al deslizamiento de las superficies a unir, las piezas a unir serán tratadas de la siguiente manera: Superficies limpiadas a cepillo metálico o con llama, con eliminación de partes oxidadas (Clase C según UNE-ENV 1090-1:1997).

- Con objeto de alcanzar un pretensado uniforme, el apriete se realizará progresivamente, desde los tornillos centrales de un grupo hasta los bordes, para posteriormente realizar ciclos adicionales de apriete. Pueden utilizarse lubricantes entre las tuercas y tornillos o entre las arandelas y el componente que gira, siempre que no se alcance la superficie de contacto, esté contemplado como posibilidad por el procedimiento y lo admita el pliego de condiciones.

- Si un conjunto tornillo, tuerca y arandelas se ha apretado hasta el pretensado mínimo y luego aflojado, debe ser retirado y descartar su utilización, salvo que lo admita el pliego de condiciones.

- El apriete se realizará siguiendo uno de los procedimientos que se indican a continuación, el cual debe estar calibrado mediante ensayos:

a) Método de control del par torsor:

Se utiliza una llave dinamométrica para alcanzar el par de apriete necesario para producir la fuerza de pretensado en el tornillo utilizada en el dimensionamiento de las uniones. En la siguiente tabla se indican valores orientativos de los pares torsores correspondientes a cada diámetro de tornillo:

Acero clase 10.9	
Diámetro del tornillo	Par torsor de apriete (N·m)
M36	3710

b) Método del giro de la tuerca:

Se realiza una marca permanente en la posición de "apretado a tope " y luego se da el giro de la tuerca necesario para alcanzar el pretensado mínimo en el tornillo, determinado por los correspondientes ensayos de procedimiento.

c) Método del indicador directo de tensión:

Este método es de aplicación a dispositivos tales como las arandelas indicadoras de tensión, que denotan cuándo se ha alcanzado el pretensado mínimo, mediante el control de la tensión en el tornillo.

No es aplicable a la medición directa de tornillos pretensados mediante el uso de instrumentos hidráulicos.

Después de que el apriete alcance la condición uniforme de "apretado a tope", todos los tornillos se apretarán hasta obtener, al menos, el pretensado mínimo especificado según se determine en los ensayos de procedimiento o de calibración.

Las separaciones medidas en las arandelas indicadoras de tensión pueden promediarse para establecer la aceptabilidad del conjunto tornillo, tuerca y arandelas.

Este método requiere una atención especial con respecto a la planeidad y a las tolerancias de espesor de las chapas en las uniones.

d) Método combinado:

Se realiza un apriete inicial por el método a), con una llave ajustada a un par torsor con el que se alcance el 75% del pretensado mínimo, a continuación se marca la posición de la tuerca (como en el método b) y luego se aplica una segunda fase de apriete final, en la que se da el giro de tuerca



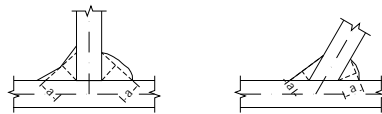
determinado de los ensayos de procedimiento.

## Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

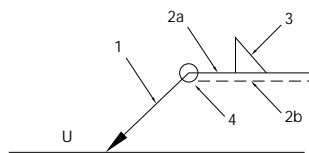
### 1.1.3. Referencias y simbología

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

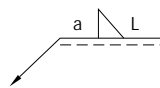
### Método de representación de soldaduras



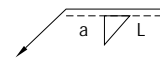
#### Referencias:

- 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.



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



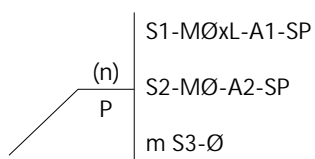
Referencia 3

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

Método de representación de los tornillos de una unión



Referencias:

n: Cantidad de tornillos

P: Tornillos pretensados resistentes a deslizamiento

S1: Norma de especificación del tornillo

$\emptyset$ [mm]: Diámetro nominal

L[mm]: Longitud nominal del tornillo

A1: Clase de calidad del acero del tornillo

S2: Norma de especificación de la tuerca

A2: Clase de calidad del acero de la tuerca

m: Cantidad de arandelas

S3: Norma de especificación de la arandela

SP: Sistema de pretensado



#### 1.1.4. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

##### 1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

##### 2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

##### 3. Placa de anclaje

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

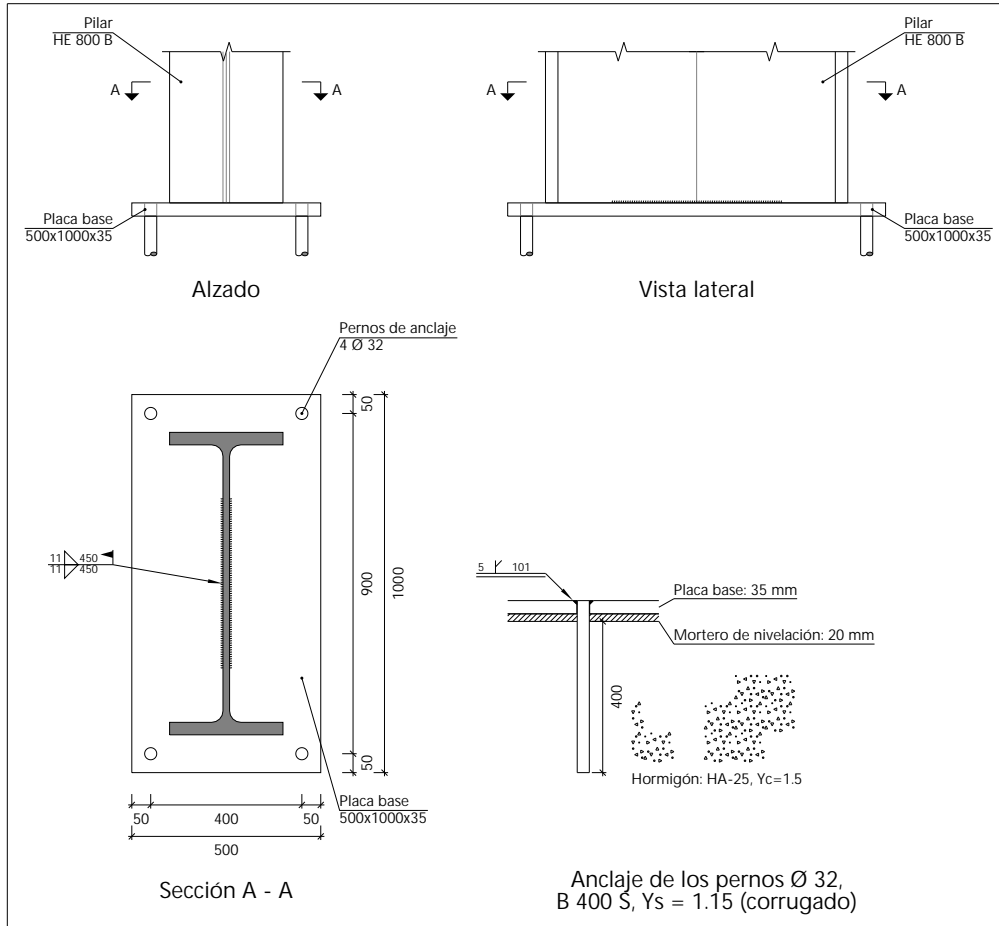
Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

#### 1.1.5. Memoria de cálculo



## 1.1.5.1. Tipo 1

### a) Detalle



Producido por una versión educativa de CYPE

### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		500	1000	35	4	42	34	5	S275	275.0	410.0

### c) Comprobación

#### 1) Pilar HE 800 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	103.09	261.90	39.36



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	11	450	17.5	90.00
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	56.5	56.5	10.6	114.5	29.68	56.5	17.23	410.0	0.85



## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 96 mm Calculado: 400 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 37 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 109.41 kN Calculado: 58.26 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 76.59 kN Calculado: 29.95 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 109.41 kN Calculado: 101.04 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 65.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 105.969 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 586.67 kN Calculado: 28.59 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 40.1612 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 40.1612 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 68.4398 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 68.4398 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 4551.8	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4551.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2768.18	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2768.18	Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0551		

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	5	101	32.0	90.00
l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	215.7	373.6	96.82	0.0	0.00	410.0	0.85

## d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	11	900

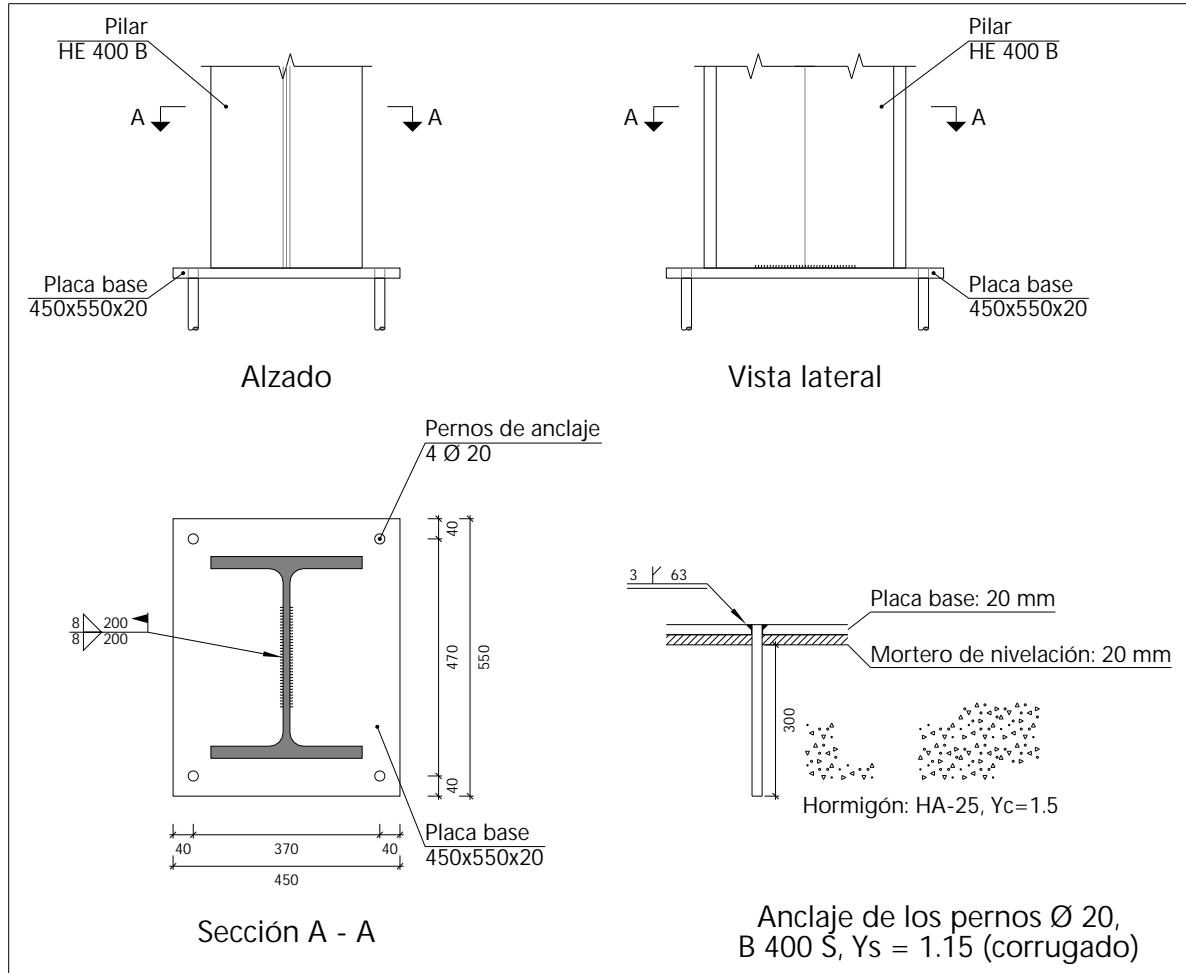
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x1000x35	137.38
				Total
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 32 - L = 487$	12.30
				Total

Producido por una versión educativa de CYPE



## 1.1.5.2. Tipo 2

### a) Detalle



Producido por una versión educativa de CYPE

### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		450	550	20	4	26	22	3	S275	275.0	410.0

### c) Comprobación

#### 1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	254.74	261.90	97.27



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	8	200	13.5	90.00
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	151.1	151.6	11.2	303.6	78.68	151.6	46.23	410.0	0.85



## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 23 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 51.29 kN Calculado: 0 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 35.9 kN Calculado: 18.29 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 51.29 kN Calculado: 26.13 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 105.081 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 209.52 kN Calculado: 17.14 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 115.287 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 115.287 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 111.447 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 111.447 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1441.13	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1441.13	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1033.42	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1033.42	Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.102		

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	63	20.0	90.00
l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

## d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	251
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	400

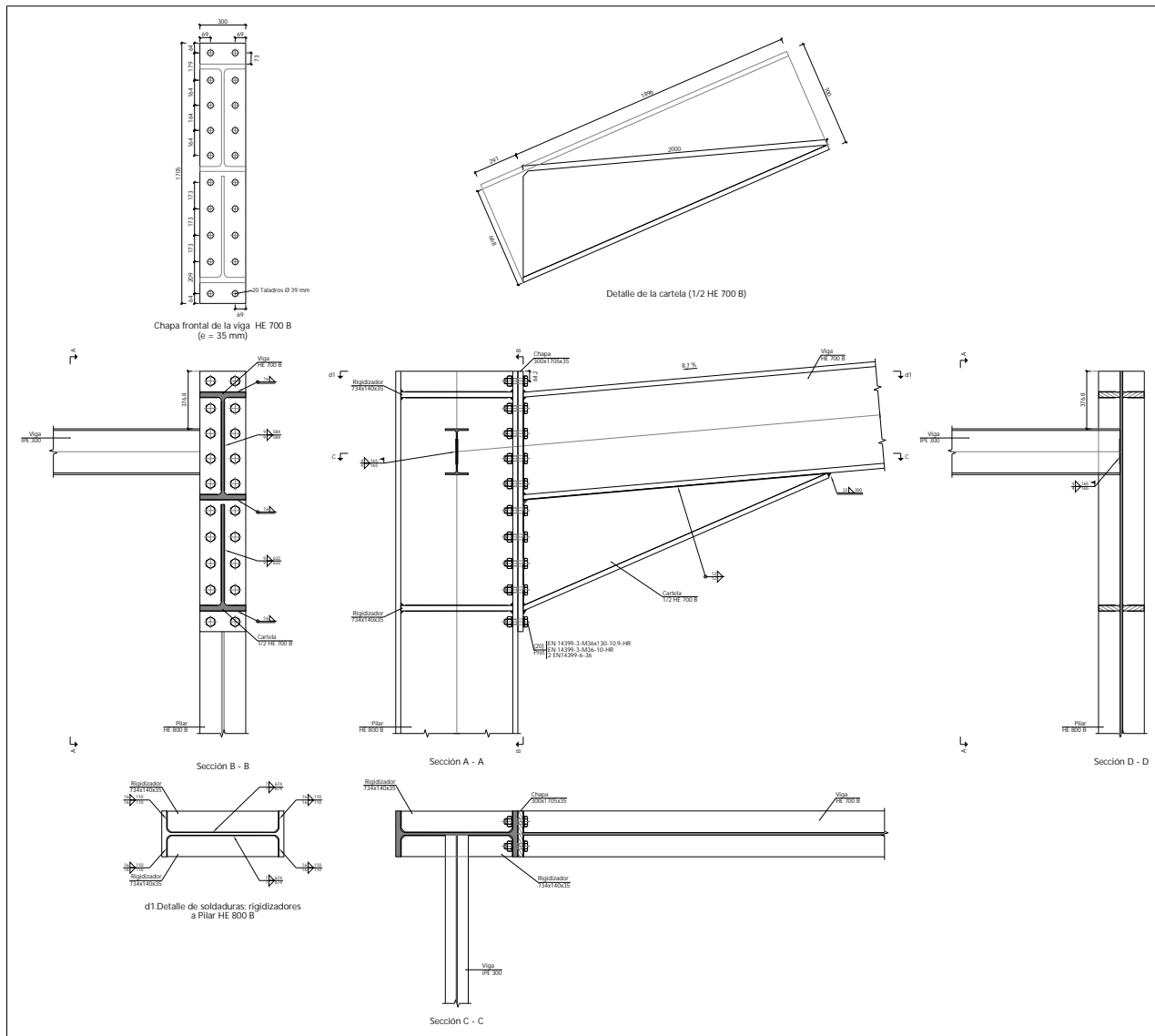
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x550x20	38.86
				Total
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 360$	3.55
				Total

Producido por una versión educativa de CYPE



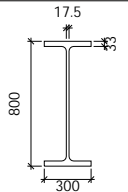
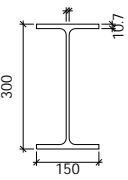
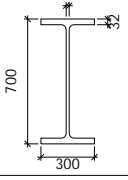
## 1.1.5.3. Tipo 3

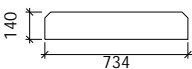
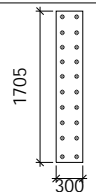
### a) Detalle

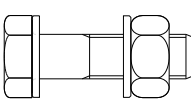




b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 800 B		800	300	33	17.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	275.0	410.0
Viga	HE 700 B		700	300	32	17	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		734	140	35	-	-	S275	275.0	410.0
Chapa frontal: Viga HE 700 B		300	1705	35	20	39	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
EN 14399-3-M36x130-10.9-HR EN 14399-3-M36-10-HR 2 EN14399-6-36	X		M36	130	10.9	900.0	1000.0

Producido por una versión educativa de CYPE



c) Comprobación

1) Pilar HE 800 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	64.82	
	Cortante	kN	1935.98	3411.87	56.74	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	110.60	261.90	42.23	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	122.71	261.90	46.85	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	110.63	261.90	42.24	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	122.68	261.90	46.84	
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	170.51	261.90	65.10	
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	177.05	261.90	67.60	
Viga HE 700 B	Ala	Tracción por flexión	kN	366.13	1055.76	34.68
		Tracción	kN	141.98	1363.54	10.41
	Alma	Tracción	kN	305.50	762.10	40.09
Viga IPE 300	Alma	Punzonamiento	kN	105.76	1185.42	8.92
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	105.76	210.25	50.30

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	16	110	33.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	674	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	16	110	33.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	674	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	16	110	33.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	674	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	16	110	33.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	674	17.5	90.00

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



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	85.5	85.5	0.1	171.1	44.34	85.5	26.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	45.1	78.2	20.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	94.9	94.9	0.1	189.8	49.19	94.9	28.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	50.1	86.7	22.47	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	85.6	85.6	0.1	171.1	44.35	85.6	26.09	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	45.1	78.2	20.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	94.9	94.9	0.1	189.8	49.18	94.9	28.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	50.1	86.7	22.47	0.0	0.00	410.0	0.85

## 2) Viga HE 700 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	366.13	855.23	42.81
Ala	Compresión	kN	1045.35	2741.93	38.12
	Tracción	kN	235.01	1257.14	18.69
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	454.82	1557.68	29.20
	Tracción	kN	255.29	770.86	33.12

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	16	300	32.0	85.03	
Soldadura del alma	En ángulo	9	584	17.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	16	300	32.0	85.03	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	9	664	17.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	16	300	32.0	66.49	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	12	2000	17.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	22	300	32.0	71.46	

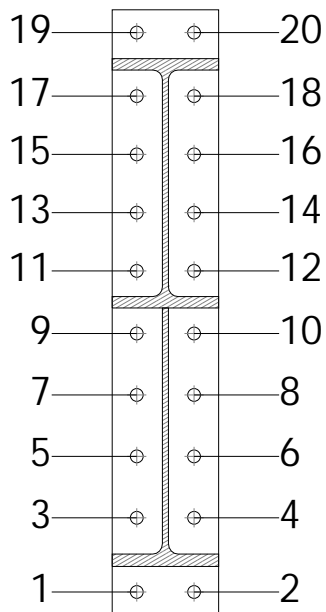
a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Producido por una versión educativa de CYPE



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	69.1	63.4	0.2	129.8	33.62	69.1	21.08	410.0	0.85
Soldadura del alma	59.9	59.9	7.6	120.6	31.26	60.0	18.28	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	17.6	16.2	0.1	33.1	8.57	17.6	5.38	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	63.7	63.7	7.6	128.2	33.22	63.8	19.44	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	54.7	83.5	0.0	154.7	40.08	77.8	23.73	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.9	8.5	2.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## Comprobaciones para los tornillos





# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Disposición							
Tornillo	Denominación	d <sub>0</sub> (mm)	e <sub>1</sub> (mm)	e <sub>2</sub> (mm)	p <sub>1</sub> (mm)	p <sub>2</sub> (mm)	m (mm)
1	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	64	69	209	162	64.2
2	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	64	69	209	162	64.2
3	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
4	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
5	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
6	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
7	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
8	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
9	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
10	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	173	162	69.3
11	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
12	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
13	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
14	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
15	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
16	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
17	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
18	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	--	69	164	162	69.3
19	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	64	69	179	162	64.2
20	EN 14399-3-M36x130-10.9-HR	39.0	64	69	179	162	64.2

--: La comprobación no procede.

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Max. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamiento	8.574	137.256	6.25	Vástago	533.044	588.240	90.62	6.25	90.62
	Aplastamiento	7.084	534.993	1.32	Punzonamiento	183.064	1289.862	14.19		
2	Deslizamiento	8.573	137.256	6.25	Vástago	533.044	588.240	90.62	6.25	90.62
	Aplastamiento	8.264	535.770	1.54	Punzonamiento	183.064	1289.862	14.19		
3	Deslizamiento	8.574	137.256	6.25	Vástago	530.869	588.240	90.25	6.25	90.25
	Aplastamiento	8.574	974.160	0.88	Punzonamiento	152.750	1289.862	11.84		
4	Deslizamiento	8.573	137.256	6.25	Vástago	530.869	588.240	90.25	6.25	90.25
	Aplastamiento	8.573	974.153	0.88	Punzonamiento	152.750	1289.862	11.84		
5	Deslizamiento	8.574	137.256	6.25	Vástago	529.068	588.240	89.94	6.25	89.94
	Aplastamiento	8.574	974.160	0.88	Punzonamiento	127.647	1289.862	9.90		
6	Deslizamiento	8.573	137.256	6.25	Vástago	529.068	588.240	89.94	6.28	89.94
	Aplastamiento	8.524	920.036	0.93	Punzonamiento	127.647	1289.862	9.90		
7	Deslizamiento	8.574	137.256	6.25	Vástago	527.267	588.240	89.63	6.25	89.63
	Aplastamiento	8.574	974.160	0.88	Punzonamiento	102.545	1289.862	7.95		
8	Deslizamiento	8.933	137.256	6.51	Vástago	527.267	588.240	89.63	6.58	89.63
	Aplastamiento	8.933	862.309	1.04	Punzonamiento	102.545	1289.862	7.95		
9	Deslizamiento	8.574	137.256	6.25	Vástago	525.466	588.240	89.33	6.26	89.33
	Aplastamiento	8.574	974.160	0.88	Punzonamiento	77.442	1289.862	6.00		
10	Deslizamiento	9.495	137.256	6.92	Vástago	525.466	588.240	89.33	7.00	89.33
	Aplastamiento	9.495	806.866	1.18	Punzonamiento	77.442	1289.862	6.00		
11	Deslizamiento	9.269	137.256	6.75	Vástago	525.147	588.240	89.27	6.83	89.27
	Aplastamiento	9.269	974.160	0.95	Punzonamiento	73.003	1289.862	5.66		
12	Deslizamiento	10.199	137.256	7.43	Vástago	525.148	588.240	89.27	7.52	89.27
	Aplastamiento	10.199	759.780	1.34	Punzonamiento	73.013	1289.862	5.66		
13	Deslizamiento	10.091	137.256	7.35	Vástago	526.703	588.240	89.54	7.44	89.54
	Aplastamiento	10.091	974.160	1.04	Punzonamiento	94.684	1289.862	7.34		
14	Deslizamiento	10.952	137.256	7.98	Vástago	526.703	588.240	89.54	8.07	89.54
	Aplastamiento	10.952	725.165	1.51	Punzonamiento	94.694	1289.862	7.34		
15	Deslizamiento	10.984	137.256	8.00	Vástago	528.258	588.240	89.80	8.10	89.80
	Aplastamiento	10.984	974.160	1.13	Punzonamiento	116.365	1289.862	9.02		
16	Deslizamiento	11.780	137.256	8.58	Vástago	528.259	588.240	89.80	8.68	89.80
	Aplastamiento	11.780	698.144	1.69	Punzonamiento	116.375	1289.862	9.02		
17	Deslizamiento	11.932	137.256	8.69	Vástago	529.814	588.240	90.07	8.80	90.07
	Aplastamiento	11.932	974.160	1.22	Punzonamiento	138.046	1289.862	10.70		
18	Deslizamiento	12.668	137.256	9.23	Vástago	529.815	588.240	90.07	9.34	90.07
	Aplastamiento	12.668	677.114	1.87	Punzonamiento	138.055	1289.862	10.70		
19	Deslizamiento	13.014	137.256	9.48	Vástago	531.510	588.240	90.36	9.59	90.36
	Aplastamiento	8.574	534.705	1.60	Punzonamiento	161.677	1289.862	12.53		
20	Deslizamiento	13.692	137.256	9.98	Vástago	531.510	588.240	90.36	10.09	90.36
	Aplastamiento	13.692	659.368	2.08	Punzonamiento	161.686	1289.862	12.54		

Producido por una versión educativa de CYPE

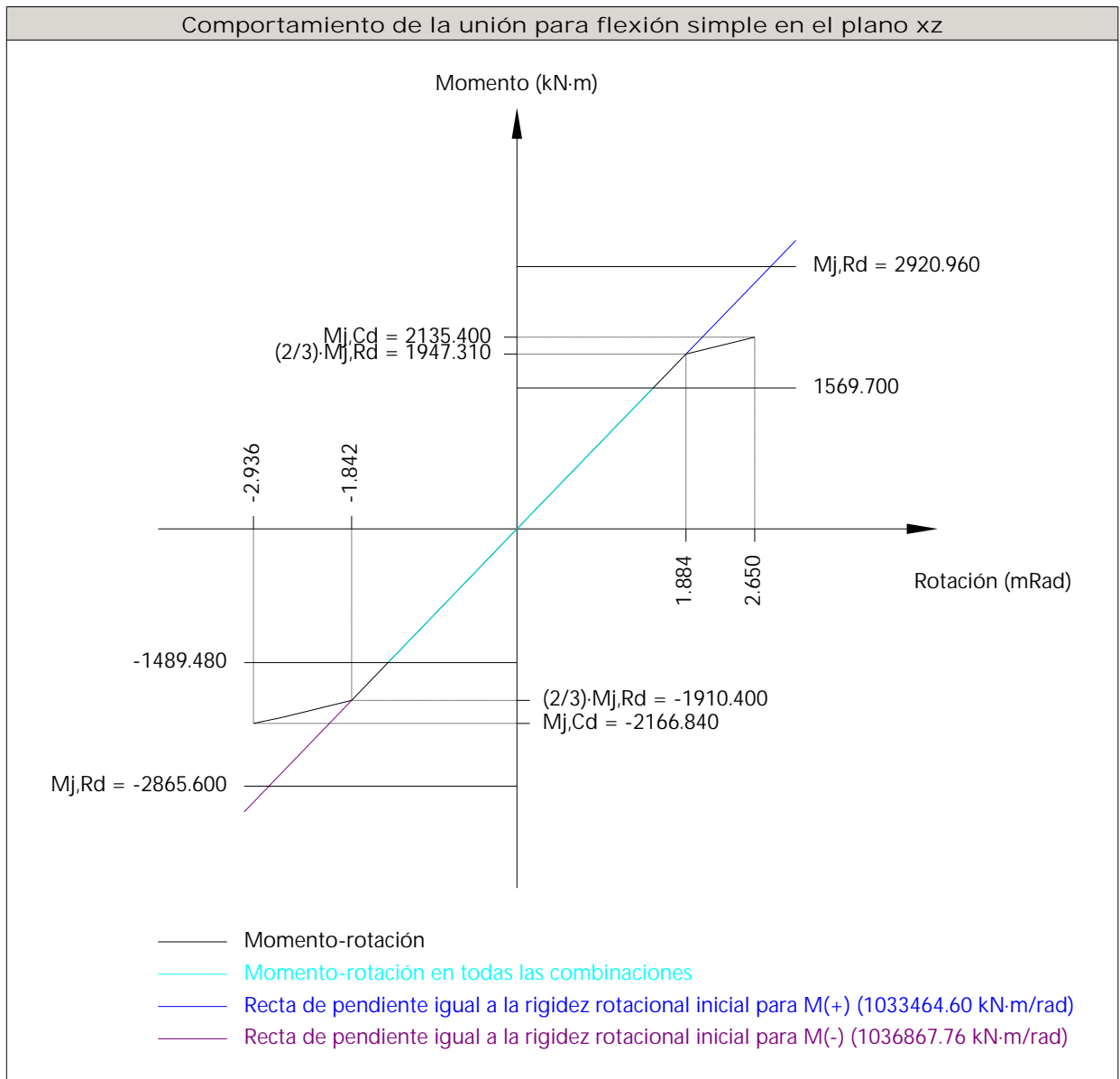


# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	84850.27	1033464.60
Calculada para momentos negativos	84850.27	1036867.76



Producido por una versión educativa de CYPE

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.52	1.80	84.62
Momento resistente	kNm	1569.70	2920.96	53.74
Capacidad de rotación	mRad	573.080	667	85.96

### 3) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	101.48	261.90	38.75



# Listados

hangar\_final\_uniones

Fecha: 19/06/25

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	165	7.1	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$	
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )			Aprov. (%)
Soldadura del alma	48.5	64.8	4.9	122.6	31.77	64.8	19.77	410.0	0.85

## d) Medición

Producido por una versión educativa de CYPE

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	5392
			9	2497
			12	4000
			16	3347
			22	300
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	330

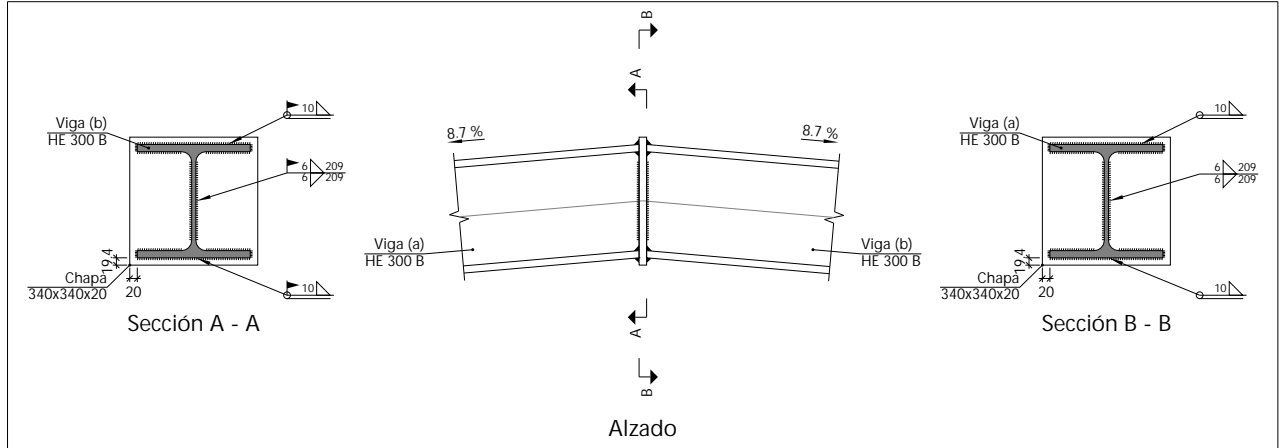
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	734x140x35	112.93
	Chapas	1	300x1705x35	140.53
	Total			253.47

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	20	EN 14399-3-M36x130-HR
Tuercas	Clase 10	20	EN 14399-3-M36-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	40	EN14399-6-36



## 1.1.5.4. Tipo 4

### a) Detalle



### b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		340	340	20	S275	275.0	410.0

### c) Comprobación

#### 1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE



## 2) Viga (a) HE 300 B

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	10	300	19.0	85.03
Soldadura del alma	En ángulo	6	209	11.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	10	300	19.0	85.03

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	147.1	160.4	0.4	314.4	81.48	147.1	44.84	410.0	0.85
Soldadura del alma	115.1	115.1	1.7	230.2	59.66	115.1	35.09	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	178.1	163.3	1.5	334.2	86.60	178.1	54.29	410.0	0.85

## 3) Viga (b) HE 300 B

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	10	300	19.0	85.03
Soldadura del alma	En ángulo	6	209	11.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	10	300	19.0	85.03

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	147.1	160.4	0.4	314.4	81.48	147.1	44.84	410.0	0.85
Soldadura del alma	115.1	115.1	1.7	230.2	59.66	115.1	35.09	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	178.1	163.3	1.5	334.2	86.60	178.1	54.29	410.0	0.85



d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	418
			10	1146
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	418
			10	1146

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	340x340x20	18.15
				Total



## 1.1.6. Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	418
			7	5392
			9	2497
			10	1146
			12	4000
			16	3347
			22	300
	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	251	
		5	402	
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	330
			6	418
			8	400
			10	1146
11			900	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	734x140x35	112.93
	Chapas	1	340x340x20	18.15
		1	300x1705x35	140.53
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	20	EN 14399-3-M36x130-HR
Tuercas	Clase 10	20	EN 14399-3-M36-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	40	EN14399-6-36

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x550x20	38.86
		1	500x1000x35	137.38
	Total			
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 360	3.55
		4	Ø 32 - L = 487	12.30
	Total			



## 1. CIMENTACIÓN

### 1.1. Elementos de cimentación aislados

#### 1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N51, N52, N54, N56, N58, N60 y N62	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95 cm Ancho inicial Y: 120 cm Ancho final X: 95 cm Ancho final Y: 120 cm Ancho zapata X: 190 cm Ancho zapata Y: 240 cm Canto: 40 cm	Sup X: 12Ø12c/20 Sup Y: 10Ø12c/19 Inf X: 10Ø16c/24 Inf Y: 7Ø20c/28
N46 y N48	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 180 cm Ancho inicial Y: 205 cm Ancho final X: 180 cm Ancho final Y: 205 cm Ancho zapata X: 360 cm Ancho zapata Y: 410 cm Canto: 85 cm	Sup X: 25Ø16c/16 Sup Y: 14Ø20c/26 Inf X: 25Ø16c/16 Inf Y: 14Ø20c/26

#### 1.1.2. Medición

Referencias: N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N51, N52, N54, N56, N58, N60 y N62		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		10x1.75		17.50
	Peso (kg)		10x2.76		27.62
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			7x2.25	15.75
	Peso (kg)			7x5.55	38.84
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x1.75			21.00
	Peso (kg)	12x1.55			18.64
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.25			22.50
	Peso (kg)	10x2.00			19.98
Totales	Longitud (m)	43.50	17.50	15.75	
	Peso (kg)	38.62	27.62	38.84	105.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	47.85	19.25	17.33	
	Peso (kg)	42.48	30.38	42.73	115.59

Referencias: N46 y N48		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	25x3.45		86.25
	Peso (kg)	25x5.45		136.13
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		14x3.95	55.30
	Peso (kg)		14x9.74	136.38
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	25x3.45		86.25
	Peso (kg)	25x5.45		136.13
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		14x3.95	55.30
	Peso (kg)		14x9.74	136.38
Totales	Longitud (m)	172.50	110.60	
	Peso (kg)	272.26	272.76	545.02
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	189.75	121.66	
	Peso (kg)	299.49	300.03	599.52

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N51, N52, N54, N56, N58, N60 y N62	25x42.48	25x30.38	25x42.73	2889.75	25x1.82	25x0.46
Referencias: N46 y N48		2x299.49	2x300.03	1199.04	2x12.55	2x1.48
Totales	1062.00	1358.48	1668.31	4088.79	70.69	14.35

### 1.1.3. Comprobación

Referencia: N1		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.169 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.134 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.174 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 290.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2926.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 215.73 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 206.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 277.43 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 224.35 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 1529.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N1		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 34 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 34 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 40 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.87		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.77		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N3		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.169 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.134 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.174 MPa	Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Vuelco de la zapata:</b> Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 290.7 % Reserva seguridad: 2926.3 %	Cumple Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 215.73 kN·m Momento: 206.46 kN·m	Cumple Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 277.43 kN Cortante: 224.35 kN	Cumple Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE</li> </ul>	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1529.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>Alto mínimo:</b> Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N3:</li> </ul>	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
<b>Cantidad geométrica mínima:</b> Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> 49.5 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> </ul>	Mínimo: 34 cm Calculado: 44 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N3		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 34 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 40 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.87		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.77		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N6		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.142 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.180 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 97.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 849.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 198.24 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 196.69 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 254.96 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 214.35 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1405.8 kN/m <sup>2</sup>	Cumple



Referencia: N6		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 31 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 33 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N6		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.80		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.74		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N8		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.142 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.180 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 97.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 849.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 198.24 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 196.69 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 254.96 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 214.35 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:		
Criterio de CYPE		
	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1405.8 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:		
	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
	Mínimo: 12 mm	



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N8		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 4,5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 33 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.80		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.74		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N11		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple

Producido por una versión educativa de CYPE



Referencia: N11		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 281014.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1654.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.65 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.62 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE		
	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1316.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N11:		
	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N11		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 281014.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1654.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.65 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.62 kN	Cumple



Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1316.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X:  - Armado superior dirección X:  - Armado inferior dirección Y:  - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021  Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple  Cumple  Cumple  Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der:  - Armado inf. dirección X hacia izq:  - Armado inf. dirección Y hacia arriba:  - Armado inf. dirección Y hacia abajo:  - Armado sup. dirección X hacia der:  - Armado sup. dirección X hacia izq:  - Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm  Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm  Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm  Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple  Cumple  Cumple  Cumple  Cumple  Cumple

Producto por una versión educativa de CYPE



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N16		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 329676.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1390.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.70 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.66 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1317.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N16:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple



Referencia: N16		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 4,5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

<p>Referencia: N18          Dimensiones: 190 x 240 x 40          Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19</p>		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 0.200 MPa          Calculado: 0.158 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.153 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.184 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:          Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 329676.0 %</p> <p>Reserva seguridad: 1390.4 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Exijón en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 185.70 kN·m</p> <p>Momento: 192.66 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 238.78 kN</p> <p>Cortante: 210.72 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:          - Situaciones persistentes:          Criterio de CYPE</p>	<p>Máximo: 6000 kN/m<sup>2</sup>          Calculado: 1317.3 kN/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:          Criterio de CYPE</p>	<p>Mínimo: 15 cm          Calculado: 40 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:          - N18:</p>	<p>Mínimo: 0 cm          Calculado: 33 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cantidad geométrica mínima:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0021</p> <p>Mínimo: 0.00139          Calculado: 0.00141</p> <p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0029</p> <p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0015</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 28 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> </ul>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p>



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N18 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: Zapata de tipo rígido Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75 Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72 Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N21 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.168 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.150 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.192 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 305.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 673.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 200.28 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 205.03 kN·m	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N21		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 257.51 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 224.06 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1420.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 32 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 32 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 33 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 39 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple



Referencia: N21		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.81		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.77		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N23		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones sobre el terreno:		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.168 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.150 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.192 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 305.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 673.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 200.28 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 205.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 257.51 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 224.06 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1420.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Criterio de CYPE		
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
- Mínimo: 15 cm	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple



Referencia: N23 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 15 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 32 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 39 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 33 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.81 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.77 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		

Producido por la versión educativa de CYPE



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N26		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.197 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.156 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.229 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 68.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 529.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 238.43 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 246.54 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 306.56 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 269.58 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1691 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N26:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N26		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 47 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.96		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.92		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N28		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.197 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.156 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.229 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 68.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 529.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 238.43 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 246.54 kN·m	Cumple



Referencia: N28 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 306.56 kN Cortante: 269.58 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1691 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N28:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 38 cm Calculado: 44 cm Mínimo: 47 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 38 cm Calculado: 52 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: N28		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.96		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.92		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N31		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 375992.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1354.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.70 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.66 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1317.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple



Referencia: N31		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 1.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N33		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 375992.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1354.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.70 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.66 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1317.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple



Referencia: N33 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: Zapata de tipo rígido Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75 Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72 Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N36 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 361410.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1536.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.65 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.56 kN·m	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N36		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.62 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1316.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N36:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple



Referencia: N36		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N38		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.158 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.184 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 361410.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1536.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.65 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 238.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 210.62 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1316.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N38:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple



Referencia: N38		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 1.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N41		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.156 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.145 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.178 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 304.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 871.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.94 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 189.87 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 239.07 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 207.38 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1318.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N41		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 36 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.71		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N43		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.156 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.145 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.178 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 304.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 871.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 185.94 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 189.87 kN·m	Cumple



Referencia: N43		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 239.07 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 207.38 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1318.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N43:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 36 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N43		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.75		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.71		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N46		
Dimensiones: 360 x 410 x 85		
Armados: Xi: Ø16c/16 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø16c/16 Ys: Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones sobre el terreno:		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.062 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.070 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 54.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 409.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 359.45 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 383.44 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 215.04 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 212.68 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 517.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Criterio de CYPE		
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N46:	Mínimo: 0 cm Calculado: 78 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N46		
Dimensiones: 360 x 410 x 85		
Armados: Xi: Ø16c/16 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø16c/16 Ys: Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00144 Calculado: 0.00144	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm Calculado: 26 cm Calculado: 16 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm Calculado: 26 cm Calculado: 16 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 1.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 100 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 100 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 100 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 100 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.25 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.30 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 1145.42 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1005.72 kN		

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

<p>Referencia: N48          Dimensiones: 360 x 410 x 85          Armados: Xi: Ø16c/16 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø16c/16 Ys: Ø20c/26</p>		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 0.200 MPa          Calculado: 0.062 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.050 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.070 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:          Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 54.0 %</p> <p>Reserva seguridad: 409.2 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 359.45 kN·m</p> <p>Momento: 383.44 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 215.04 kN</p> <p>Cortante: 212.68 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:          - Situaciones persistentes:          Criterio de CYPE</p>	<p>Máximo: 6000 kN/m<sup>2</sup>          Calculado: 517.4 kN/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:          Criterio de CYPE</p>	<p>Mínimo: 15 cm          Calculado: 85 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:          - N48:</p>	<p>Mínimo: 0 cm          Calculado: 78 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cantidad geométrica mínima:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Mínimo: 0.00139</p> <p>Calculado: 0.00144</p> <p>Calculado: 0.00144</p> <p>Calculado: 0.00144</p> <p>Calculado: 0.00144</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N48		
Dimensiones: 360 x 410 x 85		
Armados: Xi: Ø16c/16 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø16c/16 Ys: Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 100 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 100 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 100 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.25		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.30		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 1145.42 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1005.72 kN		
Referencia: N51		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.147 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.138 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.153 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1379.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 148622.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 169.05 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 239.21 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 212.19 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 282.92 kN	Cumple



Referencia: N51		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 2004.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N51:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X:  - Armado superior dirección X:  - Armado inferior dirección Y:  - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021  Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple  Cumple  Cumple  Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der:  - Armado inf. dirección X hacia izq:  - Armado inf. dirección Y hacia arriba:  - Armado inf. dirección Y hacia abajo:  - Armado sup. dirección X hacia der:  - Armado sup. dirección X hacia izq:  - Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 25 cm Calculado: 41 cm  Mínimo: 27 cm Calculado: 41 cm  Mínimo: 46 cm Calculado: 69 cm  Mínimo: 46 cm Calculado: 69 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm  Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple  Cumple  Cumple  Cumple  Cumple  Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N51		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.68		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.90		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N52		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.128 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.125 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.135 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1574.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 125159.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 151.67 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 213.35 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 190.41 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 252.31 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1787.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N52:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple



Referencia: N52		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 4,5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 41 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 41 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.61		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.80		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N54 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.128 MPa  Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.125 MPa  Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.135 MPa	Cumple  Cumple  Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 1574.3 % Reserva seguridad: 125159.2 %	Cumple Cumple
Excción en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 151.67 kN·m Momento: 213.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 190.41 kN Cortante: 252.31 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1787.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Cantito mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- N54:</li> </ul>	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021  Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029  Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N54		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 41 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 41 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo flexible		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.61		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.80		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N56		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.131 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.128 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.139 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1563.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 132502.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 156.88 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 218.81 kN·m	Cumple



Referencia: N56		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 196.98 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 258.79 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1833.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N56:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 25 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 42 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 42 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple



Referencia: N56		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.63		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.82		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N58		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.131 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.128 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.139 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1563.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 132502.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 156.88 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 218.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 196.98 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 258.79 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1833.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N58:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021	Cumple



Referencia: N58		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 1.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 25 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 42 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 42 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.63		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.82		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

<p>Referencia: N60          Dimensiones: 190 x 240 x 40          Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19</p>		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 0.200 MPa          Calculado: 0.121 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.109 MPa</p> <p>Máximo: 0.250 MPa          Calculado: 0.128 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:          Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 1394.6 %</p> <p>Reserva seguridad: 87392.0 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 144.81 kN·m</p> <p>Momento: 201.10 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 181.29 kN</p> <p>Cortante: 237.89 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:          - Situaciones persistentes:          Criterio de CYPE</p>	<p>Máximo: 6000 kN/m<sup>2</sup>          Calculado: 1684.4 kN/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:          Criterio de CYPE</p>	<p>Mínimo: 15 cm          Calculado: 40 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:          - N60:</p>	<p>Mínimo: 0 cm          Calculado: 33 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cantidad geométrica mínima:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0021</p> <p>Mínimo: 0.00139          Calculado: 0.00141</p> <p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0029</p> <p>Mínimo: 0.0014          Calculado: 0.0015</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:          Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	<p>Mínimo: 12 mm          Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	<p>Máximo: 30 cm          Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 28 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras:          Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> </ul>	<p>Mínimo: 10 cm          Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p>



# Listados

hangar\_final

Fecha: 19/06/25

Referencia: N60		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 21 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 38 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 38 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo flexible		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.58		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.75		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		
Referencia: N62		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.121 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.128 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1394.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 87392.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 144.81 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 201.10 kN·m	Cumple



Referencia: N62 Dimensiones: 190 x 240 x 40 Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 181.29 kN Cortante: 237.89 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1684.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N62:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0029 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 28 cm Calculado: 20 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 21 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 23 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 38 cm Calculado: 69 cm Mínimo: 38 cm Calculado: 69 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: N62		
Dimensiones: 190 x 240 x 40		
Armados: Xi: Ø16c/24 Yi: Ø20c/28 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.58		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.75		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 368.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 291.46 kN		





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación**

**Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

# **ANEXO III. PRESUPUESTO**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Diseño y cálculo estructural de un hangar en el aeropuerto de  
Málaga**

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Noemí Martínez Rodríguez

Tutor: Antonia María Lima Rodríguez

Cotutor: María Eugenia Parrón Rubio



# Anexo III. Presupuesto

1. Mediciones
2. Presupuesto
3. Resumen presupuesto



# 1. Mediciones

A continuación, se extraen las mediciones necesarias a incorporar al presupuesto obtenidas de los informes de CYPE 3D.

Ud	Descripción	Medición
<b>m<sup>3</sup></b>	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.	14,35
<b>m<sup>3</sup></b>	Hormigón para armar en zapatas de cimentación, HA-30/F/20/XC4, fabricado en central, y vertido desde camión. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón	70,69
<b>kg</b>	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura	4.088,79
<b>m<sup>3</sup></b>	Hormigón muros de espesor 20 cm	414
<b>kg</b>	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas empresilladas de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	3.019,62
<b>kg</b>	Acero UNE-EN 10080 B 400 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores.	270,85
<b>kg</b>	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	216.791,71
<b>kg</b>	Perfiles SHS. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	40.179,570

<b>kg</b>	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	4.187,00
<b>m<sup>2</sup></b>	Revestimiento mural con chapa de acero inoxidable AISI 304, de 1 mm de espesor, acabado mate. Fijación a la superficie soporte con tornillos de acero inoxidable mediante el sistema de fijación oculta. Colocación en obra: con tornillos de acero galvanizado sobre subestructura soporte formada por perfiles omega de acero galvanizado, de 85 mm de anchura, con una separación de 600 mm. Incluso anclajes mecánicos para la fijación de la subestructura soporte.	2.124,00
<b>kg</b>	Chapas rigidizadoras. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. Criterio de valoración económica:	5.432,00
<b>Ud</b>	Tornillos Clase 10.9 EN 14399-3-M36x130-HR.	400,00
	Tuercas Clase 10 EN 14399-3-M36-HR	
<b>Ud</b>	Arandelas. Dureza 300 HV. EN14399-6-36	800,00

## 2. Presupuesto

Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>m<sup>3</sup></b>	Hormigón de limpieza	14,35	90,45	1.297,96
<b>m<sup>3</sup></b>	Hormigón para armar en zapatas	70,69	118,79	8.397,27
<b>kg</b>	Acero para hormigón	4.088,79	1,85	7.564,26
<b>kg</b>	Placa base	3.019,62	2,65	8.001,99
<b>kg</b>	Pernos de anclaje	270,85	1,81	490,24
Total Presupuesto Parcial Cimentación: 25.751,72				

Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>kg</b>	Acero viga y pilares, HEB e IPE	216.791,71	2,46	533.307,61
<b>kg</b>	Acero de tirantes	4.187,00	2,58	10.802,46
<b>m<sup>2</sup></b>	Revestimiento chapa de acero	2.124,00	108,85	231.197,40
<b>kg</b>	Chapas y rigidizadores	5.432,00	2,58	14.014,56
<b>Ud</b>	Tornillos y tuercas	400,00	12,48	4.992,00
<b>Ud</b>	Arandelas	800,00	1,34	1.072,00
<b>m<sup>3</sup></b>	Muro hormigón	414,00	430,36	178.169,04
<b>kg</b>	Perfiles SHS	40.179,57	2,53	101.654,31
Total Presupuesto Parcial Estructura: 1.075.209,38				



### 3. Resumen presupuesto

	Importe (€)
Cimentaciones	25.751,71
Estructuras	1.075.209,38
<hr/>	
Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.100.961,10
13% de gastos generales	143.124,94
6% de beneficio industrial	66.057,67
<hr/>	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	1.310.143,71
21% IVA	275.130,18
<hr/>	
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	<b>1.585.273,89</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**